



**Propuesta pedagógico-didáctica con miras al aprendizaje e implementación de la técnica de
fotogrametría en contextos bioarqueológicos**

María Camila Vélez Mejía

Trabajo de grado presentado para optar al título de Antropóloga

Asesora

Natalia Andrea Restrepo Hernández, Magíster (MSc) en Antropología

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Sociales y Humanas
Antropología
Medellín, Antioquia, Colombia
2023

Cita	(Vélez Mejía, 2023)
Referencia	Vélez Mejía, M. C. (2023). <i>Propuesta pedagógico-didáctica con miras al aprendizaje e implementación de la técnica de fotogrametría en contextos bioarqueológicos</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Semillero de Investigación Osseum Logos



CRAI María Teresa Uribe (Facultad de Ciencias Sociales y Humanas)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/director: Alba Nelly Gómez García.

Jefe departamento: Javier Rosique Gracia.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Para aquella niña que alguna vez miró al cielo y soñó en grande

Agradecimientos

Desde que empecé mi carrera universitaria, supe que este proceso sería un camino de aventuras, aciertos, desaciertos, ilusiones y esfuerzos. Y ahora, muchos años después de empezar esta asombrosa travesía, me doy cuenta que lo más maravilloso de todo, a parte de todos los conocimientos obtenidos, fue vivir experiencias tan bonitas al lado de personas tan fuertes y diversas que pintaron mi mundo gris de colores.

En primer lugar, quiero expresar un profundo agradecimiento a mi familia por brindarme apoyo incondicional en cada momento, incluso en aquellos en los que me sentía perdida. Gracias por permitirme perseguir mis sueños y por demostrarme que con disciplina todo es posible. Asimismo, quiero agradecer a todos mis amigos y compañeros de carrera, quienes me brindaron sonrisas y recuerdos inolvidables en mi vida; agradezco las noches de estudio y trasnochos compartidos, las salidas improvisadas que se convirtieron en hermosas experiencias y las constantes palabras de apoyo que me impulsaron a completar esta carrera con éxito.

Por otro lado, quiero expresar un profundo agradecimiento a mi asesora, Natalia Restrepo, por confiar en mí y por compartir su conocimiento y enseñanzas con tanto cariño. También quiero agradecer al Semillero Osseum Logos y a todos sus miembros por permitirme formar parte de un espacio de aprendizaje y camaradería, donde pude salir de mi zona de confort y ampliar mis horizontes. Mi agradecimiento se extiende a la Universidad de Antioquia y a todos los profesores con los que tuve el privilegio de aprender, por crear un ambiente acogedor y propicio para el conocimiento, no solo teórico, sino también aplicable a la vida.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
1 Planteamiento del problema.....	13
2 Antecedentes	15
3 Justificación	18
4 Objetivos	19
4.1 Objetivo general	19
4.2 Objetivos específicos.....	19
5 Marco teórico	20
5.1 Un acercamiento al concepto de aprendizaje	20
5.2 Estilos de aprendizaje.....	21
5.3 Aprendizaje en jóvenes y adultos.....	23
5.4 Estrategias pedagógicas.....	25
5.5 Estrategias de aprendizaje	26
5.6 Estrategias didácticas	27
5.7 Herramientas TIC	28
5.8 Enseñanza de la antropología	29
5.8.1 Aprendizaje de la bioarqueología.....	31
5.9 Fotogrametría	32
5.9.1 Etapas de la fotogrametría.....	34
5.9.2 Principios básicos de la fotogrametría	35
5.9.3 Cámara y equipos	38
5.9.4 Proceso de captura de imágenes	39
5.9.5 Procesamiento de imágenes	41
5.9.6 Softwares de fotogrametría	42
5.9.7 Aplicaciones de la fotogrametría.....	42
5.9.8 Fotogrametría y antropología	43
6 Metodología	47

6.1	Ciclo 1 (Adquisición de herramientas, conocimientos y material de apoyo).....	47
6.2	Ciclo 2 (Caracterización de la población)	51
6.3	Ciclo 3 (Generación de propuesta).....	53
6.3.1	Propuesta pedagógica Taller	54
6.4	Ciclo 4 (Organización y reflexión).....	59
7	Resultados y discusiones.....	61
8	Conclusiones	66
	Referencias	67
	Anexos.....	75

Lista de tablas

Tabla 1 Estilos de aprendizaje de Honey y Mumford	23
Tabla 2 Dibujo a mano VS Documentación fotogramétrica	44
Tabla 3 Resumen Protocolo ejercicios prácticos realizados	49
Tabla 4 Matriz de entrevistas	53
Tabla 5 Matriz sugerencias.....	60
Tabla 6 Preguntas formuladas por los estudiantes	63

Lista de figuras

Figura 1 Modelo de secuencia didáctica	28
Figura 2 Perspectiva cónica	33
Figura 3 Enfoque. Geometría de la visión	36
Figura 4 Visión estereoscópica	36
Figura 5 Paralaje	37
Figura 6 Objeto en fondo blanco.....	40
Figura 7 Superposición de imágenes.....	41
Figura 8 <i>Modelo fotogramétrico tridimensional</i>	45
Figura 9 Patrimonio, cultura material y tridimensionalidad	48
Figura 10 Taller de fotogrametría con los integrantes del semillero	54
Figura 11 Presentación de objetivos	56
Figura 12 Toma fotográfica	57
Figura 13 Creación de nube de puntos densa.....	58
Figura 14 Primer modelo fotogramétrico y toma fotográfica.	64
Figura 15 Segundo modelo fotogramétrico.....	65

Siglas, acrónimos y abreviaturas

DSLR	Digital Single Lens Réflex. Réflex de Único Objetivo.
ISO	Escala de sensibilidad fotográfica (Organización Internacional de Normalización)
OEI	Organización de los Estados Iberoamericanos
SIG	Sistemas de Información Geográfica
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
UDEA	Universidad de Antioquia
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
VAK	Visual, Auditivo, Kinésico

Resumen

La presente investigación busca generar una propuesta de herramienta pedagógica y didáctica con miras al aprendizaje e implementación de la técnica de la fotogrametría en contextos bioarqueológicos para los estudiantes de antropología de la Universidad de Antioquia. Este trabajo muestra su pertinencia en el proceso de aprendizaje, pues permite desarrollar otras áreas del conocimiento, que son útiles en la disciplina, como la fotografía, el arte y el uso de herramientas tecnológicas que incluyen diferentes softwares y el modelamiento 3D. Para ello, se hace una breve explicación del concepto de aprendizaje, sus tipos y estrategias, para luego direccionarlo en los estilos de aprendizaje característicos de los estudiantes universitarios, específicamente los de antropología, desarrollando un enfoque pedagógico novedoso para su implementación en contextos bioarqueológicos. Asimismo, se quiere aportar a las nuevas generaciones de antropólogos nuevos métodos y técnicas de investigación, que les permitan trabajar de forma óptima diversas temáticas generando nuevas formas de apropiación y divulgación del conocimiento

Palabras clave: herramienta pedagógica, fotogrametría, bioarqueología, estudiantes.

Abstract

This research aims to formulate a proposal for a pedagogical and didactic tool designed to teach and implement the photogrammetry technique in bioarchaeological contexts for anthropology students at the University of Antioquia. The significance of this work is demonstrated in its impact on the learning process, facilitating the development of other relevant areas of knowledge in the discipline, such as photography, art, and the utilization of technological tools, encompassing various software programs and 3D modeling. To achieve this, the study provides a brief explanation of the concept of learning, its types, and strategies, which is then applied to the characteristic learning styles of university students, specifically those in anthropology. This approach aims to develop a novel pedagogical methodology for implementing the technique in bioarchaeological contexts. Likewise, the objective is to equip the new generations of anthropologists with innovative research methods and techniques, enabling them to work optimally on various topics and fostering new forms of appropriation and dissemination of knowledge.

Keywords: pedagogical tools, photogrammetry, bioarchaeology, students.

Introducción

La antropología, como disciplina, se ha enfrentado a cambios significativos en las últimas décadas, especialmente con el avance tecnológico que ha permeado diversas áreas del conocimiento. Es por ello que, en un contexto tan cambiante, se hace esencial la integración de herramientas tecnológicas para potenciar la formación de los estudiantes. En este sentido, la presente investigación busca generar una propuesta de herramienta pedagógica y didáctica para facilitar el aprendizaje y la aplicación de la fotogrametría en contextos bioarqueológicos. La relevancia de esta investigación radica en la posibilidad de que los estudiantes accedan y adquieran conocimientos sobre herramientas tecnológicas que no solo mejoren su aprendizaje y rendimiento académico, sino que también les permita explorar otros métodos de investigación. Esto les otorgará la capacidad de abordar diversas temáticas desde perspectivas variadas, enriqueciendo su experiencia formativa y preparándolos para los desafíos y cambios que enfrentarán en su futura vida laboral.

Para lograr dicho propósito, se generó un capítulo teórico en el que se exploró a profundidad el intrincado proceso de aprendizaje humano. Este abordaje incluyó la exploración detallada de diversos enfoques educativos y la consideración de herramientas pedagógicas que han demostrado ser eficaces en el proceso de adquisición de conocimiento. La esencia fundamental de esta exploración fue identificar los métodos de aprendizaje más factibles a las características particulares de una disciplina tan diversa y compleja como lo es la antropología. Se reconoció que la variedad de subcampos y temáticas dentro de la antropología demanda enfoques educativos flexibles y estratégicos que se ajusten a las distintas dimensiones de aprendizaje de los estudiantes. Este análisis profundo del proceso de aprendizaje humano proporciona una base sólida para la formulación de estrategias pedagógicas específicas que maximicen la efectividad de la enseñanza en el ámbito antropológico.

Asimismo, considerando la naturaleza práctica de la fotogrametría se tomó la decisión de realizar una exploración exhaustiva en torno a las especificidades de la misma. Este análisis se adentra en los principios fundamentales que rigen su funcionamiento, los variados usos que puede tener, consejos prácticos que optimizan su uso, y las posibilidades que ofrece en el ámbito bioarqueológico. La elección de este enfoque responde a la necesidad de proporcionar a los

estudiantes una perspectiva integral de la técnica que les permita aplicarla de manera efectiva en sus investigaciones y actividades.

En el capítulo metodológico, se describió el modelo de investigación implementado, optando por una estructura cíclica que permitió adaptar el proceso a las dinámicas cambiantes del ejercicio. La entrevista, los grupos focales y los talleres fueron fundamentales, pues se usaron como herramientas para recopilar y evaluar la información en cada fase, incorporando la retroalimentación de los participantes para perfeccionar futuras iniciativas en torno a este tema.

De igual manera, se realizó un apartado de resultados y discusiones, en el que se destacaron los hallazgos más significativos obtenidos a lo largo del ejercicio. Este análisis no solo evidenció la habilidad adquirida por los estudiantes, sino también subrayó la pertinencia de aplicar esta técnica en el ámbito académico.

1 Planteamiento del problema

La antropología se muestra como una disciplina que debe adaptarse a los rápidos cambios de la sociedad, en la que, hechos como la aparición del internet, las redes sociales y la tecnología de punta, han permitido que el hombre adquiera otras formas de interactuar y relacionarse con el mundo; en este sentido, la antropología tiene como reto “desentrañar y desarrollar técnicas y herramientas adecuadas para recopilar información que le permitan al investigador llevar a cabo la observación, descripción y análisis, pero en un entorno nuevo y diferente” (de Colsa y Espinoza, 2020, párr. 23).

De igual forma, la antropología aparte de ser una disciplina importante a la hora de obtener información, debe desarrollar herramientas que le faciliten llegar al público, con el fin de dar a conocer sus hallazgos de manera fortuita. En este sentido, la antropóloga Moya (2008) establece que además de las tareas de docencia e investigación clásicas, se debe proponer a la sociedad otras posibilidades de interpretación y análisis de la vida cotidiana, de forma que los interlocutores se sientan partícipes y puedan conocer desde una fuente profesional diferentes conceptos que ayuden a interactuar.

En el plano bioarqueológico, se encuentra un panorama en el que la recopilación de datos, el constante monitoreo por parte de los profesionales y el empalme academia y sociedad, se vuelve fundamental a la hora de comunicar y comprender la historia de nuestros antepasados, ya que por medio de colecciones bioarqueológicas, museos y casas de memoria se pueden “consolidar programas de investigación y divulgación que al tiempo rescaten la información y le brinden al ciudadano aquello que es realmente valioso del patrimonio arqueológico: los testimonios de la diversidad cultural” (González, 2006 p. 42). No obstante, tales programas y productos se ven obstaculizados por varios factores inherentes al ambiente donde se encuentran, generando un deterioro exponencial de la pieza, causando que a la larga se pierda material invaluable para el estudio y conocimiento de nuestros antepasados, de hecho “el tratamiento a los restos humanos debe, en consecuencia, incluir medidas para asegurar la integridad física de estos y de la documentación asociada, evitando tratamientos que contaminen o degraden el hueso y los dientes” (Gómez y Yepes, 2020, p. 88).

Por otro lado, en el ámbito profesional y educativo el antropólogo Fernández (2016) afirma que la antropología es una disciplina que requiere la adquisición de un conocimiento práctico y teórico, en el que el profesional sea capaz de indagar, profundizar, reflexionar, experimentar y cotejar diferentes visiones, que le permitirán el desarrollo de casos complejos a los que este se verá envuelto. En este sentido, el profesor Fuertes (2014) explica que para el aprendizaje de disciplinas como esta, se debe implementar una metodología activa, en el que el estudiante se inmiscuya a través de la experiencia y la constante utilización de recursos didácticos donde la imagen, la experimentación, el aprendizaje significativo, el estudio de caso y el constante juego de roles se vuelven importantes para la resolución de problemas.

Llama la atención, que en los últimos años la antropología ha venido implementando otras técnicas y métodos en compañía la tecnología, permitiendo el desarrollo de nuevas áreas de estudio y otras formas de aprender y acercarse a la disciplina (Moyano, 2017). Tal es el caso de la Fotogrametría, una técnica que permite a través de diversas tomas fotográficas, medir y definir con precisión la forma, las dimensiones y la posición en el espacio de un objeto, generando planos y mapas que lo permiten visualizar de una forma orgánica y precisa (Quirós, 2014). En palabras de la arqueóloga Charquero (2016) “la fotogrametría resulta una técnica lo suficientemente completa y eficaz como para suponer un avance importante en la forma de documentar restos arqueológicos” (p. 156). En este sentido, estas técnicas han permitido enriquecer enormemente las investigaciones, pues permiten correlaciones culturales por medio de análisis exhaustivos además de ser una gran ayuda iconográfica y didáctica a la hora de enseñar al público (Guevara, 2014).

Con ánimo de poner en práctica esta técnica y desarrollar herramientas que permitan una adecuada adaptación de los estudiantes de antropología a los retos impuestos por la sociedad de hoy, surge la pregunta ¿Cómo generar una propuesta de herramienta pedagógica y didáctica con miras al aprendizaje e implementación de la técnica de la fotogrametría en contextos bioarqueológicos?

2 Antecedentes

En primer lugar, si se busca un acercamiento a la técnica de la fotogrametría, se pueden encontrar múltiples investigaciones; en sus inicios, se caracterizaba por ayudar a la topografía en trabajos como levantamientos costeros, construcciones y paisajes. Esta técnica fue difundida principalmente después del invento de daguerrotipo (la primera técnica fotográfica usada para captar imágenes mediante una cámara) por François Arago; posteriormente entre 1920 y 1940, se encontraron grandes avances en cuanto a su uso en contextos bélicos, tanto para el reconocimiento aéreo como la cartografía (Braulio, 2005).

Actualmente, la técnica de la fotogrametría es usada en disciplinas como la ingeniería y la arquitectura, pues permite la reproducción de planos y fachadas de edificaciones complejas. Tal es el caso del levantamiento de la portada gótica de la Iglesia de Santa María de Requena un lugar declarado como monumento artístico en 1931 en la provincia de Valencia, España. Lerma et al. (2011) profesionales en esta área, afirman que el uso de la fotogrametría y la demanda de modelos 2D y 3D es cada vez mayor sobre todo si se trabaja en el ámbito del patrimonio cultural, pues al ser una técnica que permite el análisis de formas, dimensiones y su reconstrucción en un escenario virtual, se hace muy conveniente para estudiarse y monitorearse a lo largo del tiempo.

Enfocando un poco el tema en el ámbito antropológico, Lucet (2017) describe la fotogrametría como ese método al alcance de todos, que permite la generación de acervos digitales para la difusión y apropiación del conocimiento. En su libro “Fotogrametría y Patrimonio” expone 4 casos de registro fotogramétrico, una escultura, una zona arqueológica, una pintura rupestre y una estructura con pintura mural, cada uno con sus particularidades y debido procedimiento, indicando posibles dificultades en el ejercicio y ventajas en su implementación.

Otro trabajo a rescatar es la tesina de Díaz (2017), en ella se destaca la fotogrametría como una técnica utilizada a la hora de estudiar con precisión un objeto, pues se puede definir formas, tamaños, dimensiones y posiciones. El autor al igual que Lucet afirma que esta técnica es económica y permite identificar con eficacia el resto que se está explorando, pues desarrolla bases de datos especializadas 3D donde se pueden hacer comparaciones y morfometría geométrica para hacer un análisis de coincidencia con las formas y puntos del objeto que se está tratando.

Igualmente, este autor hace un desglose de las facultades que tiene esta técnica, además de sus usos más próximos en la docencia; permitiendo una mejor conservación del objeto tal y como funciona con las réplicas museísticas y la reconstrucción virtual de partes no conservadas del espécimen, coincidiendo con estudios más profundos y didácticos del mismo. También se informa del interés que causa esta técnica en los alumnos y posibles usuarios, pues aparte de usar las nuevas tecnologías como herramienta clave, permite desarrollar destrezas como la manipulación, el aprendizaje anatómico, y la comprensión del objeto como un todo (de la Torre-Cantero et al., 2015). Algunas ventajas que resalta el autor en el uso de esta técnica son: la preservación del patrimonio cultural a través de la creación de réplicas de gran valor histórico, la creación de materiales didácticos por medio de modelos virtuales y la elaboración de investigaciones precisas, ya que se puede acceder más fácil a estos elementos sin ocasionar daños.

