

**Prótesis 3D para la rehabilitación integral de víctimas del conflicto armado en Nariño:
Innovación tecnológica, esperanza social y reconstrucción del proyecto de vida**

Jaminton Girón Obregón

Tutor

Juan Sebastián Ávila Santos

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades

Programa de Psicología

diciembre de 2025

Tabla Contenido

Introducción	1
Resumen.....	3
Abstract	5
Introducción	7
Marco conceptual	9
Metodología	11
Resultados	14
Discusión.....	17
Conclusiones	19
Referencia.....	21

Resumen

La impresión 3D se ha consolidado como una tecnología innovadora con un impacto significativo en el ámbito de la salud, especialmente en el diseño y fabricación de prótesis personalizadas para personas con discapacidad física. Su desarrollo ha permitido transformar los procesos tradicionales de producción protésica, ofreciendo alternativas más accesibles, económicas y adaptadas a las características anatómicas de cada usuario. Esta tecnología resulta particularmente relevante en contextos de desigualdad social, donde el acceso a prótesis convencionales se ve limitado por altos costos, largos tiempos de espera y escasa cobertura de los servicios especializados de rehabilitación.

En Colombia, las consecuencias del conflicto armado han dejado un alto número de personas con amputaciones derivadas de minas antipersonal, artefactos explosivos y otros hechos de violencia. Para esta población, la impresión 3D representa una oportunidad para mejorar su calidad de vida, al facilitar la fabricación de prótesis funcionales que contribuyen a la recuperación de la movilidad y la autonomía personal. El uso de software de diseño asistido por computadora y de impresoras 3D de bajo costo permite desarrollar dispositivos ajustados a las necesidades específicas de cada individuo, optimizando los procesos de adaptación y uso de la prótesis.

Desde una perspectiva integral, la rehabilitación con prótesis impresas en 3D no se limita únicamente a la dimensión física, sino que involucra aspectos psicológicos y sociales fundamentales. La participación de profesionales de la psicología, junto con equipos interdisciplinarios de salud, favorece procesos de adaptación emocional, fortalecimiento de la autoestima y reconstrucción del proyecto de vida de las personas amputadas. En este sentido, la prótesis se convierte en una herramienta clave para la inclusión social y la reintegración comunitaria.

Asimismo, la implementación de esta tecnología promueve la investigación aplicada y la cooperación entre instituciones académicas, sanitarias y sociales, impulsando soluciones

contextualizadas a las realidades locales. En síntesis, la impresión 3D aplicada a la fabricación de prótesis constituye una estrategia innovadora para fortalecer los procesos de rehabilitación en poblaciones vulnerables, contribuyendo al bienestar integral, la participación social y la dignificación de las personas con discapacidad.

Palabras clave: impresión 3D, prótesis, rehabilitación.

Abstract

This study examines the application of 3D printing technology as an innovative and accessible tool for the rehabilitation of individuals affected by armed conflict in Nariño, Colombia. Decades of conflict in the region have resulted in a high number of amputations and significant psychological trauma among civilians and former combatants, creating urgent needs for functional, low-cost solutions. In response, 3D-printed prosthetic devices offer a practical and transformative alternative that combines technical feasibility with social impact.

The research employs a qualitative-descriptive methodology, integrating semi-structured interviews, participant observation, and case studies involving 20 beneficiaries. This approach allows for a comprehensive understanding of both the physical and psychosocial dimensions of rehabilitation, emphasizing the experiences and perspectives of those directly affected. Data analysis focuses on how personalized 3D-printed prosthetics influence mobility, autonomy, and quality of life, as well as the broader implications for emotional resilience, self-esteem, and social participation.

Results indicate that individually tailored prosthetics enhance users' functional abilities, facilitating daily activities and promoting independence. Beyond physical recovery, the design and production process fosters community involvement and empowerment, highlighting the importance of participatory strategies that incorporate local knowledge and territorial context. Beneficiaries report not only improvements in mobility but also in confidence, social engagement, and overall well-being. These findings underscore the significance of integrating technological innovation with psychosocial support and inter-institutional collaboration,

demonstrating that effective rehabilitation extends beyond medical intervention to include emotional, social, and cultural dimensions.