En otros estudios en los que se mencionan los beneficios o consecuencias de implementar réplicas patrimoniales 3D en entornos educativos, se hace énfasis en los trabajos hechos por de la Torre-Cantero et al. (2015), donde se profundiza el proceso de su creación mediante aplicaciones como Recap 360, 123D Catch, Meshmixer y MakerWare. En esta investigación, se explican los tipos de réplicas que existen a nivel disciplinario, además de una revisión de las principales reconstrucciones 3D en museos del mundo, en la que se destaca un proyecto en el Reino Unido, en el que múltiples instancias crearon una base de datos con innumerables modelos fósiles 3D de fácil acceso y descargas para entornos educativos, de manera que se puedan imprimir si se dispone de una impresora 3D o manipular virtualmente. Un aporte importante de estos estudios es el énfasis que le dan los autores al entorno legal del patrimonio y el paso a paso en la creación de réplicas.

Dentro del campo arqueológico, vale destacar el trabajo propuesto por las profesoras Rivero y Feliu (2017). En este escrito, se analizan las posibilidades que trae la tecnología 3D en el aprendizaje del resto arqueológico; en él se profundiza cómo se dificulta en algunas instancias el aprendizaje y la aprehensión de los restos como totalidad, no solo en su estado material, sino su relación con el contexto y posibilidades que este brinda en la interpretación de la realidad humana. Igualmente, las autoras problematizan el concepto del yacimiento “desnudo” como aquel que se encuentra a la vista, pero en pocas ocasiones con mediación museográfica, lo que dificulta la comprensión del espacio y el poder educativo del mismo a diferentes públicos (Rivero y Feliu, 2017).

En este trabajo también se explora el concepto de virtualidad en la arqueología, y cómo este ha permitido abrir un campo nuevo como lo es la arqueología virtual o arqueología reconstructiva, en la que a través de tecnologías como el modelamiento 3D, realidad virtual y otras, se han logrado recrear algunos yacimientos, superando dificultades como lo es el acceso y la difusión del patrimonio. Si bien, aún existen dificultades a la hora de recrear espacios o material esqueletizado con gran precisión, la tecnología ha evolucionado de tal manera, que ahora es posible disminuir el abismo entre los restos y el público (Martínez y Santacana, 2013). Asimismo, se estudia las posibilidades que trae la museografía virtual, la digitalización de espacios y la web 2.0 para compartir ideas, socializar y crear contenido online aplicando metodologías de aprendizaje activo.

3 Justificación

En los últimos años, con la llegada de las nuevas tecnologías el mundo ha cambiado enormemente, las formas de pensar y relacionarse con lo que nos rodea, se vuelven un punto álgido en el que las Ciencias Sociales, deben adaptar mucho de sus métodos a la realidad cambiante y públicos diversos. La antropología no es la excepción, como disciplina que aborda múltiples facetas humanas, ha demostrado ser una gran herramienta para entender la realidad; es por ello que se deben formar profesionales que sepan comunicar, enseñar e interpretar pues en palabras de la antropóloga Moya (2008), aún se necesita un fuerte esfuerzo para desmitificar la divulgación de la ciencia y la tecnología, en un mundo que cada día es más tecnologizado y desigual en cuanto al acceso del conocimiento.

Teniendo en cuenta lo anterior, enfocando este estudio en el campo bioarqueológico se encuentra un panorama en el que la conservación de restos óseos y sus contextos es de vital importancia, para el desarrollo de estudios que nos ayuden a comprender los modos de vida, adaptación, impacto y acceso a recursos de nuestros antepasados (Buikstra y Beck, 2006). En este sentido, la fotogrametría, aparece como una técnica que se ha vuelto popular en los últimos años, porque ha permitido optimizar los tiempos de trabajo en campo y registrar de forma precisa documentos, objetos, lugares o restos de gran valor cultural e intelectual, por lo que contribuye al estudio del patrimonio y generación de conocimiento, por medio de la creación de acervos con información cruda que en palabras de Lucet (2017) no pasa por “un proceso de síntesis o de interpretación semántica, por lo tanto es neutra, completa y confiable. Desde estas circunstancias, se vuelve una información que puede ser compartida para que cada investigador la maneje y genere sus propias interpretaciones” (p. 12).

Si se enfoca la fotogrametría en la enseñanza, se puede contar con una herramienta que no requiere grandes especificaciones a la hora de reproducirse, por lo es de gran plasticidad y de fácil manipulación (de Jesús-Luis et al., 2019). Igualmente, teniendo en cuenta los resultados obtenidos por Gómez (1999) con un curso para que los estudiantes universitarios profundicen en esta temática, se comprobó que la fotogrametría permitió un avance a la hora de comprender mejor los contenidos teóricos, además del desarrollo de una resolución crítica y autónoma de casos, relacionando experiencia y teoría (Gómez, 1999).

4 Objetivos

4.1 Objetivo general

- Generar una propuesta de herramienta pedagógica y didáctica con miras al aprendizaje e implementación de la técnica de la fotogrametría en contextos bioarqueológicos para estudiantes de antropología de la Universidad de Antioquia.

4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar los estudiantes de antropología como un grupo objetivo enfocado a sus necesidades formativas.
- Identificar las posibilidades de aplicación pedagógica que posee la técnica de la fotogrametría enfocada en la caracterización de material bioarqueológico.
- Elaborar material para una propuesta pedagógica y didáctica basada en la naturaleza gráfica de la técnica de la fotogrametría aplicada a la bioarqueología.

5 Marco teórico

5.1 Un acercamiento al concepto de aprendizaje

Dado que existen gran variedad corrientes que plantean este concepto desde diferentes posiciones teóricas, se hace muy difícil una definición aceptada por todos los expertos y profesionales en el área (Domjan, 2010). Sin embargo, dado que el enfoque de esta investigación es la búsqueda de herramientas de aprendizaje, puede ser útil la definición propuesta por el psicólogo Hergenhahn (1976) que lo define como un cambio permanente de la conducta a través de la experiencia. En este sentido, Ausubel et al. (1983) se basaron en el constructivismo para crear aquello que hoy en día se denomina la teoría del aprendizaje significativo, que no es más que relacionar la nueva información con los conocimientos previos, construyendo un concepto propio que se valida a través de la experiencia y la puesta en práctica.

Igualmente, cabe destacar el concepto propuesto por el psicólogo Schunk (2012) que a través de la teoría propuesta por Hergenhahn en 1976, profundiza en el entendimiento del concepto por medio de tres criterios; el primero consiste el hecho de que el aprendizaje implique un cambio donde se adquiere la habilidad de hacer algo por medio de la inferencia, es decir, la observación de los resultados o productos, nunca directamente. Por otro lado, el segundo criterio identifica el aprendizaje como una acción que perdura a lo largo del tiempo, sin embargo, aún sigue en debate debido a circunstancias externas que pueden alterar el estado de consciencia del individuo. Para finalizar, el último criterio especifica el aprendizaje como un hecho experiencial, en el que la persona podrá adquirir una buena base de conocimientos por medio del “conocer, hacer, y ser”.

Cabe destacar que el aprendizaje no es un proceso inmediato, al contrario, el hecho de adquirir un conocimiento es un proceso lento que conlleva varias etapas para su consecución. En este sentido, el psicólogo humanista Abraham Maslow propuso 4 etapas en las cuales se explica las fases por las que un sujeto debe pasar a la hora de aprender; en primer lugar, se tiene la incompetencia inconsciente que es el momento en el cual se ignora que no se sabe o no se tiene experiencia en una actividad, concepto o tarea. Seguidamente, está la incompetencia consciente que es uno de los momentos más importantes en el proceso de aprendizaje, pues la persona requiere su total disposición para invertir recursos, tiempo, y esfuerzo en su capacitación; se dice que esta fase es fulminante pues en muchos casos al requerir mucho tiempo, la persona tiende a abandonar este proceso.

A continuación, se encuentra la competencia consciente que es ese momento en el cual ya se comprende y se puede realizar la actividad plenamente; no obstante, aún requiere de nuestra atención y cuidado para llevarse a cabo. Finalmente, está la etapa de la competencia inconsciente que es cuando la habilidad que se aprendió se puede realizar de forma mecánica, de tal forma que se le permite al individuo realizar otras actividades al mismo tiempo.

5.2 Estilos de aprendizaje

El ser humano es diferente, las circunstancias, el entorno, sus características físicas y mentales lo hacen un ser diverso que se aproxima de distintas formas al conocimiento. De acuerdo con el psicólogo Sternberg (1997) el ser humano tiene diferentes formas de aproximarse a la realidad, aplicar, utilizar o explorar su propia inteligencia; estas formas características de pensar, el autor las denominó estilos de pensamiento, los cuales son fundamentales para la adaptación al medio, pues se usan los procesos cognitivos para aprender y valerse ante las adversidades.

Asimismo, se identifica que el proceso de aprendizaje no es un hecho aislado, al contrario, converge de forma sinérgica con muchos factores que rodean al sujeto, haciendo que sea un proceso único en el que el individuo se adapta a su realidad. En este orden de ideas, Castro y Guzmán (2005) afirman que los estilos de aprendizaje son unos indicadores que guían la interacción con la realidad, permitiendo que el sujeto en convergencia con la información construya su propio conocimiento.

Con ánimo de conocer las diferentes instancias de clasificación, muchos teóricos desarrollaron su propio sistema de interpretación; entre ellos se encuentra Grinder y Bandler (1981) que crearon el famoso Modelo de la Programación Neurolingüística (VAK) que consiste en clasificar el sistema de representación mental de la información, en este sentido aparece el aprendizaje visual, auditivo y kinésico. En el caso del primer tipo, la persona que lo utiliza tiende a hacerse imágenes mentales de ideas, conceptos y situaciones, es por esta razón, que recurren a mapas conceptuales, colores, patrones, videos etc. Por otro lado, el aprendizaje auditivo, se caracteriza por que las personas que lo practican tienden a recordar mejor la información oral, de ahí que, recuerden entonaciones, cambios de voz, acentos y expresiones. Igualmente, el sistema de representación kinestésico se caracteriza porque las personas recuerdan fácilmente las sensaciones, movimientos, sentidos y experiencias; aunque esta forma de aprender es lenta tiende a ser la más enriquecedora, pues permite un aprendizaje a profundidad.

En 1986, los psicólogos Peter Honey y Alan Mumford crearon el modelo Tendencias generales del comportamiento personal (**Tabla 1**), en el que se identifican 4 estilos de aprendizaje, de acuerdo a las personalidades de los sujetos comparando las tendencias del aprender haciendo (sujeto activo), la teoría que hay detrás de las acciones (sujeto teórico), el poner en práctica en la vida real (sujeto pragmático) y el observador-planificador (reflexivo) (Puello et al., 2014).

Marton y Saljo (1976) en la década de los setenta, desarrollaron el modelo enfoques de aprendizaje, en el cual se tiene en cuenta, el contexto educativo, la percepción de los estudiantes y la metodología psicoeducativa, lo cual permite entender la intención del sujeto de la temática que está aprendiendo. El primer enfoque es el profundo, el cual se caracteriza por integrar las partes de lo que se está aprendiendo en un todo, que permite el entender, explicar, argumentar y comparar. El segundo enfoque es el superficial, caracterizado por el cumplimiento de la tarea; el resultado de este tipo de estilo corresponderá, generalmente, a un rendimiento que es eficiente y rápido. El tercer enfoque es el estratégico, que se caracteriza por poner en ejecución todos los procesos mentales e intelectuales para llevar al máximo las capacidades, esperando un rendimiento alto y excelente. Por último, el enfoque óptimo, busca un aprendizaje autónomo, donde el sujeto sea dueño de su proceso.

Tabla 1*Estilos de aprendizaje de Honey y Mumford*

Estilo	Características
Activos	Estas personas se implican en los asuntos de los demás y centran a su alrededor todas las actividades que emprenden con entusiasmo. Son de mente abierta, nada escépticos. Sus días están llenos de actividad. Piensan que por lo menos una vez hay que intentarlo todo. Espontáneos, creativos innovadores deseosos de aprender y resolver problemas
Reflexivos	Gustan considerar las experiencias y observarlas desde diferentes perspectivas. Reúnen datos analizándolos con detenimiento antes de llegar a alguna conclusión. Son prudentes, observan bien y consideran todas las alternativas posibles antes de realizar un movimiento. Escuchan a los demás y no actúan hasta apropiarse de la situación, son ponderados, pacientes, inquisidores, lentos y detallistas
Teóricos	Adaptan e integran las observaciones dentro de las teorías lógicas y complejas. Enfocan los problemas de forma vertical escalonada, por etapas lógicas. Tienden a ser perfeccionistas. Integran los hechos en teorías coherentes. Les gusta analizar y sintetizar. Son profundos en su sistema de pensamiento, a la hora de establecer principios, teorías y modelos. Para ellos si es lógico es bueno. Buscan la racionalidad y la objetividad huyendo de lo subjetivo y de lo ambiguo.
Pragmáticos	Predomina en ellos la aplicación práctica de las ideas. Descubren el aspecto positivo de las nuevas ideas y aprovechan la primera oportunidad para experimentarlas. Les gusta actuar rápidamente y con seguridad con aquellas ideas y proyectos que les atraen. Tienden a ser impacientes. Pisan la tierra cuando hay que tomar una decisión o resolver un problema. (Castro y Guzmán, 2005, p. 92)

Nota: Tomado de Los estilos de aprendizaje en la enseñanza y el aprendizaje: Una propuesta para su implementación, por Castro y Guzmán, 2005

5.3 Aprendizaje en jóvenes y adultos

El aprendizaje es una de las funciones mentales más importantes del ser humano, pues gracias a esta habilidad, él se desarrolla e interactúa con su medio de manera propicia para poder sobrevivir; en este sentido, el ser humano siempre está en pro de esta función que se desarrolla en múltiples fases. En la infancia la exploración, los sentidos y el uso de la motricidad fina además de las relaciones afectivas son una base para lo que será el joven del mañana, pues gracias a estas se tendrán unos pilares sólidos en los que se pueda construir conceptos de mayor complejidad. En la juventud se hace el paso de estructuras mentales concretas a otras más abstractas, allí se desarrollan teorías propias en donde se le da explicación a algunos fenómenos de la cotidianidad. Por último, en la adultez se hace un acondicionamiento de los saberes para contribuir a la sociedad, donde todo

el conocimiento adquirido intenta resolver las preguntas ¿por qué? y ¿para qué?, además de la inserción al mundo laboral (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2016).

De acuerdo con el educador Kaplún (1995) el joven y el adulto son sujetos activos, por lo que su educación debe basarse en la generación de discusiones y pensamiento crítico, en dónde su capacidad de autogestión, tan reconocible en estas edades, se use como potencializador de conocimiento y comunicación de ideas. Igualmente, estos sujetos construyen un nuevo conocimiento a partir de información anterior, por lo que se podría relacionar firmemente con el concepto de aprendizaje experiencial de Hergenhahn (anteriormente especificado), pues se convergen en la idea de la reflexión y la comprensión de la acción, por lo que será un conocimiento aplicado o aterrizado a la realidad que sugiere (Infante y Letelier, 2011).

Vygotsky (1979) teorizó también en el aprendizaje del adulto, descubriendo que estos sujetos no se limitan a sus propias conversaciones, es decir, realizan una apropiación que les permite influir en su entorno más próximo, propiciando una internalización del conocimiento y su reconstrucción a las estructuras culturales a la que pertenece. Para el adulto la educación tiene una razón de ser, aquí influye en gran medida aspectos como la predisposición, las exigencias laborales, la superación personal, mejores ingresos y sobretodo la motivación.

Por otro lado, Infante y Letelier (2011) afirman que los jóvenes y los adultos a la hora de aprender enfrentan unos obstáculos cognitivos, que tienden a bloquear la adquisición de nuevos conocimientos; es en este sentido, que los instructores o maestros deben profundizar de la mejor manera en la temática de dificultad, implementando estrategias efectivas para su comprensión. Asimismo, el filósofo Bachelard (1948) afirma que los obstáculos pueden verse de tres maneras, la primera está relacionada con la llamada “experiencia primaria”, es decir los sentidos y cómo estos pueden entorpecer la adquisición del conocimiento; la segunda, trata de la generalización que puede causar conclusiones inciertas y la última, “el enseñante y el libro” donde el conocimiento puede perder su objetivo al quedarse nulo frente a lo que dice el texto que parece ser cierto e inamovible (Agudelo, 2021).

Teniendo en cuenta lo anterior, considerando algunos de los obstáculos presentes en estas edades a la hora de aprender, desarrolla a través de varias investigaciones unas estrategias útiles a la hora de gestionar el aprendizaje con jóvenes y adultos; la más importante, consiste en el aprendizaje contextual, en el cuál se hace necesario el uso de casos, ejemplos y situaciones en las

que ellos puedan darle un significado a lo aprendido y puedan aplicarlo a diferentes instancias. Igualmente, se propone un buen dominio del lenguaje, es decir un conocimiento dual en el que se haga uso de términos especializados durante la lección y su articulación con el medio (Infante y Letelier, 2011).

5.4 Estrategias pedagógicas

De acuerdo con Pérez y Salamanca (2013) son acciones que realiza el docente para facilitar el aprendizaje, la interacción, participación y desenvolvimiento de un tema de interés de los estudiantes.

Son el sistema de actividades, acciones y operaciones que permiten la realización de una tarea con una calidad requerida. El empleo de una estrategia nos orienta al objetivo, nos da una secuencia racional que permite economizar tiempo, recursos y esfuerzo. (Gutiérrez, 2018, p. 85)

En este sentido, las estrategias pedagógicas, deben ir encaminadas a acciones contextualizadas, que permitan la flexibilidad y adaptabilidad a las necesidades de un alumno, que está enmarcado en un lugar, origen, situación y lo más importante un impulso por aprender un tema determinado (Gamboa et al., 2013).