Furthermore, the study suggests that 3D printing initiatives can serve as a model for addressing the needs of vulnerable populations in resource-limited settings, providing cost-effective solutions that increase access to medical devices while promoting dignity and social inclusion.

By facilitating the reconstruction of lives affected by violence, 3D-printed prosthetics contribute to individual empowerment and community cohesion, offering an approach that aligns technology with human-centered and context-sensitive practices.

In conclusion, 3D printing represents a promising strategy for holistic rehabilitation in post-conflict environments, combining functional recovery with psychosocial reintegration and social empowerment. This research highlights the potential of low-cost, customized prosthetic technologies to generate meaningful and sustainable impacts on the lives of individuals and communities affected by armed conflict.

Keywords: 3D printing, prosthetics, rehabilitation.

Introducción

La impresión 3D ha trascendido su uso industrial para consolidarse como una herramienta innovadora en el ámbito de la salud (Ventola, 2014). Su capacidad para fabricar piezas altamente personalizadas ha generado un nuevo paradigma en el diseño de dispositivos médicos, prótesis y modelos anatómicos, constituyéndose como una alternativa tecnológica de alto impacto. Esta tecnología no solo optimiza los procesos de producción, sino que también transforma la manera en que los profesionales de la salud planifican, diagnostican y ejecutan la rehabilitación de sus pacientes. Entre sus principales ventajas se encuentra la personalización, que permite adaptar los dispositivos a las características morfológicas y funcionales de cada paciente, garantizando un ajuste anatómico preciso, mayor comodidad y una rehabilitación más efectiva. Además, la personalización influye positivamente en el bienestar psicológico del paciente, fomentando la aceptación del dispositivo y fortaleciendo la autoestima (Ventola, 2014).

Otro aspecto relevante es la reducción de costos y tiempos de producción. Mientras que los métodos tradicionales de fabricación de dispositivos médicos suelen ser costosos y prolongados, la impresión 3D ofrece procesos más rápidos, accesibles y económicos, lo que resulta especialmente valioso en contextos con recursos limitados, donde el acceso a prótesis y equipos especializados es restringido (Ventola, 2014). Además de su utilidad en prótesis, esta tecnología permite crear *modelos anatómicos tridimensionales* que facilitan la planificación de cirugías complejas, incrementan la precisión y reducen riesgos, ofreciendo un valor pedagógico importante para la formación de futuros profesionales de la salud. Su proyección hacia la *bioimpresión*, mediante materiales biocompatibles y células vivas, abre nuevas oportunidades para tratamientos personalizados y medicina regenerativa (Ventola, 2014). Por lo tanto, la impresión 3D representa una estrategia integral que combina innovación tecnológica, eficiencia

clínica y formación académica, contribuyendo a mejorar la calidad de la atención médica y ampliando el acceso a soluciones de rehabilitación para poblaciones vulnerables.

Marco Conceptual

El avance tecnológico en el sector salud ha generado cambios significativos en la vida de las personas con discapacidad, especialmente en contextos como Colombia. Una de las innovaciones más destacadas es la utilización de la impresión 3D para fabricar prótesis personalizadas. Según la Agencia Anadolu (2019), en Colombia se desarrollan proyectos que producen prótesis mediante impresoras 3D, incorporando diseños inspirados en superhéroes dirigidos principalmente a niños. Esta estrategia no solo responde a necesidades funcionales, sino que también aborda aspectos emocionales y psicológicos del proceso de rehabilitación, reflejando la integración de la ciencia y la tecnología con el bienestar social.

Las prótesis convencionales suelen ser costosas y limitadas en términos de accesibilidad para familias con bajos ingresos. En cambio, las prótesis impresas en 3D representan una opción más económica y adaptable a cada usuario. De acuerdo con la Agencia Anadolu (2019), estas alternativas pueden reducir entre un 60 % y 80 % los costos frente a una prótesis tradicional, que puede oscilar entre 10 y 40 millones de pesos colombianos. Esta reducción de gastos facilita que más personas puedan acceder a dispositivos funcionales, beneficiando especialmente a poblaciones vulnerables.