Para Orozco (2016) el implementarlas, permite la generación de múltiples interacciones y perspectivas en el sujeto; es por ello que se facilita su comprensión y aplicación en el contexto. En este sentido, la generación de estrategias permite una realización plena del ejercicio, pues aparte de la flexibilidad con la que están compuestas, permitirán la aplicación del conocimiento a la vida cotidiana (Ferreiro, 2012).

De acuerdo con lo anterior, para llevar a cabo cada una de estas acciones, se hace necesario que el docente, tenga una formación amplia y aplicada, de manera que todos estos conocimientos pueda traducirlos al estudiante y al contexto en que este está inmerso. DeMonte (2013) afirma que el diseño de estrategias debe ir encaminado a la consecución de un objetivo, por lo tanto, la exposición de contenidos, actividades y prácticas educativas deben encaminarse a una participación activa del estudiante.

Por otro lado, autores como Pozo (1989), Marqués (2001), Ferreiro (2006), Portilho (2009), Díaz y Hernández (2010), en su afán por entender las estrategias pedagógicas realizan una clasificación de estas en diferentes grupos:

- Primer grupo: primero se caracteriza por implementar habilidades cognoscitivas, es decir, aquellas facultades mentales como el observar, recordar, ordenar, analizar y evaluar, construyendo significados a través la apropiación de saberes nuevos (Capilla, 2016).
- El segundo se desarrolla a través de la enseñanza, por medio de actividades y el uso de recursos que permitirán que el alumno elija, coordine y aplique sus conocimientos para la consecución de un objetivo (Villarreal, 2006).
- El tercero se identifica por lo didáctico, que en palabras de Gutiérrez et al. (2018), hace referencia a todos aquellos recursos y circunstancias que permiten la interactividad con el alumno, orientando al aprendizaje de una visión creativa, activa, autónoma y articuladora a un tema en específico.
- Y por último el cuarto grupo, se caracteriza por el aprendizaje, que no es más que aquellas estrategias que el estudiante adquiere para aprender significativamente, en otras palabras, aplicar de forma activa y experiencial el tema de su interés (Díaz y Hernández, 2010).

5.5 Estrategias de aprendizaje

Cómo se dijo anteriormente, se debe hacer una clara distinción entre las estrategias pedagógicas y las estrategias de aprendizaje, pues son éstas últimas los procedimientos que aplican los estudiantes a la hora de aprender una temática; en otras palabras, un método inconsciente que se realiza para poder entender lo que se está viendo y que se agudiza con el pasar de los años a medida que se van identificando. Beltrán (2003) afirma que las estrategias son generalmente deliberadas y planificadas, y conscientemente comprometidas a actividades, por esta razón, se emplean tácticas que las hacen operativas y aplicables; implementando preguntas como ¿cuándo? ¿dónde? y ¿por qué? se pueden utilizar determinadas habilidades.

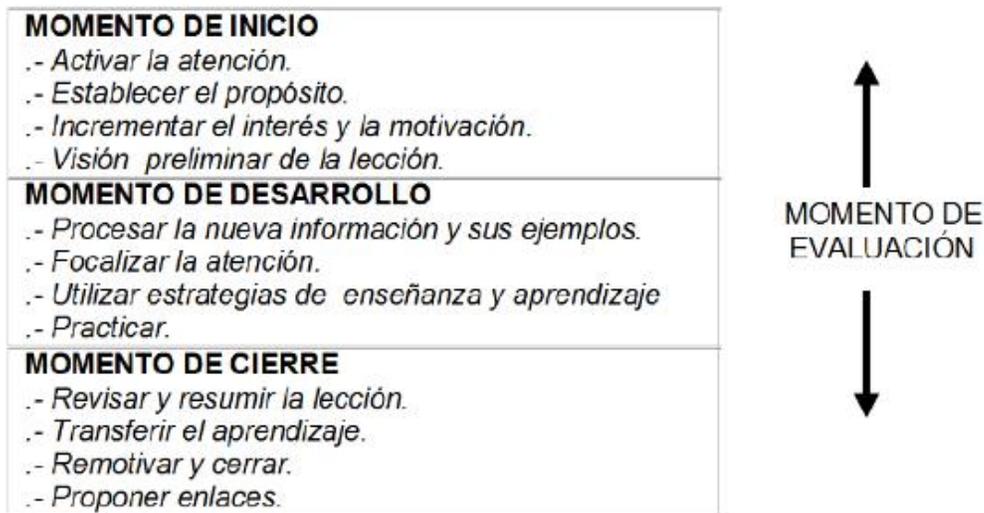
Para Valle et al. (1998) la importancia de las estrategias de aprendizaje radica en que se engloban recursos cognitivos y emocionales del estudiante como la disposición y motivación, que permean enormemente la forma en que el alumno se acerca al conocimiento y a diferentes estrategias para afrontarlo. Lo destacable de este concepto es que las estrategias de aprendizaje no

solo podrían significar un conjunto de acciones para llegar un fin, al contrario, es un cúmulo de experiencias que permean al estudiante y que implica la toma de decisiones para ajustarse a un objetivo en específico.

5.6 Estrategias didácticas

El enfoque lúdico y didáctico de las estrategias pedagógicas, está encaminado en palabras de Feo (2010) a procesos afectivos, cognitivos y procedimentales para la construcción de un aprendizaje significativo; en este sentido, el hecho de interactuar en un sistema de procedimientos deliberados permite entender al estudiante como un sujeto activo que adapta y transforma la información al contexto en que se encuentra. Este mismo autor, propone dentro del diseño de estrategias didácticas la generación de discursos y procedimientos dentro de un plano lógico, con el fin de que la audiencia y el mismo profesor encare las metas de aprendizaje establecidas, permitiendo la promoción y potenciación de habilidades específicas de la temática que se está tratando.

El enfoque didáctico permite en cierta medida la utilización de recursos y herramientas del espacio, por lo que esta acoge tanto métodos, como medios y técnicas (Jiménez y Robles, 2016). Es por ello que el docente debe construir metas y procedimientos basados en la individualidad de sus estudiantes con el fin de que ellos se sientan parte del proceso que están efectuando.

Figura 1*Modelo de secuencia didáctica*

Nota. Tomado de Estrategias Instruccionales, por Alfonzo, 2003

Para Díaz y Hernández (2002), a la hora de realizar una estrategia lúdico-didáctica, se debe realizar una secuencia, que, en el plano educativo incluye todas aquellas instrucciones divididas por momentos en los que se enfocan habilidades específicas para la consecución de la actividad; de esta forma, la realización de una estrategia de este tipo, debe contener momentos pre-instruccionales, co-instruccionales y post-instruccionales; el primero se enfoca en la aclaración de la actividad, de manera que se usan conocimientos previos, lluvia de ideas o agendas de trabajo. Por otro lado, el segundo momento, se enfoca en la conceptualización, y la identificación de la información relevante, de manera que el estudiante pueda generar sus propias conclusiones al respecto. Y por último el momento post-instruccionales, es la búsqueda de una aplicación del conocimiento adquirido, aquí los resúmenes, la aplicación de casos y la devolución del conocimiento se vuelven fundamentales para llevarlo a cabo.

5.7 Herramientas TIC

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son todos aquellos adelantos científicos en los ámbitos de la informática y las telecomunicaciones que han permitido el acceso, el intercambio, la producción y el tratamiento de información. Asimismo, Rodríguez (2011) las define como un conjunto de herramientas, equipos y programas informáticos que permiten la

compilación, el procesamiento, el almacenamiento y transmisión de información en forma de voz, texto, imágenes, videos y datos.

Con el fenómeno de la globalización y el desarrollo de nuevas formas de comunicación, las TIC se vuelven herramientas funcionales en los diferentes sectores de la sociedad, tanto en el sector productivo, económico, científico, cultural y educativo. En cuanto al uso de las TIC y su influencia en el aprendizaje estas se han visto como recursos interactivos y didácticos que fomentan la creatividad, el aprendizaje autónomo y la participación constante (Cavazos y Torres, 2016). Igualmente ofrecen múltiples posibilidades y escenarios de uso en el sector educativo, de acuerdo con Arteaga (2022) las tecnologías de la información y comunicación, cobran especial importancia en la educación, porque favorecen un aprendizaje en el que el estudiante es el principal protagonista, flexibilizando el tiempo, la comunicación y el fomento del pensamiento crítico.

No obstante, hay que tener en cuenta que su implementación en el medio supone un reto tanto para los docentes, empresas y las mismas tecnologías a implementar; esto debido a que no todas las instituciones cuentan con un personal que maneje estos programas o una estructura idónea que los soporte, como equipos, buenas redes, o aulas especializadas. En este sentido, del Valle et al. (2011) sostienen la idea de que la adaptación a las TIC, suponen cambios que en gran medida permitirán una nueva forma de acceder a la educación, pues supone una transformación a nivel estructural, en el que tanto el docente como el estudiante recibirán una alfabetización digital, en el que el aprendizaje activo, el acompañamiento, la resolución de problemas y flexibilización estarán presentes.

5.8 Enseñanza de la antropología

La antropología nació como ciencia social en la segunda mitad del siglo XIX; esta se ha venido transformando contextualmente, creando una gran variedad de escuelas que han permitido acceder al conocimiento de la sociedad de una manera profunda, basta y distinta. Es por ello, que la disciplina ha ido creciendo con los años, generando nuevos espacios de participación en el que los antropólogos han hecho de lo suyo para entender la sociedad o en términos de Marc Auge (2014) “asumir esa misión crítica no sólo en su propia sociedad, sino en el conjunto, aún proteico, al que llamamos mundo global” (p. 8).

Si bien, el cuestionarse la práctica de la antropología, ha sido un proceso que surgió con la disciplina misma, la crítica y su aplicación reflexiva ha sido la gran diferencia; esto debido a su cercanía con corrientes teóricas posmodernas que sugieren la condición política del ejercicio, estableciendo aquello que en algún momento se llamó “antropología de la antropología” concepto propuesto por Gerholm y Hannerz (1982) (García, 2008).

Achilli (2016) profundiza en el concepto de “enseñanza de la antropología” que confiere relacionar la disciplina con los procesos didácticos; tanto en la formación de docentes como en diferentes prácticas pedagógicas, posibilitando múltiples debates que harán enriquecer la formación en ambas líneas. Asimismo, se hace un énfasis en la “pedagogización de los conocimientos” como esa forma en la cual se articula el ¿qué? con el ¿cómo?; permitiendo una comprensión de los fundamentos epistemológicos propios de la disciplina y un desenvolvimiento de los mismos en el aula de clase, posibilitando una apropiación significativa y relacional.

De igual modo, esta autora considera que núcleos antropológicos como: la diversidad en la que se expresa la vida humana, el concepto de cultura, el quehacer etnográfico, la cotidianidad social, y la lógica sociocultural de los sujetos; son conceptos que ofrecen múltiples herramientas que posibilitan la creación de prácticas pedagógicas útiles, flexibles y diferenciadas a la hora de generar un proceso didáctico, pues permiten pensar de manera amplia múltiples posibilidades a la hora de entender la disciplina y relacionarla con otras perspectivas de la vida diaria (Achilli, 2016).

A propósito de entender las implicaciones de la enseñanza de la antropología Cerletti y Rúa (2016) analizaron relacionadamente el proceso formativo de los antropólogos y sus diferentes prácticas, permitiendo problematizar diferentes instancias de su enseñanza en distintos niveles; a raíz de esto, se identificó que la antropología tradicionalmente tiende a focalizarse en saberes disciplinares específicos, es por esto que se debe hacer énfasis en la búsqueda de prácticas significativas en donde “la construcción de conocimiento disciplinar se compone de la totalidad de nuestra experiencia profesional, sea esta de investigación, extensión o docencia” (Cerletti y Rúa, 2016, p. 126).

Por otro lado, se habla del proceso de construcción del conocimiento, como ese momento en el que experiencias y fundamentos epistemológicos se fusionan para crear una propia práctica de enseñanza en la que el sujeto por medio de la reflexión inconsciente genera una praxis dinámica de lo aprendido. Sinisi et al. (2016) proponen el concepto de “antropologizar la didáctica” como una forma en la cual se pueden retomar múltiples formas de aprender y constituir conocimientos

en las diferentes relaciones socioculturales; es decir, la gran diversidad de contextos en las que nos vemos inmiscuidos como profesionales no necesariamente se encasillan en una única forma de aprender, estas dinámicas mutan de acuerdo a las particularidades del alumno y al espacio físico-geográfico en el que se encuentra.

Retomando los planteamientos previos y teniendo en cuenta el contexto colombiano, no se encuentran suficientes reflexiones directas en cuanto a la enseñanza de la antropología en el país. No obstante, en múltiples investigaciones se denota una reconstrucción histórica de la creación de la disciplina y su incorporación en el núcleo académico universitario. Tal es el caso de Jimeno y Arias (2011) que analizan el enfoque de formación antropológica en distintos programas y universidades, reconociendo un eje transversal en distintas instituciones como lo es “el conocer y actuar sobre la realidad”.

Igualmente, Perdomo-Marín (2021) desde su posición de maestro como estudiante identifica algunas particularidades en la enseñanza de la disciplina en el país, las cuales indican un fuerte lineamiento hacia la magistralidad y el seminario alemán. En el primer caso, identifica que la mayoría de los estudiantes terminan por leer los textos después de la clase, por lo que no se realiza un ejercicio analítico y a consciencia, causando un aprendizaje parcial de los contenidos vistos y poca interactividad en el aula. Con respecto al seminario alemán, el estudiante debe preparar una exposición de un tema y su informe respectivo; muchas veces se le delega la función de enseñar al estudiante que aún no cuenta con las habilidades necesarias para interpretar y usar la información de los textos, causando algunas veces el aprender interpretaciones equivocadas sobre el material del curso.

5.8.1 Aprendizaje de la bioarqueología

Consolidada oficialmente alrededor de 1976 por la reunión de la Southern Anthropological Society, la bioarqueología puede considerarse como la investigación temática en integrativa del estudio de restos humanos en su contexto (Buikstra, 1981). Teniendo en cuenta las particularidades que le son propias, esta rama depende ampliamente del aprendizaje de un núcleo teórico como práctico, es por ello, que el uso de estudios de caso, el aprendizaje basado en problemas, la construcción de proyectos y la estrategia basada en la representación de la información; favorecen enormemente un ejercicio reflexivo del estudiante, interiorizando habilidades de análisis, interpretación, y aplicación del conocimiento (Colorado y Gutiérrez, 2016).

Asimismo, siguiendo la dinámica de la bioarqueología, es importante rescatar el concepto de aprendizaje significativo, en donde el estudiante podrá asociar la nueva información con conocimientos previos, esto se puede lograr de manera efectiva con el uso de herramientas o espacios "que fortalecen y soportan de manera evidente los contenidos que antes eran abstractos para los estudiantes; mediante las videografías de procesos biológicos, prácticas de laboratorio, observaciones de placas microscópicas en pantallas de alta resolución, entre otros" (Colorado y Gutiérrez, 2016, p. 149), además de favorecer una dinamización del conocimiento evitando la memorización.

La bioarqueología es multidisciplinar, es por ello que didácticas de aprendizaje de las ciencias naturales y de la salud, podrían aplicarse a sus casos de estudio; este sentido, la doctora Sarasa (2015) identifica algunas propuestas en la cual los estudiantes desarrollarán un aprendizaje situado en torno a la práctica social; la delimitación de contradicciones, la orientación de la búsqueda de información, la elaboración y proyección de juicios, la interpretación y argumentación de casos permitirá que los estudiantes cuenten con herramientas útiles a la hora de delimitar un problema al que se enfrentaran con la práctica, lo cual les permitirá la adquisición de experiencia.

Igualmente, Núñez y Rodríguez (2020) afirman que las didácticas empleadas por el docente deben estar encaminadas a un uso del método científico para identificar, comparar, cotejar y obtener información; es por ello, que se deben buscar alternativas en las que los estudiantes puedan dialogar entre visiones distintas de un mismo hecho y una dosificación controlada de la teoría y la puesta en práctica, favoreciendo el abordaje de "una realidad no contemplada y que pudiera ser crucial para la resolución de un caso" (Núñez y Rodríguez, 2020, p. 5).

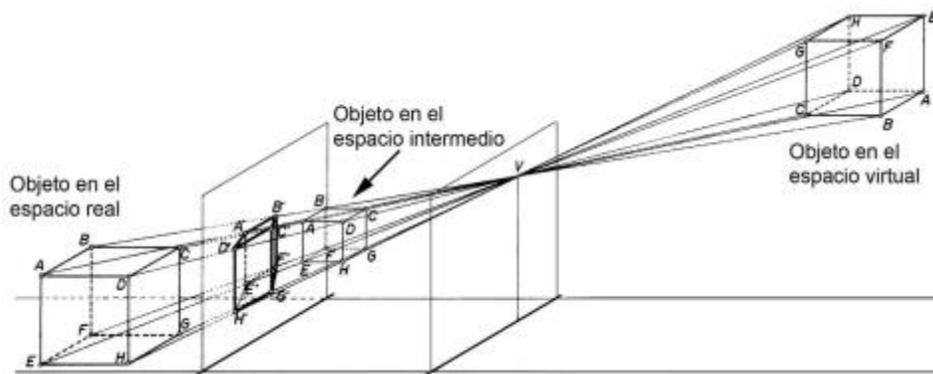
5.9 Fotogrametría

Es una técnica en la que por medio de fotografías se pueden deducir las particularidades físicas de un objeto, entre ellas áreas, volúmenes, longitudes, formas, texturas y en algunos casos colores (Braulio, 2005). La fotogrametría no es nueva, de hecho, sus principios de funcionamiento datan de un siglo atrás; no obstante, su aplicación sistemática a un proyecto en específico como lo es el levantamiento de planos y topografías hicieron de esta una herramienta reconocida en diversas áreas del conocimiento.

Entre sus principales componentes se encuentran las fotografías, que no son nada más que la recopilación de una perspectiva cónica de un objeto o superficie; en otras palabras, líneas de proyección de un objeto se juntan en un punto, permitiendo el reconocimiento de sus volúmenes (Beltrán y Beltrán, 2012). En su implementación como herramienta práctica, la fotogrametría funciona con base a la visión estereoscópica humana, una habilidad que permite la creación de imágenes tridimensionales a través de una visión binocular; en este sentido, tanto el cerebro como la técnica necesita de al menos dos imágenes distintas, con el fin de generar un traslapeo que defina profundidad, volumen y textura (Cárdenas et al., 2015).

Figura 2

Perspectiva cónica



Nota. La imagen representa como se manifiesta la visión del ojo humano, teniendo en cuenta la perspectiva cónica. Tomado de Enseñanza de la perspectiva cónica. Método en el espacio real, y su simulación en el espacio virtual, por Beltrán y Beltrán, 2012.

Si bien, sus principios fundamentales han sido aplicados desde hace un siglo, la fotogrametría se ha beneficiado en gran medida por avances tecnológicos en diversas áreas, lo que ha permitido que cada día a día se posicione como una herramienta útil y versátil. Las ideas detrás de estas técnicas se remontan incluso antes de la invención de la fotografía; artistas y pensadores como León Battista Alberti (1404-1472), Piero Della Francesca (1416-1492), Leonardo Da Vinci, (1452-1519) y Albrecht Dürero (1471-1528); trabajaron los principios de la perspectiva y la geometría proyectiva (Vallejo, 2011), fundamentos esenciales de la fotogrametría actual.

Hacia 1840, el francés Dominique François Jean Arago (1786-1853) comenzó a implementar el daguerrotipo en el ámbito científico, lo que ayudó a popularizar la fotografía como un medio para capturar con precisión imágenes de objetos y paisajes (Davidson, 2010). En 1849,

Aime Laussedat “padre de la fotogrametría” utilizó la fotografía para realizar un estudio arquitectónico en perspectiva del “Hotel des Invalides” (Mezydło, 2017). Fue ya alrededor de 1867, que Albrecht Meydenbauer (1834-1921) y Otto Kersten (1839-1900) acuñaron el término (Albertz, 2007), y empezaron a explorar la fotogrametría en áreas como la protección al patrimonio arquitectónico y a crear nuevos lentes que les permitiera cumplir a cabalidad esta función.

En 1903, con la invención del avión, se facilitó la toma de imágenes aéreas, favoreciendo la documentación de grandes extensiones de terreno. Dos décadas después, en torno a 1921, Reinhard Hugershoff (1882-1941) inventó el primer restituidor analógico, facilitando el trazado de mapas y planos a través de la medición de segmentos estereoscópicos de fotografías aéreas (García, 2014). Otro desarrollo relevante fue la patente de Kodak en 1940 para la primera película de falso color, que es “la visualización combinada de dos o tres imágenes monocromáticas tomadas del mismo objeto en diferentes longitudes de onda o que muestran variaciones de algún tipo” (Malin, 2007, p. 533), lo que permitió proporcionar información adicional y resaltar características específicas de las imágenes aéreas.

Con la tecnología de 50’s se empezaron a utilizar otras herramientas como las imágenes satelitales y los plotters analíticos que mejoraron en una gran medida la calidad y eficiencia de la recopilación de datos, así como en la generación de información geoespacial precisa. Fue en 1963 que se sentaron las bases de la fotogrametría contemporánea con el desarrollo de la visión artificial, que desarrolló sistemas y algoritmos únicos que les permitieron a las máquinas comprender el mundo a través de fotografías (DariahTeach, s.f).

5.9.1 Etapas de la fotogrametría

Teniendo en cuenta que fue una técnica que tuvo sus inicios alrededor de 1858, se hace importante considerar sus diferentes etapas de desarrollo, ya que cada una de ellas aportó lo necesario para crear la herramienta que actualmente se usa y está mejorando. La primera etapa es conocida como la *fotogrametría analógica*, caracterizada por la “utilización de aparatos de restitución ópticos o mecánicos. En este proceso se aliena las imágenes para después crear un modelo estereoscópico nivelado y escalado” (Chirivella, 2022 párr. 8), esta se enfocó principalmente en el uso topográfico y arquitectónico, fue de vital importancia en la época porque permitió una exploración a profundidad del planeta.

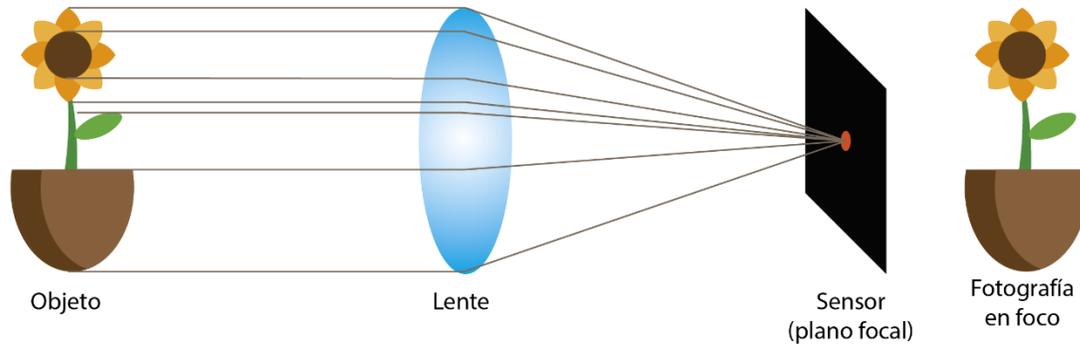
La segunda etapa se denominó *fotogrametría analítica*, en la cual la aparición de la red y los ordenadores fueron punto clave para su manifestación en el medio, esta fase a diferencia de la anterior funciona mediante el procesamiento de códigos matemáticos y componentes eléctricos, por lo que era más rápida y tenía análisis más precisos (Quirós, 2014).

La tercera etapa es la *fotogrametría digital*, que proporciona la posibilidad de realizar operaciones automáticas o semiautomáticas para el procesamiento de fotografías. Esta se caracteriza por ejecutar softwares que permiten la optimización de las imágenes digitales, creando un acoplamiento que servirá dependiendo de su función para su posterior modelado. Debido a su carácter flexible esta técnica fotogramétrica es la más extendida, pues abre la posibilidad de usarse en distintas disciplinas sin tener que usar mucho material.

5.9.2 Principios básicos de la fotogrametría

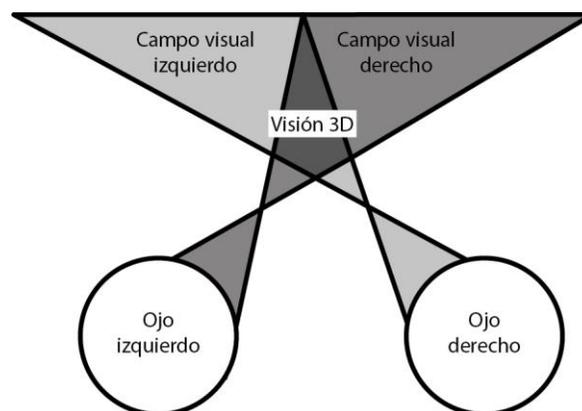
5.9.2.1 Geometría de la visión.

En Fotogrametría, la geometría de la visión permite realizar mediciones precisas a la hora de reconstruir una escena; en este sentido, se pueden identificar características propias de un objeto como su posición, su forma, tamaño, orientación y ubicación en el espacio; hoy en día esta información se procesa en softwares especializados, identificando el objeto, el punto de enfoque y la imagen del objeto en el sensor de la cámara, que al unirse proveen una medición gráfica a distancia incluso sin que exista contacto físico con el objeto (Pix4D S.A., 2022).

Figura 3*Enfoque. Geometría de la visión*

Nota. La imagen representa el enfoque en una imagen y sus componentes.

5.9.2.2 Triangulación. Es un método utilizado para determinar la posición tridimensional de un punto a partir de dos imágenes de distintas perspectivas, tal y como funciona la visión estereoscópica humana; la triangulación implica hallar el espacio de intersección entre las llamadas “líneas de vista” (Mubanga, 2022).

Figura 4*Visión estereoscópica*

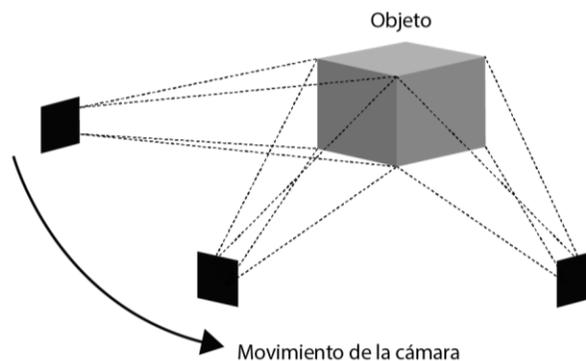
Nota. La imagen muestra cómo funciona la visión estereoscópica humana y como este principio se aplica a la triangulación en fotogrametría.

5.9.2.3 Paralaje.

Es la diferencia en la apariencia de un objeto o cosa, dependiendo del punto en que se observe. En este sentido, en la fotogrametría se evidencia en la forma y posición de los objetos en la imagen que se está procesando; permitiendo la identificación de puntos clave en el espacio para su futura reconstrucción (Mubanga, 2022).

Figura 5

Paralaje



Nota. En la imagen se muestra el proceso de toma de fotografías desde distintos ángulos

5.9.2.4 Calibración de la cámara.

La calibración de cámara es un procedimiento necesario, pues gracias a ello se obtienen imágenes de mejor calidad a la hora de generar información para el procesamiento de los modelos; aunque si bien depende mucho del software en que se esté trabajando y sus bondades, en general para una buena fotografía se debe valer de:

- **Velocidad de obturación:** Es el tiempo en el cual el sensor de la cámara recibe la luz para la exposición de la imagen; si se está fotografiando objetos estáticos, una velocidad de obturación lenta de $1/60$ o menos, estaría perfecta para permitir suficiente luz y un mejor detalle de sombras. Por otro lado, si se está fotografiando objetos en movimiento es recomendable velocidades de al menos $1/250$ por segundo para que se pueda captar la máxima cantidad de luz posible y se obtenga mayor nitidez en la imagen (del Río, 2021).

- **ISO:** También llamada sensibilidad, se define como la capacidad que posee el sensor de la cámara para detectar la luz (Fernández, 2018). En este punto se hace importante configurar la cámara de tal manera que no haya un exceso de blancos, no obstante, al ser principiantes, se recomienda dejarlo en modo automático.
- **Apertura del diafragma:** Es la cantidad de luz que la cámara dejara pasar hasta el sensor. En este sentido, se recomienda usar aperturas intermedias que no desenfocan o pierdan los detalles puede ser entre $f/8$ a $f/1$.
- **Ángulo del objetivo:** Se refiere al campo de visión del lente; para estructuras arquitectónicas o paisajes se recomienda el uso de una gran angular que permita abarcar un área grande de visión; mientras que para objetos pequeños o con muchos detalles se recomienda teleobjetivos que capturan detalles finos (Toledo, 2010).
- **Distancia focal.** Se refiere a la capacidad del lente en acercar o alejar un objeto en la imagen. La escala de la fotografía es directamente proporcional a la distancia focal, por lo que esto influirá enormemente en la reconstrucción 3D. Se recomienda la utilización de lentes de 50 mm, ángulo de 45° para eliminar gran parte de distorsiones (del Río, 2021).

5.9.3 Cámara y equipos

Los proyectos de fotogrametría se pueden realizar con cualquier cámara; sin embargo, para obtener buenos resultados se requiere como mínimo una resolución de 12 megapíxeles; si se busca un mayor nivel de detalle y nitidez, se recomiendan equipos con una resolución mayor, generalmente entre 24 o 36 megapíxeles. Algunas de las cámaras más utilizadas para este tipo de trabajos son la Canon 6D y la Nikon D750, ambas de cuadro completo (FX), que ofrecen una alta calidad de imagen con una menor cantidad de fotografías a la hora del modelado. Las cámaras DSLR también son una buena opción, pues proporcionan buenas imágenes a un precio más bajo que las anteriores.

Otra opción a considerar es el uso de drones, los cuales son recomendados para fotografiar objetos de gran tamaño, como paisajes, edificios o extensiones de terreno. Los drones permiten capturar imágenes desde una perspectiva aérea, de manera rápida y eficiente; además, de que muchos cuentan con sistemas que brindan datos geospaciales precisos que permiten una mayor exactitud en la reconstrucción digital.

En cuanto a otros equipos, es importante contar con trípodes que nos permitirán una mayor estabilidad a la hora de tomar las fotografías; de igual forma, se recomienda el uso de un set de luces, sobre todo cuando se toman objetos pequeños, con el fin de resaltar texturas y detalles y controlar al máximo el entorno en donde se encuentra nuestro objeto. Si bien, la toma de fotografías a objetos móviles se puede realizar fácilmente con la cámara y un buen trípode, el uso de una base giratoria facilitará la captura consistente de imágenes en distintos ángulos, además de minimizar el error humano y la generación de puntos ciegos.

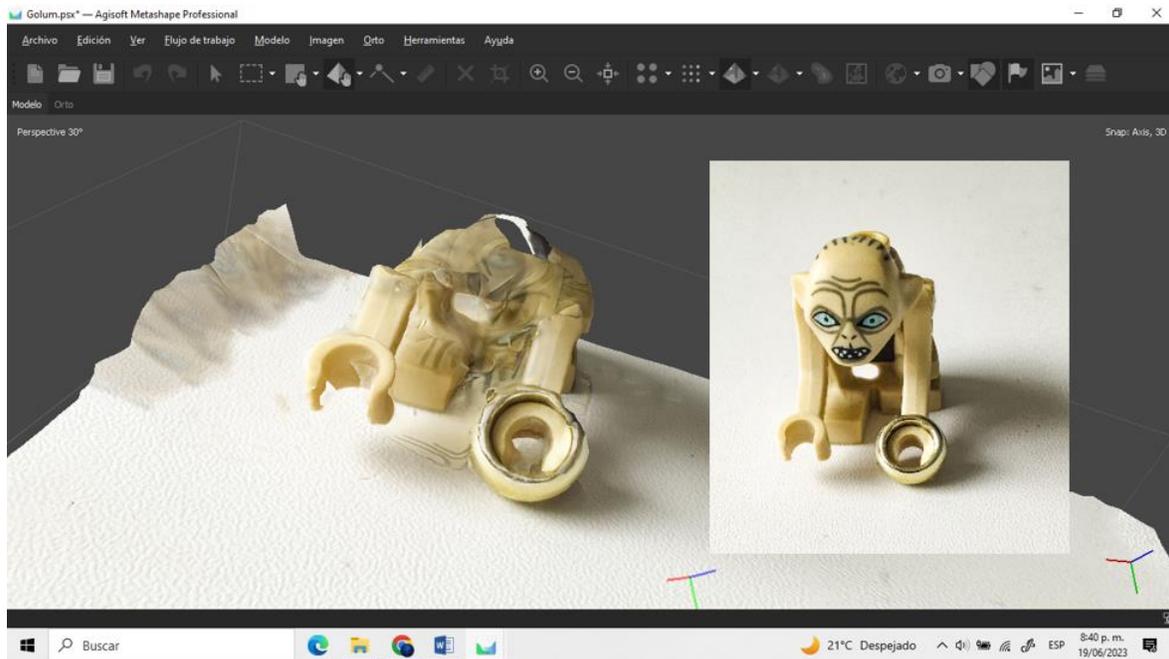
5.9.4 Proceso de captura de imágenes

Es la fase más importante y problemática en todo el proceso de fotogrametría, pues esta exige ciertas condiciones para que el objeto a capturar sea representado de la mejor manera. Entre muchos de los errores que pueden surgir, los más comunes son la mala calidad en las imágenes, pues esto tiende a dificultar el procesado de las mismas, generando reconstrucciones poco precisas o deformes; en este sentido, es importante recordar tener una buena iluminación que permita la detección de detalles y la extracción precisa de puntos de referencia a la hora de emparejar las fotografías correspondientes.

Por otro lado, se recomienda no retratar objetos en fondos blancos, sobre todo si no se cuenta con experiencia en el área de fotografía; esto debido a que se pueden causar reflexiones y brillos no deseados al objeto, creando áreas sobreexpuestas, pérdida de detalles y dificultad en la segmentación y detección de bordes, generando confusión entre el objeto y el fondo. Es por ello, que se aconseja el uso de un fondo de contraste que facilite la detección de puntos clave en las imágenes y una reducción de superposiciones entre objeto y fondo.

Figura 6

Objeto en fondo blanco



Nota. La imagen muestra la reconstrucción 3D de un juguete sobre un fondo blanco. Al parecer el fondo se mezcló con parte del objeto dificultando el modelado de parte del rostro y las piernas.