El impacto de las prótesis impresas en 3D va más allá de lo físico. Los diseños inspirados en superhéroes influyen directamente en la autoestima y la aceptación social de los niños, quienes perciben estos dispositivos como símbolos de resiliencia y empoderamiento personal (Agencia Anadolu, 2019). Portar una prótesis con elementos lúdicos y atractivos fomenta orgullo y sentido de pertenencia, contribuyendo a la construcción de una identidad positiva frente a la discapacidad.

Además, la impresión 3D se consolida como un instrumento de equidad social en Colombia. Estos proyectos no solo mejoran el bienestar físico y psicológico de los menores, sino que también disminuyen la brecha en el acceso a servicios especializados (Agencia Anadolu, 2019). Para miles de niños y jóvenes con discapacidad congénita o adquirida, la posibilidad de acceder a prótesis asequibles y funcionales representa un avance sustancial en su calidad de vida.

Estas experiencias aportan un enfoque innovador en la rehabilitación infantil, que trasciende la recuperación funcional. Según la Agencia Anadolu (2019), los diseños lúdicos y estéticamente atractivos favorecen la inclusión social, reduciendo estigmas y promoviendo entornos más empáticos y respetuosos hacia los niños en situación de vulnerabilidad. Finalmente, los proyectos de prótesis 3D en Colombia muestran cómo la innovación tecnológica puede garantizar derechos fundamentales y promover la igualdad de oportunidades, transformando realidades y fortaleciendo la equidad social (Agencia Anadolu, 2019).

Metodología

El presente estudio se llevó a cabo bajo un enfoque cualitativo descriptivo, con el propósito de comprender de manera profunda las experiencias, percepciones y transformaciones de las víctimas del conflicto armado en Nariño, especialmente en relación con el uso de prótesis impresas en 3D. Este enfoque permitió explorar fenómenos complejos desde la perspectiva de los participantes, considerando sus contextos de vida y la interacción con tecnologías innovadoras, abarcando aspectos técnicos, sociales y emocionales (Sánchez Torres, 2018; Rehabilitación Integral, 2020).

Justificación metodológica

La elección de un enfoque cualitativo se fundamenta en la necesidad de captar la voz de los usuarios y analizar cómo la introducción de tecnologías avanzadas puede influir en la autonomía, la calidad de vida y la integración social de personas afectadas por el conflicto armado. Este enfoque descriptivo es adecuado porque permite:

1. Captar la experiencia subjetiva de los participantes y sus percepciones sobre la rehabilitación.
2. Analizar transformaciones funcionales, emocionales y sociales derivadas del uso de prótesis.
3. Incorporar técnicas participativas que respeten los saberes, tiempos y formas de expresión de los usuarios, fortaleciendo la pertinencia de los hallazgos (Rehabilitación Integral, 2020).

De este modo, la metodología facilita la generación de evidencia útil para innovaciones sociales, permitiendo comprender cómo soluciones tecnológicas accesibles contribuyen al bienestar, la inclusión y la autonomía de poblaciones vulnerables (Sánchez Torres, 2018).

Muestra

Se seleccionó una muestra intencional no probabilística de 20 personas, víctimas del conflicto armado colombiano, con experiencia directa en el uso de prótesis impresas en 3D. La muestra incluyó hombres y mujeres entre 25 y 60 años, residentes en Pasto, Tumaco, Barbacoas y Samaniego (Nariño). Doce participantes eran civiles afectados por minas antipersona y ocho, excombatientes desmovilizados, garantizando diversidad de experiencias y perspectivas sobre la rehabilitación tecnológica (Rehabilitación Integral, 2020). Esta estrategia de muestreo priorizó la riqueza y relevancia de la información sobre la representatividad estadística.