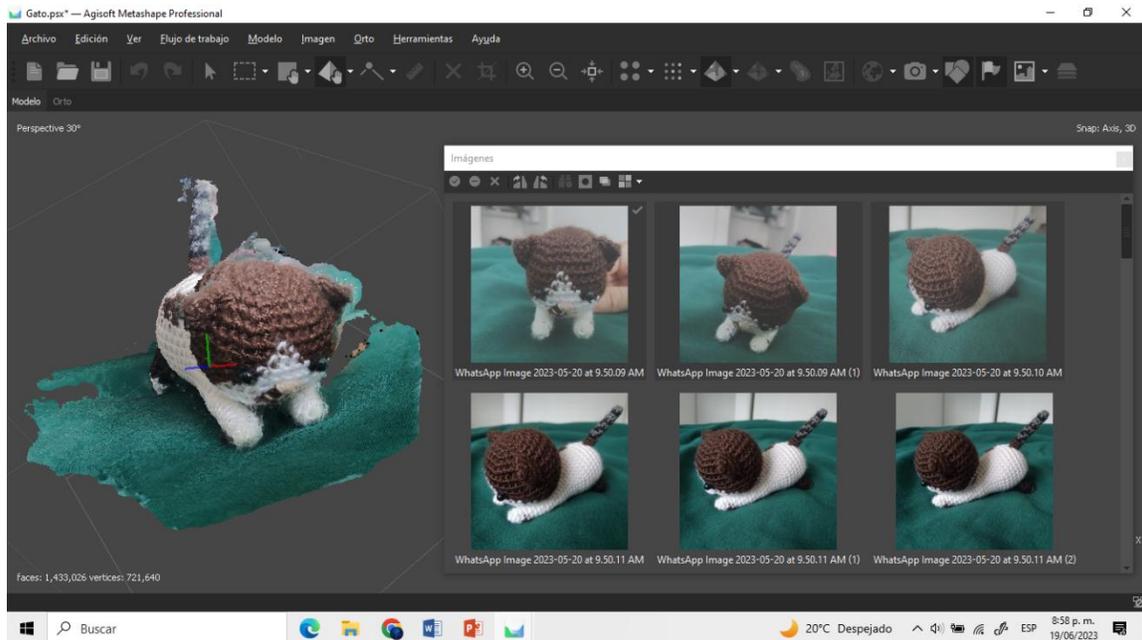
Uno de los principales desafíos a la hora de realizar procesos de fotogrametría es la toma de fotografías a objetos brillantes tales como, metales y cristales; pues poseen propiedades reflectantes que pueden generar áreas de brillo tanto al objeto como al ambiente, dificultando la toma de detalles como las texturas y las áreas de contraste. De acuerdo con Nicolae et al. (2014) se pueden evitar los brillos especulares del objeto con la utilización de lámparas frías y la aplicación de filtros de polarización circular en el objetivo de la cámara y las lámparas, permitiendo un aumento en el contraste y saturación, reducción de la neblina y reflejos. Igualmente, el geógrafo Cano (2019) recomienda el uso de pegatinas, lacas antirreflejo y pinturas neutras, no obstante, reitera la planificación y el uso consciente de los recursos dependiendo de lo que se esté retratando, dando prioridad a la integridad del objeto, conociendo las limitaciones del mismo y del entorno en el que se encuentra a la hora de realizar este proceso.

Por otro lado, la toma de fotografías desde diferentes ángulos y posiciones permitirá que el proceso de superposición genere una representación precisa de lo que se está retratando, texturas, bordes y puntos clave a la hora de generar correspondencias únicas y precisas en el objeto. Se

recomienda una superposición mínima del 60% y 80% de la imagen con el fin de generar resultados más satisfactorios. La falta de fotografías, generará pérdida de información y de puntos de coincidencia dificultando la estimación de la geometría del objeto, su posición y orientación en el espacio.

Figura 7

Superposición de imágenes



Nota. La imagen muestra la reconstrucción 3D de un peluche, en el cuál se usaron 34 fotos desde distintas posiciones y ángulos. El objeto no se reconstruyó en su totalidad, pues varias fotografías no se pudieron orientar en el modelo.

5.9.5 Procesamiento de imágenes

Una vez se tienen las imágenes correspondientes, es necesario procesarlas en un software especializado que genere una nube de puntos, que no es más que un banco de datos que define la geometría exacta del objeto que estamos analizando. El software automáticamente realiza operaciones matemáticas que le permiten identificar en corto tiempo puntos de interés de la imagen como esquinas, sombras, texturas y bordes, además, de realizar la triangulación que permite determinar la posición en el espacio y la ubicación potencial del objeto en un plano tridimensional.

Posteriormente, con la nube de puntos ya establecida, se puede generar la malla, que es un proceso en el cual se puede obtener un modelo tridimensional más detallado; permitiendo una

mejor visualización, análisis y manipulación. El desarrollo de estos últimos pasos, va ligado enormemente a la capacidad del equipo que lo está procesando, pues puede variar la calidad del modelo dependiendo del procesador, capacidad de RAM y tarjeta gráfica que posea el PC; en este sentido, se recomienda procesar el modelo en calidad media, de manera que se pueda manipular fácilmente en todas sus instancias.

5.9.6 Softwares de fotogrametría

La disponibilidad de modelos aceptables a partir de imágenes capturadas con celulares, son un claro ejemplo de que la fotogrametría se ha estado implementando en diversas áreas de la vida cotidiana; por esta razón, hoy en día se puede encontrar en el mercado diferentes softwares y aplicaciones tanto pagos como gratuitos, que prometen procesar y generar modelos tridimensionales de gran calidad.

Entre los softwares comerciales más destacados, se encuentra Agisoft Metashape el cual se caracteriza por el procesamiento de imágenes digitales y la generación de datos 3D, con posibilidad de ser usados en programas SIG. Otro software reconocido es PIX4D, que aparte de generar modelos tridimensionales con gran precisión, su plataforma tiene un entorno amigable que hace más sencilla su aprehensión y uso, sobre todo si se aplica a la fotogrametría aérea. Asimismo, Autodesk ReCap es un programa caracterizado por su integración en flujos de trabajo compuestos en los que se puede realizar nubes de puntos, malla, procesamiento de escaneos láser, y Auto Cleanup limpieza de puntos no deseados (Revista All3DP, 2022).

Igualmente, si se buscan programas de descarga gratuita, se encuentra COLMAP un software libre que permite reconstruir objetos 3D de forma automática mediante una o varias fotografías; una de sus principales características, es que fue desarrollado por investigadores, por lo que tiene herramientas avanzadas que permitirán mapas de puntos de gran calidad. Otro software característico es MeshLab, que se complementa bastante bien con COLMAP, pues a diferencia del anterior, este permite limpiar y generar mallas tridimensionales de gran calidad.

5.9.7 Aplicaciones de la fotogrametría

La técnica de fotogrametría es una herramienta muy versátil, debido a que se puede utilizar en diversas áreas del conocimiento para obtener información precisa a través de imágenes. Entre sus principales aplicaciones se encuentra el área de la cartografía y topografía en donde desempeña

un papel crucial a la hora de capturar información de la superficie terrestre elaborando, mapas topográficos, MDT detallados y estudios de cambio del terreno (Universidad de Murcia, s.f).

En el caso de la arquitectura y la construcción, su uso más extendido es en la representación de las fachadas o alzados de edificios y estructuras históricas (Manea y Calin, 2006) donde se pueden documentar para su futura restauración, renovación y mantenimiento; de igual manera, también se utiliza para una visualización realista y completa del diseño, en el que se puede supervisar su desarrollo y evolución a lo largo de la obra.

Asimismo, la fotogrametría también se puede emplear en áreas como la agricultura de precisión, minería y gestión de recursos naturales, donde el uso de drones y cámaras de alta resolución se vuelven fundamentales a la hora de generar modelos de gran importancia industrial, pues aparte de recuperar con gran detalle las características del medio, permiten una planificación efectiva y una evaluación de la rentabilidad generando una respuesta rápida y eficaz que minimice pérdidas y daños.

Por otro lado, en el área del diseño y los videojuegos, la fotogrametría se vuelve una herramienta interesante a la hora de generar entornos realistas y detallados que aumentan significativamente la inmersión y la experiencia del jugador. Gracias a esta técnica, los equipos artísticos han podido generar entornos cuya producción está bastante avanzada por lo que se ahorra tiempo y recursos que cuando toca diseñarlos desde cero (Hodgson, 2019).

5.9.8 *Fotogrametría y antropología*

Aunque suele usarse como una herramienta de apoyo a las técnicas tradicionales, la fotogrametría actualmente cuenta como un procedimiento importante a la hora de generar documentación gráfica pues permite representar de una forma sencilla, precisa y eficaz todo el proceso de excavación y recuperación de restos óseos y materiales, además de ser un fuerte apoyo visual a la hora de generar espacios de divulgación para el público y especialistas.

La fotogrametría en la arqueología se desempeña como una técnica no invasiva ya que no requiere una manipulación directa de objetos o sitios de interés, en este sentido, esto se suma como una ventaja frente a métodos tradicionales que, a pesar de promover la recuperación, es inevitable la pérdida de ciertas características contextuales y estructurales del medio;

Es por ello que como disciplina científica hemos perseguido mejorar la metodología de registro de información, de modo que la cantidad y calidad de información sacrificada en las intervenciones resultaran la mínima posible. En dicha tarea la imagen fotográfica ha tenido un papel imprescindible. (Romero y Martín, 2017, p. 21)

Teniendo en cuenta lo anterior, la fotogrametría se muestra ante los antropólogos como una herramienta alternativa que ha facilitado el trabajo de documentación y análisis de la información; para Charquero (2016) la fotogrametría supone una ventaja frente al dibujo análogo (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), pues permite ahorrar tiempo en campo además de poseer una alta sensibilidad al detalle lo que posibilita un registro más eficiente.

Tabla 2

Dibujo a mano VS Documentación fotogramétrica

	Dibujo a mano	Fotogrametría
Tiempos en campo	69 minutos	17 minutos
Tiempos en laboratorio	50 minutos (calco en AutoCAD)	65 minutos (23 minutos en restitución de la ortofoto y 42 minutos de calco en AutoCAD)
Total tiempos	119 minutos	82 minutos
Costes	Arqueólogo dibujante	Arqueólogo fotogrametrista
Documentación	Calco con error	Ortofoto y calco sin error

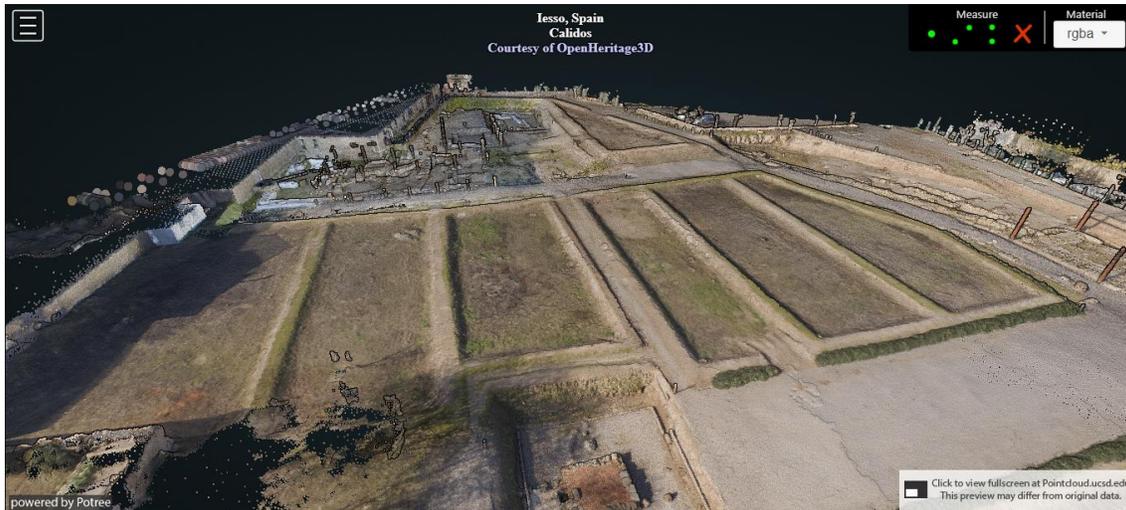
Nota: Adaptado de Alonso et al. (1994).

En lo que respecta a la divulgación, la fotogrametría emerge como una herramienta con un gran potencial a la hora de proporcionar una representación precisa y atractiva de objetos, sitios y bienes patrimoniales; todo esto mediante la combinación de técnicas y tecnologías como la realidad virtual (RV), la realidad aumentada (RA), los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la colaboración en línea e incluso la generación de modelos de simulación y reconstrucción. De acuerdo con Paradis et al., (2019) actualmente se está en una era en la que las tecnologías brindan al antropólogo nuevas formas de abordar las investigaciones, interpretaciones y comunicación con el medio (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), pues han permitido probar diferentes

hipótesis, combinar varios tipos de datos y crear un paisaje cercano a la topografía y algunos contextos del pasado, permitiendo una democratización de los datos recopilados y una interacción fortuita entre colegas, comunidades locales y público general.

Figura 8

Modelo fotogramétrico tridimensional



Nota. La imagen muestra la reconstrucción 3D del Parque Arqueológico IESSO en España. Tomado de IESSO Archaeological Park, por Open Heritage 3D, 2021

Las continuas mejoras en campos tecnológicos como la fusión de sensores, la visión artificial, la automatización de procesos y nuevos algoritmos (Maté-González et al., 2019), han permitido el surgimiento de nuevos enfoques de la fotogrametría. En el caso del análisis de restos óseos investigadores comienzan a implementar la microfotogrametría, una subdisciplina de la fotogrametría enfocada en capturar y analizar objetos pequeños con alta precisión. Antinozzi, et al. (2021) afirman que la fotogrametría de precisión (también llamada microfotogrametría), ofrece la posibilidad de obtener las coordenadas tridimensionales (3D) de un objeto a partir de imágenes digitales bidimensionales (2D) de forma rápida, precisa, fiable, flexible y económica.

En este sentido, la bioarqueología puede valerse de esta herramienta en la documentación de características microscópicas, como líneas de crecimiento, porosidades, microtraumas etc. Asimismo, la integración de la fotogrametría con otras tecnologías como la incorporación de imágenes digitales y la extracción de datos, abre las oportunidades para el uso del machine learning y la inteligencia artificial, en estudios de modificación ósea (Yezzi-Woodley et al., 2022) en la

automatización de la identificación, en el etiquetado de características anatómicas (Bhatla et al., 2023), en la identificación de patrones específicos de patologías y lesiones, entre otras.

6 Metodología

El siguiente trabajo se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, lo cual permitió contextualizar las necesidades específicas de los alumnos en el aprendizaje de la bioarqueología, tanto a nivel teórico como práctico. Igualmente, al tratarse de un proceso interpretativo, reflexivo y flexible, se lograron compaginar técnicas como la entrevista semiestructurada, grupos focales y alternativas didáctico-pedagógicas como talleres.

Asimismo, entendiendo que el desarrollo de una propuesta pedagógica, incluye objetivos de aprendizaje, un reconocimiento de los estudiantes, la implementación de estrategias, actividades y una evaluación, se decidió complementar el enfoque cualitativo con el modelo de investigación acción, el cual acuerdo a Rodríguez (2005), su principal característica es que los investigadores son participes críticos de su propia práctica y contexto; en este sentido, el modelo permitió desarrollar una reflexión minuciosa del tema y sus posibles mejoras, mediante la implementación de ciclos: los cuales posibilitaron el desarrollo de un plan de acción, su observación sistemática y una reflexión activa sobre las propuestas realizadas. De acuerdo a lo anterior, los ciclos de la presente investigación están dispuestos de la siguiente manera:

- **Ciclo 1:** (Adquisición de herramientas, conocimientos y material de apoyo)
- **Ciclo 2:** (Caracterización de la población)
- **Ciclo 3:** (Generación de propuesta)
- **Ciclo 4:** (Organización y reflexión)

6.1 Ciclo 1 (Adquisición de herramientas, conocimientos y material de apoyo)

Este ciclo se implementó con el fin de adquirir los conocimientos necesarios para la realización de la propuesta, es por ello que se ahondó en la búsqueda documental, además de asesorías y cursos gratuitos que permitieron sacar el suficiente material para la elaboración de la misma. En este sentido, se requirieron dos tipos de conocimientos, uno técnico y uno teórico que se complementaron netamente a la hora de generar un ejercicio práctico y aplicado.

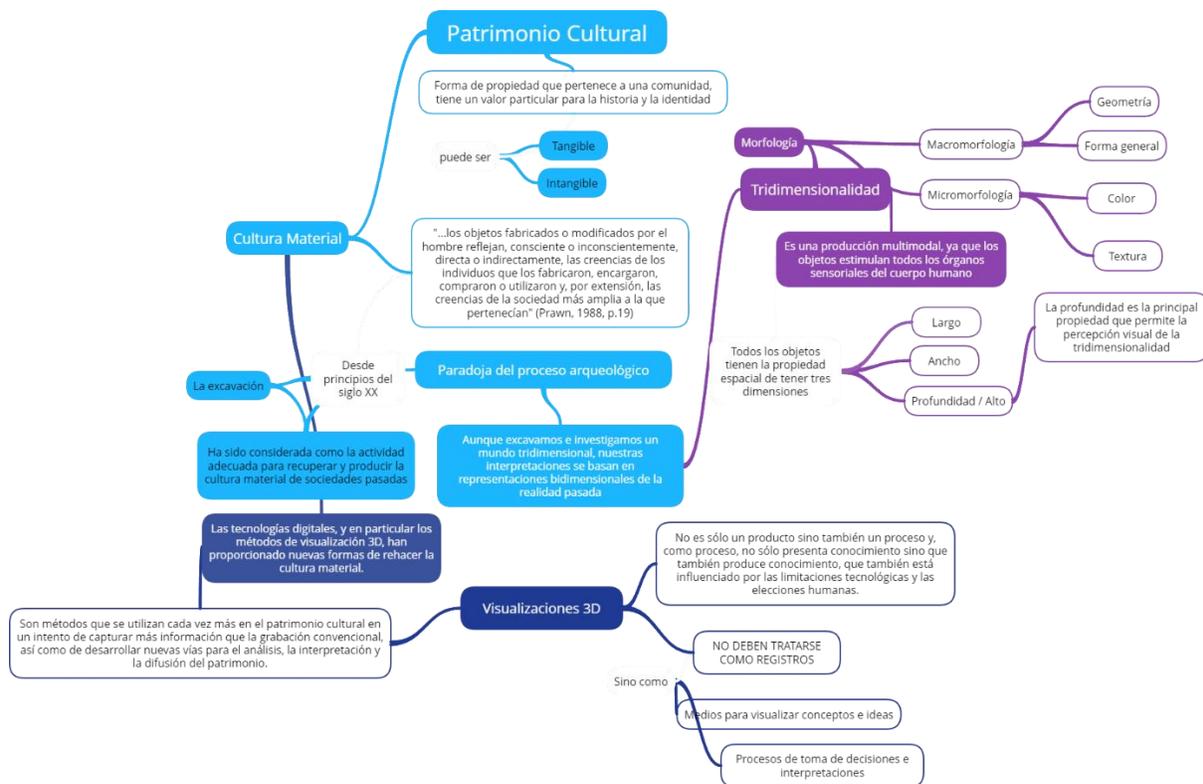
En cuanto al conocimiento técnico, se generó una bitácora en la que se documentó de manera sistemática, los aciertos, dificultades y posibilidades en los ejercicios exploratorios, tanto en el manejo de softwares (en este caso Agisoft Metashape, Adobe Photoshop y Adobe Illustrator)

como en la captura y procesamiento de las imágenes. Por otro lado, en el conocimiento teórico se abordaron temáticas como el aprendizaje, la didáctica y su aplicación al aprendizaje de la bioarqueología.

Un recurso importante para este ciclo fue la asignatura de Fotogrametría ofertada en el departamento de antropología en semestre 2023-1, en la cual se pudo obtener una visión general del método y su importancia en la antropología. Allí se realizaron diferentes ejercicios práctico teóricos que permitieron desarrollar las habilidades técnicas necesarias. Por otro lado, el curso gratuito ofertado por la plataforma #dariahTech permitió profundizar de manera rápida y dinámica en la reconstrucción 3D de la cultura material, sus aciertos dificultades y futuro.

Figura 9

Patrimonio, cultura material y tridimensionalidad



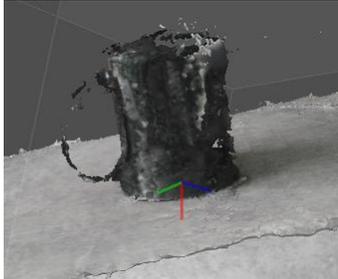
Nota. Mapa conceptual resumen unidad 1. Plataforma DariahTech.

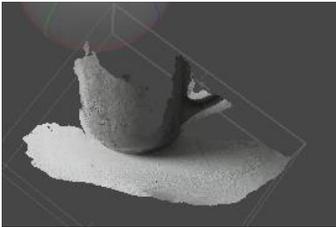
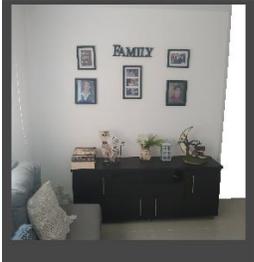
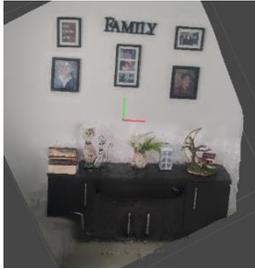
Con el fin de caracterizar los ejercicios de prácticos de aprendizaje y evaluar su progreso, se implementó una estrategia de individualización basada en el protocolo desarrollado por Ventura (2022). Este protocolo posibilita la identificación de diversos aspectos fundamentales como el

número de fotografías capturadas, el tiempo de procesamiento y, por último, el resultado obtenido. A través de esta estrategia a largo plazo, no solo logró evaluar la calidad del modelo, sino también la búsqueda de fundamentos, formatos, técnicas y recursos esenciales para mejorar la calidad de los mismos.

Tabla 3

Resumen Protocolo ejercicios prácticos realizados

Pieza	Fotografías	Características	Tiempo de procesamiento	Resultado
	17	Cámara Redmi 7. Resolución 2250 x 4000 Fondo blanco	12 minutos	
	37	Cámara Redmi 7. Resolución 1500 x 1500 Fondo oscuro, contrastante	31 minutos con 6 segundos	
	52	Cámara Redmi 7. Resolución 1500 x 1500 Fondo blanco contraste	18 minutos con 15 segundos	

	20	Cámara Redmi 7. Resolución 3000 x 3000	13 minutos con 4 segundos	
	15	Cámara Redmi 7. Resolución 3000 x 1640	11 minutos con 21 segundos	
	30	Cámara Redmi 7. Resolución 3000 x 3000	2 horas con 15 minutos con 4 segundos	
	61	Cámara Redmi 7. Resolución 3000 x 3000	4 horas con 10 minutos con 46 segundos	
 <p data-bbox="207 1602 444 1661">No se tiene fotografía completa del modelo.</p>	150	Cámara iPhone 11 Resolución 4032 x 3024	3 horas con 5 minutos con 29 segundos	

	78	Cámara Redmi 7. Resolución 720 x 1280	33 minutos con 53 segundos	
		Luz natural		
	8	Cámara Redmi 7. Resolución 1500 x 1500	12 minutos con 15 segundos	
		Luz natural, superficie reflectante		

Nota: Este es un pequeño resumen de algunos de los ejercicios prácticos realizados y sus particularidades.

6.2 Ciclo 2 (Caracterización de la población)

Teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos en la fase anterior, se realizó una caracterización de la población para comprender mejor hacía quien va dirigida esta propuesta de herramienta. Es por ello que se usó la entrevista semiestructurada pues de acuerdo con Folgueiras (2016), permite centrar el tema en un eje específico y al mismo tiempo contar con diversos matices.

En este sentido, se realizaron 6 entrevistas a estudiantes de antropología de la Universidad de Antioquia, la principal característica de esta pequeña muestra es que todos tiene un gusto en común por la arqueología y la antropología biológica, más específicamente en el área de bioarqueología. La entrevista se caracterizó por tener 11 preguntas, las cuales eran flexibles y de carácter anónimo, cada una de ellas se demoró alrededor de 20 minutos y se le explicó al

participante que todo era con fines académicos, y que, si en algún momento quería abandonar la investigación, estaba en todo su derecho y podría hacerlo en cualquier momento.

- ¿En qué semestre va de la u?
- ¿Qué materias se le han dificultado más? ¿Porqué?
- ¿Cómo se le hubiera facilitado más esas materias?
- ¿Cuáles han sido las materias que más le han gustado? ¿Porqué?
- Un método o actividad que hayan implementado en una clase y que le haya gustado mucho.
- ¿Cómo se siente ya que se va a graduar pronto?
- ¿Se siente preparado para hacer un trabajo en laboratorio o en campo?
- ¿Siente falencias en algún aspecto?
- ¿Qué piensa del manejo de softwares y aplicaciones para algunos temas en antropología?
- ¿Le gustaría haber aprendido o aprender a manejar un software u otras herramientas tecnológicas para investigación u otros proyectos en antropología?
- ¿Qué consejos les daría a sus colegas de primeros semestres frente a la carrera?

Con los datos recopilados en estas entrevistas, se realizó una matriz en la que se identificaron patrones y características compartidas entre los participantes, lo que contribuyó a una comprensión significativa de las necesidades y perspectivas de los mismos, sentando las bases para un enfoque más estructurado y eficaz en el desarrollo del taller.

Tabla 4*Matriz de entrevistas*

	No hay un balance entre lo teórico, metodológico y práctico.
Cosas que dificultan el aprendizaje de un estudiante en una asignatura	No hay un acompañamiento genuino del profesor
	Es poco didáctica
	Se habla poco de su aplicabilidad en el medio
	Metodologías prácticas e innovadoras
Cosas que agradan al estudiante de las asignaturas	Un aprendizaje más allá de los textos
	Dinámicas didácticas, generalmente que lleven a poner en práctica lo aprendido
	Flexibilidad a la hora de aprender, otros métodos de evaluación Métodos cuantitativos, enfocados a la creación de proyectos
Falencias comunes	Lo práctico, manejo de técnicas y herramientas, trabajo en campo y laboratorio.
	Un elemento que falta actualmente en la formación y muy necesario para el mercado actual
Opinión frente a las herramientas tecnológicas	Una herramienta que facilita los procesos tanto en el registro, como desarrollo, análisis y divulgación.

6.3 Ciclo 3 (Generación de propuesta)

En este ciclo se puso en práctica todos los conocimientos obtenidos en los ciclos anteriores, con el fin de crear una propuesta eficiente y creativa que les permitiese a los estudiantes profundizar ciertas temáticas de interés en el ámbito de la bioarqueología. Dado que el taller se realizó a estudiantes pertenecientes al semillero Osseum Logos, se adaptaron las circunstancias y los materiales al contexto. Igualmente, se realizaron 3 reuniones con la líder del semillero, con el fin de conocer un poco a los estudiantes al que iba dirigido el taller, las líneas de investigación que estaban abordando y el enfoque que se quería usar. Dado que los estudiantes no tenían conocimientos previos de fotogrametría, el taller se hizo como una introducción a la técnica y sus usos en la bioarqueología.

Teniendo en cuenta que algunos integrantes de semillero venían trabajando con la curaduría de algunos restos óseos del Museo Universitario Universidad de Antioquia (MUUA), se hizo una

petición formal a los estudiantes para identificar si se podrían trabajar con los mismos; al igual que al MUUA para prestar las instalaciones para la realización del ejercicio. El taller se adaptó de forma que se pudiera dar en aproximadamente 2 horas con una participación de alrededor de 11 estudiantes, en la generación de su propio modelo.

Figura 10

Taller de fotogrametría con los integrantes del semillero



Nota. Asistentes al taller de fotogrametría.

6.3.1 Propuesta pedagógica Taller

La fotogrametría es una técnica en la que por medio de fotografías se pueden crear modelos tridimensionales de objetos u estructuras. En el campo de la bioarqueología, la fotogrametría se ha convertido en una herramienta relevante tanto para el análisis y la documentación de restos óseos. Esta propuesta de taller, tiene como objetivo enseñar a los semilleristas los fundamentos de la fotogrametría y su aplicación a la bioarqueología, permitiéndoles adquirir habilidades práctico-teóricas importantes en la disciplina.

Duración: Aproximadamente 3 horas (puede variar dependiendo del procesamiento de las imágenes)

Objetivos del taller

- Introducir a los integrantes del semillero a la técnica de la fotogrametría y su aplicación en la documentación de material bioarqueológico.

- Fomentar el uso de teléfonos celulares como herramienta de captura de imágenes para la fotogrametría.
- Proporcionar a los estudiantes las habilidades básicas para procesar y generar modelos 3D fotogramétricos.
- Explorar las aplicaciones prácticas de la fotogrametría en la investigación bioarqueológica.

Materiales necesarios

- Teléfonos celulares (ojalá con buena cámara)
- Trípodes o soportes para celular
- Software de fotogrametría (Metashape)
- Base giratoria
- Materiales bioarqueológicos o réplicas para la práctica de captura de imágenes.

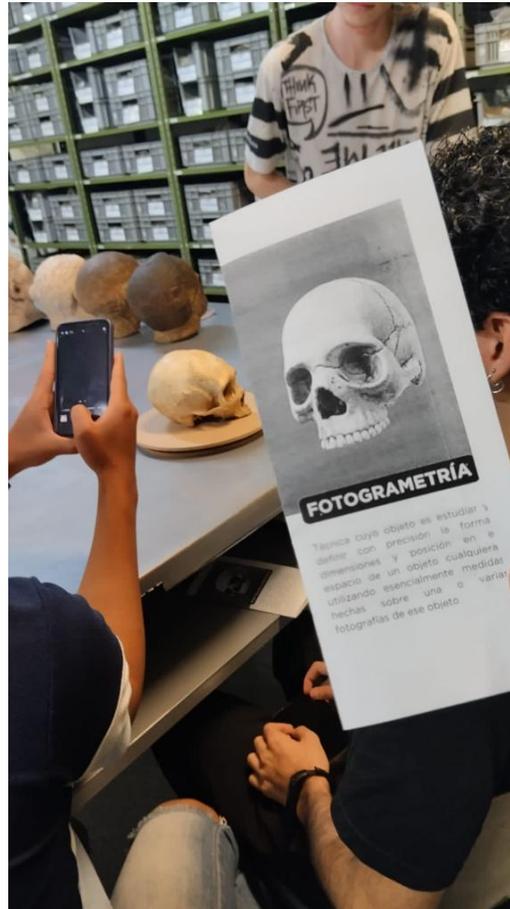
Estructura del taller:

1. Introducción

- Se presentará el taller y los objetivos a alcanzar.
- Se explicarán los fundamentos de la fotogrametría y su importancia en la bioarqueología.

Figura 11

Presentación de objetivos



Nota. Se generó un plegable con información básica del taller y la fotogrametría para guiar a los estudiantes.

2. Captura de imágenes

- Introducción a los conceptos clave para capturar imágenes de alta calidad con teléfonos celulares.
- Demostración de técnicas de enfoque e iluminación para la obtención de detalles precisos.
- Práctica guiada de los estudiantes en la captura de imágenes de material bioarqueológico, en caso de ser necesario se usarán trípodes y una base giratoria en el que se pondrá el objeto a capturar.
- Los estudiantes se dividirán en pequeños grupos para capturar imágenes de material bioarqueológico utilizando sus celulares.

Figura 12*Toma fotográfica*

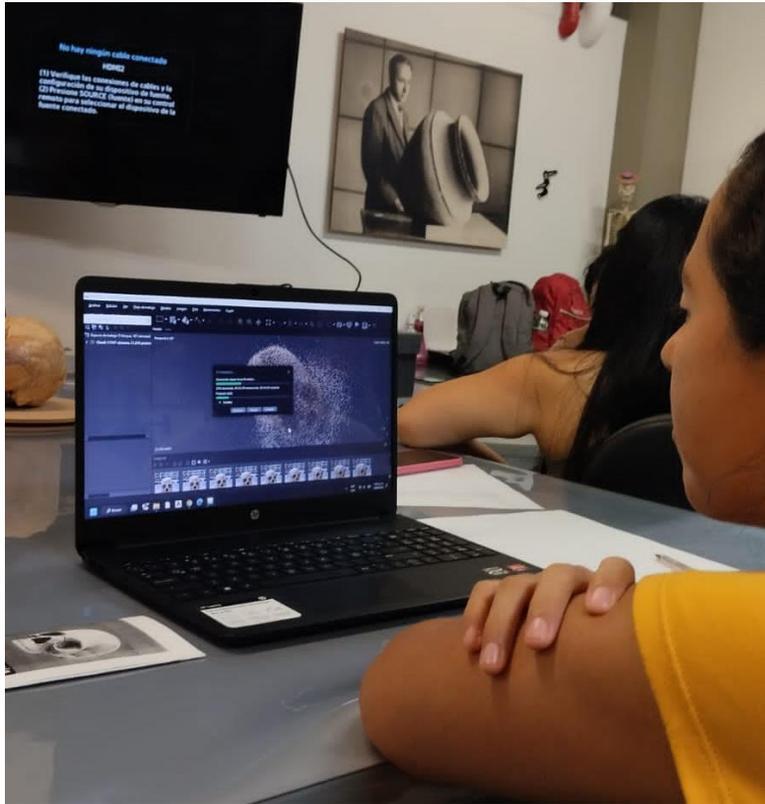
Nota. Para la toma de fotografías se les dispuso a los grupos de una plataforma giratoria que les facilitara el movimiento del individuo.

3. *Procesamiento de imágenes*

- Introducción al software de fotogrametría
- Importación de imágenes al computador y al software
- Orientación de imágenes, creación de nube de puntos densa y malla.

Figura 13

Creación de nube de puntos densa



Nota. Estudiantes en el programa Metashape creando sus modelos.

4. Aplicaciones y discusión

- Presentación de ejemplos de aplicaciones de la fotogrametría en la bioarqueología.
- Discusión sobre las ventajas y limitaciones de la fotogrametría.
- Exploración de las posibilidades y tendencias en el campo de la fotogrametría aplicada a la bioarqueología.
- Preguntas y discusión de resultados obtenidos.

5. Cierre

- Puesta en común de los conceptos clave aprendidos.
- Recursos adicionales y referencias para profundizar en el tema.

- Evaluación de la experiencia por parte de los asistentes al taller.

6.4 Ciclo 4 (Organización y reflexión)

En este ciclo, se realizó un análisis de la actividad realizada, en donde se buscaron deficiencias y ventajas del taller como propuesta pedagógica. Allí se tomó en cuenta la opinión de los semilleristas a través de preguntas cortas y una encuesta final dispuesta con las preguntas:

- ¿Era la actividad lo que esperaba?
- ¿Le ha sido útil la actividad?
- ¿Ha entendido con claridad el contenido?
- Teniendo en cuenta que la actividad es un proyecto en ejecución para mejorar algunas deficiencias que tienen los estudiantes de la carrera con respecto al uso de técnicas y prácticas. En qué le gustaría profundizar y cómo esto le ayudaría en su desempeño profesional.

Al igual que con las entrevistas realizadas, se creó una matriz con los datos más relevantes de la encuesta, con el fin de profundizar en los aciertos y desaciertos de la actividad, para en el futuro mejorar estas actividades y disponer de mejor manera los recursos y el tiempo del taller.

Tabla 5*Matriz sugerencias***Mayor variedad de material para realizar más modelos**

Lo más importante sería poder realizar más ejercicios prácticos, para familiarizarse con el programa, y luego poder tener modelos para realizar los trabajos universitarios.

R// me gustaría una mayor variedad de material para experimentar en las actividades.

Profundizar en el software y la temática

Manejo más detallado del programa para fotografía.

Considero que para que se pueda dar profundidad en el tema es importante dar continuidad, con un taller que logré agrupar el tema visto, + algo nuevo.
Muchas gracias!!

Quisiera profundizar más en el manejo de plataformas para la creación de material fotográfico.

La utilización del software y la forma de divulgación de los resultados es algo en lo que se podría profundizar.

Nota. Opiniones de los estudiantes.

7 Resultados y discusiones

En el marco de esta investigación, se llevó a cabo un exhaustivo análisis de los resultados obtenidos a partir de las encuestas y entrevistas realizadas a los participantes del taller. La población estudiada se caracterizó por una inquietud constante respecto a su inserción en el mundo laboral, especialmente en cuanto al dominio de técnicas y herramientas tecnológicas. Este hallazgo refleja una preocupación por parte de los estudiantes, quienes buscan no solo adquirir conocimientos teóricos, sino también habilidades prácticas que les permitan destacarse en el ámbito laboral.

Uno de los aspectos más importantes que emergieron de la práctica en taller, fue el interés manifestado por los participantes en el potencial pedagógico de la fotogrametría. La aplicación de esta técnica no solo se percibe como una herramienta tecnológica útil en sí misma, sino como un medio para profundizar la comprensión de la disciplina, surgiendo preguntas que permitirían una reflexión del quehacer antropológico y sus posibilidades en campos investigativos; evidenciando una disposición activa hacia la integración de estas tecnologías en sus futuras prácticas profesionales “Me gustaría ver a profundidad esta herramienta, quiero ver si puedo integrarla al estudio de paleopatologías y la creación de material 3D” (comunicación personal, reflexión de semillerista durante del taller, 1 de agosto del 2023).

A pesar de haber sido un taller introductorio, los participantes lograron estar en un espacio en el que pudieron aplicar y explorar conceptos aprendidos en un entorno práctico concreto, posibilitando la realización de preguntas problematizadoras (**Tabla 6**), que evidenciaron un nivel de compromiso y comprensión de la temática abordada, a su vez se pudo percibir una conciencia de los desafíos y las limitaciones que posee esta técnica, inspirándolos a reflexionar sobre cómo estos podrían impactar en la investigación bioarqueológica. Igualmente, el hecho de explorar la aplicación directa de los principios de la fotogrametría, les permitió formular sobre la adaptación de estos principios frente a sus intereses particulares; específicamente en el estudio de la histología ósea y paleopatologías a través de la microfotogrametría.

Me parece genial que con simples fotografías se pueda explorar a tal profundidad un material óseo, quiero seguir aprendiendo del tema, sobretodo de las posibilidades que este ofrece a la hora de observar particularidades en el hueso, como lo que vos explicabas del

estudio de las marcas de corte. (Comunicación personal, reflexión de semillerista durante el taller, 1 de agosto del 2023)

En el transcurso del taller, los estudiantes plantearon preguntas y dudas sobre la temática, las cuales reflejaron de manera sutil sus avances en su aprendizaje. Como resultado, se optó por recopilar las preguntas más relevantes y categorizarlas según los enfoques de aprendizaje utilizados en la estructuración del taller, destacando cómo se lograron satisfactoriamente los objetivos propuestos. Dentro de los enfoques aplicados, se encuentra la *Teoría del aprendizaje significativo* explorada por Colorado y Gutiérrez (2016), estas preguntas se caracterizaron porque los estudiantes buscaban comprender la aplicación concreta de la fotogrametría y su impacto en la práctica, lo que implica un proceso de aprendizaje al explorar cómo esta técnica puede transformar y mejorar la comprensión de la bioarqueología. Asimismo, estos mismos autores abordaron la *Teoría del aprendizaje basado en problemas*, cuyas preguntas muestran la atención que los estudiantes le prestaban durante el ejercicio a los problemas y desafíos que podrían surgir en la aplicación de la fotogrametría en la bioarqueología, promoviendo la búsqueda de soluciones mediante la adaptación a las circunstancias.

Igualmente, las teorías enfocadas a la crítica y la generación de un conocimiento propio, como lo son *el uso del Método Científico* explorado por Núñez y Rodríguez (2020) y la *antropología de la antropología* de Gerlhom y Hannerz (1982) permitió explorar diferentes perspectivas y actitudes hacia la integración de la fotogrametría, fomentando el diálogo y promoviendo un enfoque colaborativo en la investigación, además del cuestionar y reflexionar sobre las prácticas establecidas en la disciplina, apuntando a entender cómo la fotogrametría puede transformar la enseñanza y el aprendizaje en la bioarqueología.

Tabla 6*Preguntas formuladas por los estudiantes*

Preguntas	Enfoque pedagógico
¿Cómo puede la fotogrametría mejorar la documentación y reconstrucción tridimensional de restos bioarqueológicos?	Teoría del aprendizaje significativo: Los nuevos conocimientos se integran con la información y experiencias previas del estudiante, generando una comprensión profunda de los conceptos, más allá de lo memorístico.
¿Cuáles son las aplicaciones específicas de la fotogrametría en la investigación bioarqueológica y cómo pueden beneficiar los estudios antropológicos?	
¿En qué medida la integración de la fotogrametría en la bioarqueología puede facilitar el análisis y la interpretación de datos antropológicos?	
¿Cuáles son los desafíos y limitaciones asociados con la aplicación de la fotogrametría en el contexto de la bioarqueología?	Teoría del aprendizaje basado en problemas: Los estudiantes se enfrentan a situaciones realistas y contextualizadas que estimulan sus habilidades de análisis. Permitiendo una puesta en práctica de lo teórico.
¿Cómo pueden los principios de la fotogrametría ser adaptados de la mejor manera para abordar las características específicas de los restos bioarqueológicos?	
¿Cómo puede la fotogrametría influir en la forma en que se comparten y difunden los hallazgos bioarqueológicos en la comunidad científica y en el público en general?	Uso del método científico: Esto permite el adquirir un pensamiento crítico en el que se fomenta la curiosidad por conocer, sopesar y argumentar conclusiones informadas del tema.
¿Cuál es el impacto potencial de la fotogrametría en la enseñanza y aprendizaje de la bioarqueología, tanto a nivel académico como profesional?	Antropología de la antropología: El hecho de cuestionarse sobre la propia disciplina, permite adaptarse a los cambios que se están presentando dentro de la sociedad y presentar coyunturas importantes a abordar tanto en la práctica como en la teoría.

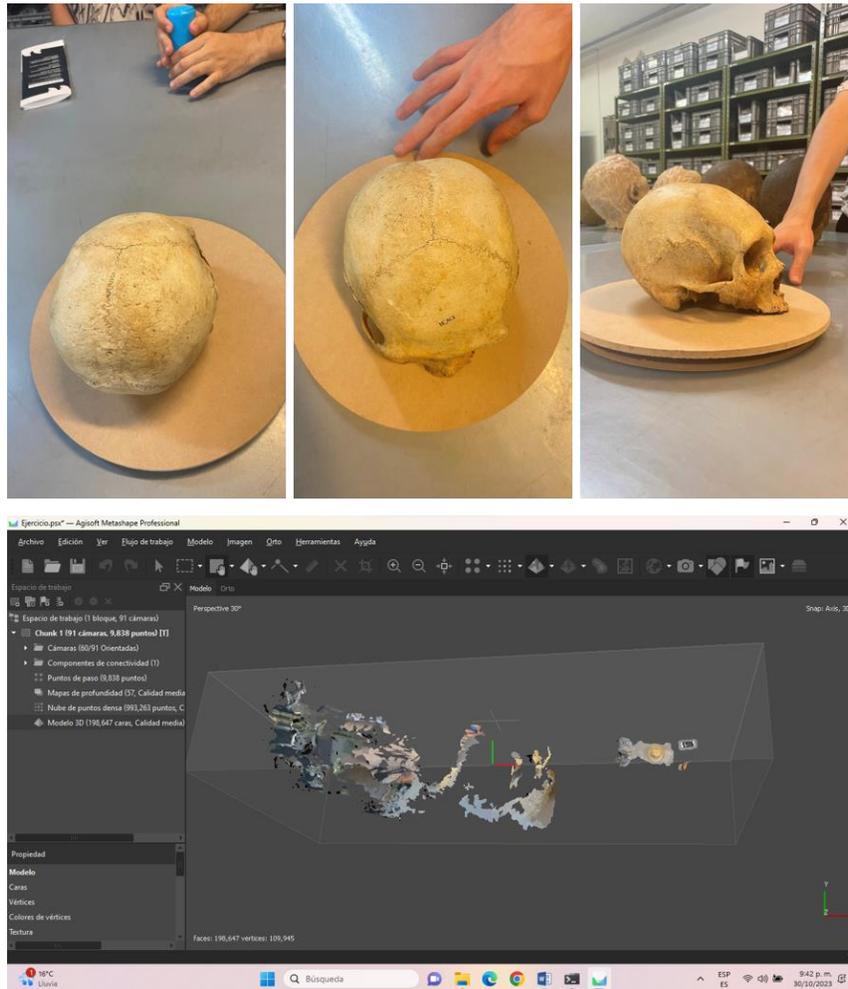
Nota. Estas preguntas surgieron durante la interacción con los semilleros en el taller; las preguntas se clasificaron de acuerdo a los logros de aprendizaje obtenidos por los estudiantes.

Por otro lado, la experiencia en el taller no solo se limitó a la adquisición de destrezas técnicas, se pudo identificar un impacto significativo en el desarrollo de habilidades como la tolerancia a la frustración, la atención al detalle, la resiliencia y la mejora continua, esto debido principalmente a la complejidad técnica durante el momento de captura del objeto y el procesamiento de los datos, los cuales dieron en primera instancia un modelo con numerosos errores, los cuales permitieron una reflexión en los estudiantes frente a los errores cometidos y futuras mejoras en el modelo. “Eso salió todo amorfo, yo creo que fue porque no tuvimos en cuenta la luz y que cuando tomábamos la foto dejábamos las manos y objetos alrededor, yo creo que eso

se mezcló y creó eso tan raro” (comunicación personal, reflexión de semillerista durante el taller, 1 de agosto del 2023).

Figura 14

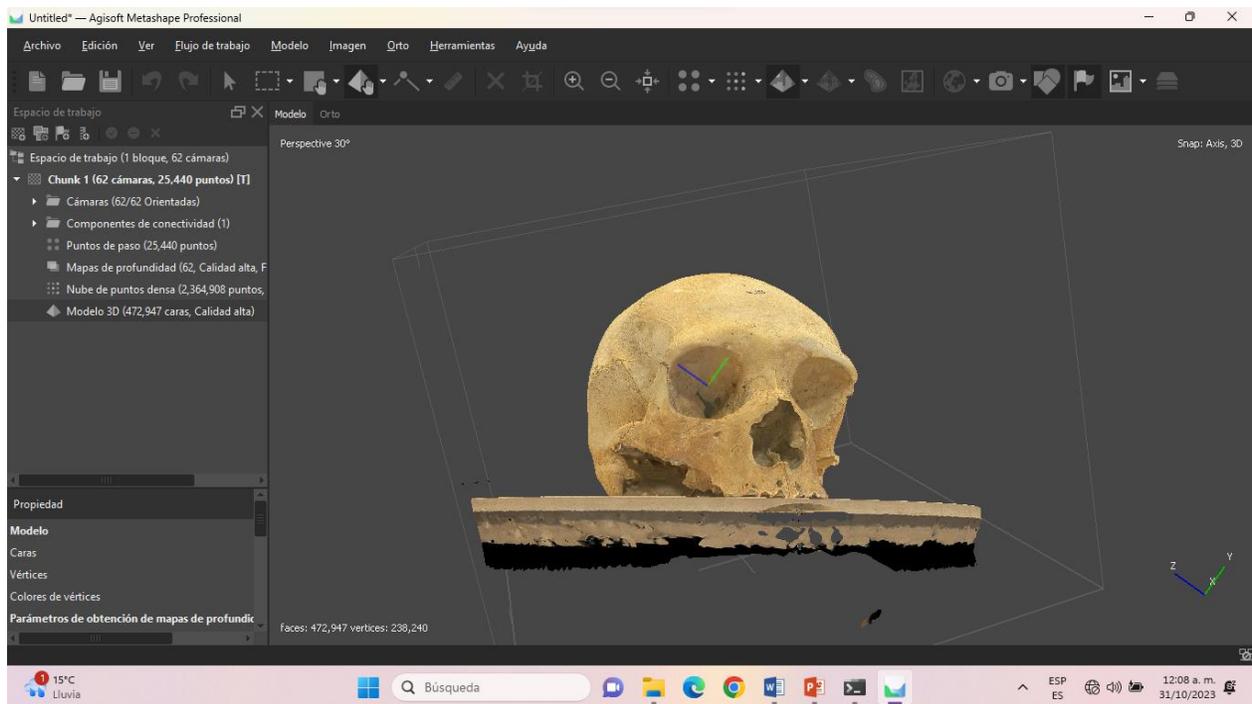
Primer modelo fotogramétrico y toma fotográfica.



Nota. Primer modelo realizado por los estudiantes, en el que se evidencian errores de procesamiento y fotografía.

Figura 15

Segundo modelo fotogramétrico.



Nota. Segundo modelo realizado por los estudiantes, se vio una mejora en la técnica y minimización de errores.

En el segundo intento, se evidenció una mejor comprensión del objeto en el espacio a la hora de la toma fotográfica, por lo que se obtuvo un mejor modelo y una disminución de los errores. Gracias a esto, surgieron diferentes reflexiones de las posibilidades que esta herramienta ofrece en la disciplina posibilitando la apertura de nuevas líneas de investigación o énfasis en el semillero.

Me parece que haciendo varios de estos podemos hacer lo que tú nos habías dicho que hicieron en esa universidad, una colección digital que sea de libre uso para los estudiantes del semillero, ¿tú te imaginas?... Eso abre muchas posibilidades. (Comunicación personal, reflexión de semillerista durante el taller, 1 de agosto del 2023)

8 Conclusiones

Los hallazgos derivados de la participación de algunos estudiantes de antropología en este estudio, revelan una profunda inquietud con respecto a su futura inserción laboral. Estos estudiantes demostraron un reconocimiento temprano de la necesidad de no solo poseer conocimientos sólidos teóricos, sino también habilidades prácticas, tecnológicas y sociales pertinentes para enfrentar los desafíos del mundo laboral.

Un aspecto a destacar en el estudio fue el marcado interés de los participantes en el potencial pedagógico inherente a la fotogrametría. Más allá de percibir esta técnica como una mera herramienta tecnológica, se denota una disposición activa hacia la integración de tecnologías innovadoras para un entendimiento más profundo y significativo de la antropología.

La aplicación práctica de los conceptos aprendidos durante el taller permitió a los participantes no solo comprender la temática, sino también evidenciar una conciencia aguda de los desafíos y limitaciones asociados con la fotogrametría. Esta reflexión crítica contribuye al desarrollo de un pensamiento analítico y a la capacidad de abordar los problemas inherentes a la aplicación de esta técnica en la investigación bioarqueológica.

La exploración directa de la fotogrametría facilitó a los estudiantes la formulación de preguntas fundamentales sobre la adaptación de sus principios a intereses particulares, sugiriendo no solo un entendimiento teórico, sino también una habilidad para la aplicación práctica de la fotogrametría en contextos específicos de la bioarqueología.

La inclusión estratégica de material gráfico, como folletos y diapositivas interactivas, durante el taller, desempeñó un papel crucial al hacer que la información técnica fuera más accesible. Este enfoque no solo facilitó la comprensión mediante representaciones visuales claras y significativas, sino que también contribuyó a la retención de información. La combinación de elementos visuales en la presentación no solo enriqueció la experiencia de aprendizaje, sino que también fortaleció la conexión entre la audiencia y los conceptos clave de la fotogrametría, promoviendo así un entendimiento más sólido y duradero.

Referencias

- Achilli, E. (2016). Enseñar antropología. Una introducción. En L. Cerletti, y M. Rúa, *La enseñanza de la antropología* (pp. 17-29). Universidad de Buenos Aires.
- Agudelo, J. (2021). *Obstáculos Cognitivo-emotivos de los Estudiantes de la Universidad Autónoma de Manizales con Relación al Aprendizaje del Inglés*. [Tesis de Maestría]. Universidad de Caldas.
- Albertz, J. (2007). A look back. 140 Years of “Photogrammetry”. Some Remarks on the History of Photogrammetry. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 504-506.
- Alfonzo, A. (2003). *Estrategias Instruccionales*. s/e.
- Alonso, C., Gallego, D., y Honey, P. (1994). *Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao.
- Antinozzi, S., Ronchi, D., Fiorillo, F., y Barba, S. (2021). *3Dino: Configuration for a Micro-Photogrammetric Survey - Applying Dino-Lite microscope for the digitalization of a cuneiform tablet*. The 39th eCAADe Conference: https://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2021_060.pdf
- Arteaga, M. (2022). *Uso de Herramientas Tecnológicas y Metodologías Innovadoras como Recurso Didáctico Dinamizador para la Enseñanza de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales*. [Tesis de Doctorado]. Universidad de Murcia.
- Augé, M. (2014). *El antropólogo y el mundo*. Siglo XXI editores.
- Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Bachelard, G. (1948). *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI editores.
- Beltrán, J. (2003). Estrategias de aprendizaje. *Revista de Educación*(332), 55–73.
- Beltrán, J., y Beltrán, J. (2012). Enseñanza de la perspectiva cónica. Método en el espacio real, y su simulación en el espacio virtual. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 41, 31–46.
- Bhatla, S., Kansal, V., Jain, U., Nainwal, A., y Sharma, G. (2023). *Human Bone Classification System based on Augmented Reality and Deep Learning*. 2023 10th International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom).
- Braulio, C. (2005). *Principios básicos de la fotogrametría actual*. [Tesis de Pregrado]. Instituto Politécnico Nacional.

- Buikstra, J. (1981). Mortuary Practices, Palaeodemography and palaeopathology: Case Study from the Koster Site (Illinois). En R. Chapman, I. Kinnes, y K. Randsborg, *The Archaeology of Death* (pp. 123-132). Cambridge University Press.
- Buikstra, J., y Beck, L. (2006). *Bioarchaeology. The Contextual Analysis of Human Remains*. Academic Press.
- Cano, J. (2019). *Enemigos de la fotogrametría y soluciones. Litemetry. Manual teórico - práctico de fotogrametría terrestre y aérea*. s/e.
- Capilla, R. (2016). Habilidades cognitivas y aprendizaje significativo de la adición y sustracción de fracciones comunes. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 7(2), 49–62. <https://doi.org/10.18861/cied.2016.7.2.2610>.
- Cárdenas, E., Morales, L., y Ussa, A. (2015). La estereoscopía, métodos y aplicaciones en diferentes áreas del conocimiento. *Revista Científica General José María Córdova*, 13(16), 201–219. <https://doi.org/10.21830/19006586.37>.
- Castro, S., y Guzmán, B. (2005). Los estilos de aprendizaje en la enseñanza y el aprendizaje: Una propuesta para su implementación. *Revista de Investigación* (58), 83-102.
- Cavazos, R., y Torres, S. (2016). Diagnóstico del uso de las tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje en la educación superior. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 273 - 292.
- Cerletti, L., y Rúa, M. (2016). Antropología de la enseñanza. Conocimientos y experiencias. En L. Cerletti, y M. Rúa, *La enseñanza de la antropología* (pp. 123-144). Universidad de Buenos Aires.
- Charquero, A. (2016). Práctica y usos de la fotogrametría digital en arqueología. *DAMA. Documentos de Arqueología y Patrimonio Histórico*, 139-157. [doi:10.14198/dama.2016.1.10](https://doi.org/10.14198/dama.2016.1.10).
- Chirivella, A. (2022). *Fotogrametría, qué es y para que se utiliza*. <https://www.profesionalreview.com/2022/01/26/fotogrametria-que-es-y-para-que-se-utiliza/#:~:text=La%20Fotogrametr%C3%ADa%20anal%C3%B3gica%20se%20caracteriza,para%20conocer%20mejor%20nuestro%20planeta>
- Colorado, P., y Gutiérrez, L. (2016). Estrategias didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación superior. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 8(1), 148-162.
- DariahTeach. (s.f). *History of Photogrammetry*. <https://teach.dariah.eu/mod/hvp/view.php?id=860>

- Davidson, M. (2010). Pioneers in Optics: Dominique-François-Jean Arago and Augustin-Jean Fresnel. *Microscopy Today*, 18(1), 46–47. <https://doi.org/10.1017/S1551929510991207>.
- de Colsa, M., y Espinoza, V. (2020). *Antropología Digital: De La Cibercultura a La Transformación Digital (1)*. <https://blog.antropologia2-0.com/es/antropologia-digital-cibercultura-transformacion-digital/>
- de Jesús-Luis, A., Ordóñez-Velázquez, S., Pineda-Martínez, D., Brenes-Solano, B., y González-Fernández, J. (2019). Fotogrametría: cómo crear modelos tridimensionales de bajo costo, con características realistas y fácil manipulación, para su uso en la enseñanza y el diagnóstico médico. *Investigación en educación médica*, 8(32), <https://doi.org/10.22201/facmed.20075057e.2019.32.18157>.
- De la Torre-Cantero, J., Saorín, J., Meier, C., Melián-Díaz, D., y Alemán, M. (2015). Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos. *Arte, Individuo y Sociedad*, 27(3), 429-446. https://doi.org/10.5209/rev_ARIS.2015.v27.n3.45864.
- del Río, P. (2021). *Cómo configurar tu cámara fotogramétrica para fotografía aérea*. <https://geoinnova.org/blog-territorio/configurar-camara-fotogrametrica-para-fotografia-aerea/>
- del Valle, M., Hernández, J., Hernández, J., y Cózar, R. (2011). Análisis de los estilos de aprendizaje y las TIC en la formación personal del alumnado universitario a través del cuestionario REATIC. *Revista de Investigación Educativa*, 29(1), 137-156.
- DeMonte, J. (2013). *High-Quality Professional Development for Teachers. Supporting Teacher Training to Improve Student Learning*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED561095.pdf>
- Díaz, F., y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una visión constructivista*. McGraw Hill.
- Díaz, F., y Hernández, G. (2010). *Estrategias Docentes para un aprendizaje significativo*. MacGraw Hill.
- Díaz, M. (2017). *Manual de Fotogrametría en Paleontología. [Tesis de Licenciatura]*. Universidad de Guadalajara.
- Domjan, M. (2010). *Principios de aprendizaje y conducta*. Cengage Learning.
- Feo, R. (2010). Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas. *Tendencias Pedagógicas*, 16, 221-236.

- Fernández, R. (2016). La Antropología como disciplina didáctica. *HistoriAgenda*(31).
- Fernández, Y. (2018). *ISO, Apertura y Obturación: todo sobre los controles manuales básicos en fotografía*. <https://www.xataka.com/basics/iso-apertura-obturacion-todo-controles-manuales-basicos-fotografia>
- Ferreiro, R. (2006). *Estrategias didácticas del aprendizaje cooperativo*. Trillas.
- Ferreiro, R. (2012). *Cómo Ser Mejor Maestro. El método ELI*. Trillas.
- Fuertes, C. (2014). Propuestas didácticas para la enseñanza de las Ciencias Sociales en la Educación Superior. *ENSAYOS. Revista De La Facultad De Educación De Albacete*, 29(9), 141–157. <https://doi.org/10.18239/ensayos.v29i2.560>.
- Gamboa, M., García, Y., y Beltrán, M. (2013). Estrategias pedagógicas y didácticas para el desarrollo de las inteligencias múltiples y el aprendizaje autónomo. *Revista De Investigaciones UNAD*, 12(1), 101-128. <https://doi.org/10.22490/25391887.1162>.
- García, F. (2014). *Historia de la Fotogrametría*. http://pdi.topografia.upm.es/cepeda/Curso_2004/historiafot.pdf
- García, H. (2008). Cuestionar la alteridad: reflexiones sobre la historiografía de la antropología colombiana. *Maguaré*(22).
- Gerholm, T., y Hannerz, U. (1982). Introduction: The shaping of national anthropologies. *Ethnos*, 47, 5-35. <https://doi.org/10.1080/00141844.1982.9981229>.
- Gómez, J. (1999). *Didáctica de la fotogrametría. Fundamentación, diseño, desarrollo, aplicación y valoración crítica de un curso sobre soporte informático. [Tesis de Grado]*. Universidad de Salamanca .
- Gómez, J., y Yepes, V. (2020). Conservación de restos óseos prehistóricos en el Eje Cafetero, Colombia. *Jangwa Pana*, 19(1), 85–101. <https://doi.org/10.21676/16574923.3356>.
- González, V. (2006). El manejo del patrimonio arqueológico en Colombia. *Turismo y Sociedad*, 7, 35–43.
- Grinder, J., y Bandler, R. (1981). *Trance-formations. Neuro-Linguistic Programming™ and the Structure of Hypnosis*. Real People Press .
- Guevara, O. (2014). Reconstrucción arqueológica humana facial y sus funciones didácticas básicas para la nueva enseñanza-aprendizaje de la Historia peruana pre-hispánica. *Convergencia Científica*, 1(1), 43-61.

- Gutiérrez, J., Gómez, F., y Gutiérrez, C. (2018). *Estrategias didácticas de enseñanza y aprendizaje desde una perspectiva interactiva*. Congreso Nacional De Investigación Sobre Educación Normal.
- Gutiérrez, M. (2018). Estilos de aprendizaje, estrategias para enseñar. Su relación con el desarrollo emocional y "aprender a aprender". *Tendencias Pedagógicas*, 31, 83–96. <https://doi.org/10.15366/tp2018.31.004>.
- Hergenhahn, B. (1976). *An Introduction to Theories of Learning*. Prentice-Hall.
- Hodgson, D. (2019). *Modern Warfare® información inicial: Call of Duty®: Modern Warfare® alcanza un nuevo hito en gráficos de videojuegos gracias a la fotogrametría*. ActiVision. <https://blog.activision.com/es/call-of-duty/2019-06/Initial-Intel-How-Photogrammetry-is-Helping-to-Shape-Call-of-Duty-Modern-Warfare-into-a-new-high-watermark-for-graphics-in-gaming>
- Infante, M., y Letelier, M. (2011). *El aprendizaje en personas jóvenes y adultas. Guía para alfabetizadores y alfabetizadoras*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura.
- Jiménez, A., y Robles, F. (2016). Las estrategias didácticas y su papel en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje. *EDUCATECONCIENCIA*, 9(10), 106-113.
- Jimeno, M., y Arias, D. (2011). La enseñanza de antropólogos en Colombia: una antropología ciudadana. *Alteridades*, 21(41), 27-44.
- Kaplún, M. (1995). *Los materiales de autoaprendizaje : marco para su elaboración*. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe.
- Lerma, J., Cabrelles, M., Seguí, A., y Navarro, S. (2011). Aplicación de la fotogrametría terrestre al levantamiento de alzados de edificios singulares. *PH* 77, 127-129. <https://doi.org/10.33349/2011.77.3118>.
- Lucet, G. (2017). *Fotogrametría y patrimonio*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Malin, D. (2007). False-Color Photography. En M. Peres, *The Focal Encyclopedia of Photography: Digital Imaging, Theory and Applications, History, and Science*. Taylor & Francis.
- Manea, G., y Calin, A. (2006). Architectural photogrammetry an extension of conventional surveying. Photogrammetry applied to problematic artefacts. *The International Archives of the Photogrammetry, Proceedings of the ISPRS Commission V Symposium Image Engineering and Vision Metrology*.

- Marqués, P. (2001). *La enseñanza, buenas prácticas. La motivación*.
<https://docplayer.es/44442136-La-ensenanza-buenas-practicas-la-motivacion.html>
- Martínez, T., y Santacana, J. (2013). De lo real a lo digital: la arqueología reconstructiva y la obtención de imágenes virtuales para la investigación en la didáctica del patrimonio. *Her&Mus. Heritage & Museography*, 13, 16-35.
- Marton, F., y Saljo, R. (1976). On qualitative differences in learning: I. Outcome and process. *British Journal of Educational Psychology*, 46(1), 4–11. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1976.tb02980.x>.
- Mezydlo, N. (2017). *Digital Photogrammetry for Long-Term Monitoring*. [Thesis]. Columbia University.
- Moya, M. (2008). Políticas de divulgación en Antropología: asignaturas pendientes y desafíos en el mundo contemporáneo. En M. Jabardo, P. Monreal, y P. Palenzuela, *Antropología de orientación pública: visibilización y compromiso de la Antropología* (pp. 131-148). Ankulegi.
- Moyano, G. (2017). El uso de fotogrametría digital como registro complementario en arqueología. Alcances de la técnica y casos de aplicación. *Revista De Arqueología*, 21(2), 333–350. <https://doi.org/10.37603/2250.7728.v21.n2.26789>.
- Mubanga, K. (2022). *Qué es la fotogrametría*. <https://www.artec3d.com/es/learning-center/what-is-photogrammetry>
- Nicolae, C., Nocerino, E., Menna, F., y Remondino, F. (2014). Photogrammetry applied to problematic artefacts. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 451-456. 10.5194/isprsarchives-XL-5-451-2014.
- Núñez, J., y Rodríguez, L. (2020). Estrategia didáctica para el aprendizaje de la antropología forense en Latinoamérica. *Revista Científica De FAREM-Estelí*(35), 3–14. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i35.10273>.
- Open Heritage 3D. (2021). *IESSO Archaeological Park*. Collected by Calido.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2016). *Recomendación sobre el Aprendizaje y la Educación de Adultos*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245179_spa
- Orozco, J. (2016). Estrategias Didácticas y aprendizaje de las Ciencias Sociales. *Revista Científica de FAREM-Estelí. Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano*(17), 65-80.

- Paradis, M., Nicolas, T., Gaugne, R., Barreau, J., Auger, R., y Gouranton, V. (2019). Making virtual archaeology great again (without scientific compromise). . *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 879–886, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-879-2019>, 2019.
- Perdomo-Marín, J. (2021). Implicaciones educativas del conocimiento antropológico. *Revista CS(33)*, 41-74. <https://doi.org/10.18046/recs.i33.4170>.
- Pérez, J., y Salamanca, S. (2013). Influencia de las estrategias pedagógicas en los procesos de aprendizaje de los estudiantes de una institución de básica primaria de la ciudad de Bucaramanga. *Puente*, 7(2), 117-130. <http://dx.doi.org/10.18566/puente.v7n2.a11>.
- Pix4D S.A. (2022). *10 conceptos básicos que debe conocer para la fotogrametría*. <https://www.pix4d.com/es/blog/conceptos-basicos-conocer-fotogrametria/>
- Portilho, E. (2009). *Como se Aprende? Estrategias, Estilos e MetacogniÇão*. Wak Editora.
- Pozo, J. (1989). Adquisición de estrategias de aprendizaje. *Cuadernos de Pedagogía(175)*, 8-11.
- Puello, P., Fernández, D., y Cabarcas, A. (2014). Herramienta para la Detección de Estilos de Aprendizaje en Estudiantes utilizando la Plataforma Moodle. *Formación universitaria*, 15-24. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062014000400003>.
- Quirós, E. (2014). *Introducción a la fotogrametría y cartografía aplicadas a la ingeniería civil. [Tesis de Grado]*. Universidad de Extremadura.
- Revista All3DP. (2022). *Los mejores programas de fotogrametría 3D de 2023*. <https://all3dp.com/es/1/mejores-programas-fotogrametria/#autodesk-recap>
- Rivero, P., y Feliu, M. (2017). Aplicaciones de la arqueología virtual para la Educación Patrimonial: análisis de tendencias e investigaciones. *Estudios pedagógicos, XLIII* (4), 319-330.
- Rodríguez, G. (2011). Apropiación y masificación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en las cadenas productivas como determinante para la competitividad de las Mipyme. *Criterio Libre*, 9(15), 213-230.
- Rodríguez, J. (2005). *La investigación-acción educativa. ¿Qué? ¿cómo se hace?* DOXA.
- Romero, P., y Martín, J. (2017). From 3D to GIS. A comprehensive methodology for recording stratigraphy and its application in the MEMOLA Project. *Archaeological Drawing. DISEGNARECON*, 10(19).
- Sarasa, N. (2015). La Pedagogía en las carreras de las ciencias médicas. *EDUMECENTRO*, 7(1).

- Schunk, D. (2012). *Teorías Del Aprendizaje* . Pearson Educación.
- Sinisi, L., Cerletti, L., y Rúa, M. (2016). La enseñanza de la antropología y la formación de profesores. En L. Cerletti, y M. Rúa, *La enseñanza de la antropología* (pp. 31-46). Universidad de Buenos Aires.
- Sternberg, R. (1997). *Estilos de pensamiento: Claves para nuestro modo de pensar y enriquecer la capacidad de reflexión*. Grupo Planeta.
- Toledo, M. (2010). *Tipos de objetivos para las réflex*. <https://www.xataka.com/fotografia-y-video/tipos-de-objetivos-para-las-reflex>
- Universidad de Murcia. (s.f). *El Modelo Digital de Terreno (MDT)*. https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_7.pdf
- Valle, A., González, R., Cuevas, L., y Fernández, A. (1998). Las estrategias de aprendizaje: características básicas y su relevancia en el contexto escolar. *Revista de Psicodidáctica*(6), 53-68.
- Ventura, Y. (2022). Diseño de protocolo para digitalización de patrimonio cultural salvadoreño, implementando realidad virtual, fotogrametría y procesos de manufactura aditiva. *Ciencia, Cultura Y Sociedad*, 8(1), 11–24. <https://doi.org/10.5377/ccs.v8i1.15594>.
- Villarreal, M. (2006). *La importancia de las Estrategias de Enseñanza en el logro del Aprendizaje en Alumnos Universitarios*. [Tesis de Maestría] . Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente.
- Vygotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Grijalbo.
- Yezzi-Woodley, K., Terwilliger, A., Li, J., Chen, E., Tappen, M., Calder, J., y Olver, P. (2022). Using machine learning on new feature sets extracted from 3D models of broken animal bones to classify fragments according to break agent. *ArXiv*, <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.10430>.

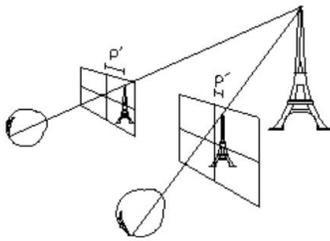
Anexos

Anexo 1

Plegable usado durante el taller. Página superior

Principios

Paralaje



Triangulación

Es la base de la fotogrametría, en la que se utilizan imágenes superpuestas para recrear una imagen o espacio más amplio

Puntos de correspondencia

Sitios de interés del objeto o la escena que pueden ser identificados en varias imágenes.

¿Para qué sirve?

- **Topografía:** levantamiento de mapas de terrenos y catastros.
- **Arqueología:** representación de los elementos de yacimientos arqueológicos.
- **Minería:** mapeos aéreos que sirven para encontrar zonas geológicas de interés o afloramiento de material.
- **Geología:** análisis de hundimiento de tierra en zonas volcánicas y accidentadas.
- **Escultura:** reproducción y medidas de cuerpos.
- **Ciencias relacionadas con el medio ambiente:** evaluación de vegetación e impacto ambiental.



FOTOGRAMETRÍA

Técnica cuyo objeto es estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera, utilizando esencialmente medidas hechas sobre una o varias fotografías de ese objeto

Anexo 2

Plegable usado durante el taller. Página posterior.

Historia

- 1490. Principios de la fotogrametría
- 1840. Uso del daguerrotipo
- 1849. Aime Laussedat. Padre de la Fotogrametría
- 1849. Meydenbauer y Otto Kersten acuñan el término
- 1903. Invención del avión
- 1921. Primer plotter analógico
- 1924. Mapeo aéreo de ciudades
- 1940. Fotografía en falso color
- 1957. Imágenes de satélite
- 1963. Lawrence Roberts. Padre de la visión artificial
- 1999. Plataformas de mapeo en línea

Consejos

- 1** Estabilidad
- 2** Limpieza de la cámara
- 3** No hacer zoom
- 4** Ley de tercios
- 5** Enfoque y exposición
- 6** Superposición de imágenes
- 7** Ángulo de captura y alturas
- 8** Eliminar obstrucciones
- 9** Incluir referencias

Una buena fotografía asegura un modelo con buena iluminación y atención al detalle



El mantener una misma distancia focal, permitirá deformaciones en el modelo y una mejor captura de la imagen