Técnicas e instrumentos de recolección

Se emplearon tres técnicas cualitativas y participativas:

1. Entrevistas semiestructuradas: 12 entrevistas individuales realizadas entre octubre de 2024, en espacios definidos como seguros por los participantes, explorando adaptación física y emocional, autonomía funcional y percepción del acompañamiento psicosocial (Sánchez Torres, 2018).
2. Grupos focales: dos sesiones en noviembre de 2024, con cuatro participantes cada una, en Barbacoas y Samaniego, para identificar retos comunes y estrategias colectivas de afrontamiento (Rehabilitación Integral, 2020).
3. Observación participante: tres jornadas en laboratorios comunitarios y centros de innovación, registrando la interacción directa con las prótesis, procesos de aprendizaje y niveles de autonomía (Sánchez Torres, 2018).

Análisis de la información

Los datos fueron codificados y analizados mediante Atlas.ti, aplicando codificación abierta y categorización temática. Esto permitió identificar patrones comunes, diferencias individuales,

efectos transformadores en la vida cotidiana y el bienestar psicosocial. Las categorías emergentes facilitaron interpretar los hallazgos en relación con los objetivos de rehabilitación, inclusión social y diseño tecnológico (Rehabilitación Integral, 2020).

Relación con la innovación social

El proyecto de prótesis 3D constituye una innovación social al ofrecer soluciones accesibles, personalizadas y de bajo costo para poblaciones vulnerables. Además de evaluar los efectos técnicos, analiza su impacto psicosocial, económico y comunitario, fomentando la inclusión y autonomía de los participantes y contribuyendo al desarrollo de políticas de rehabilitación más equitativas (Sánchez Torres, 2018).

Análisis preliminar del TRL

El proyecto se encuentra en un nivel TRL 6-7 (Technology Readiness Level), dado que las prótesis han sido probadas en entornos relevantes, se ha validado su adaptabilidad funcional en usuarios reales y se requiere ampliar la implementación para alcanzar niveles de adopción generalizada (Rehabilitación Integral, 2020).

Consideraciones éticas

Se cumplieron principios éticos fundamentales: consentimiento informado, confidencialidad, voluntariedad y reconocimiento de la capacidad de decisión de los participantes. Además, se implementaron medidas de protección para evitar riesgos físicos, emocionales o sociales durante la investigación (Sánchez Torres, 2018; Rehabilitación Integral, 2020).

Resultados

El estudio se centró en un proyecto comunitario colaborativo orientado al diseño, producción y entrega de prótesis impresas en 3D para víctimas del conflicto armado en el departamento de Nariño. Esta iniciativa se desarrolla principalmente en zonas rurales con altos niveles de pobreza y limitada oferta de servicios de rehabilitación. El proyecto integra componentes tecnológicos, psicosociales y comunitarios, abordando de manera integral las secuelas de amputaciones ocasionadas por minas antipersona, enfrentamientos armados u otros hechos de violencia directa (Giacconi et al., 2019; Ríos Mesa, 2020).

Funcionamiento de la experiencia

El proyecto opera mediante una red colaborativa que incluye universidades como la Universidad de Nariño y la UNAD, organizaciones sociales, líderes comunitarios y las propias víctimas. Sus principales actividades comprenden: identificación y caracterización de beneficiarios; acompañamiento psicosocial para evaluar expectativas, necesidades y temores; co-diseño participativo donde los usuarios contribuyen con ideas sobre forma, tamaño, color y funcionalidad; fabricación mediante impresión 3D utilizando materiales ligeros, reciclables y de bajo costo; capacitación técnica y emocional; y una red de mentorías que fomenta liderazgo y apoyo mutuo. Las actividades se desarrollan en laboratorios comunitarios, aulas móviles y espacios gestionados por alcaldías y organizaciones sociales en municipios como Pasto, Tumaco, Barbacoas y Samaniego.

Resultados físicos, emocionales y sociales

Los hallazgos evidencian mejoras en tres dimensiones:

1. **Funcionalidad física y autonomía:** El 95 % de los participantes reportó avances significativos en movilidad y desempeño diario, incluyendo caminar, montar bicicleta, realizar labores agrícolas y participar activamente en dinámicas familiares y comunitarias. Las prótesis 3D facilitaron la reintegración a entornos productivos y sociales, fortaleciendo la independencia funcional (Giaconi et al., 2019).
2. **Bienestar emocional y salud mental:** El 80 % de los usuarios percibió disminución de síntomas de ansiedad, aislamiento, tristeza o pérdida de autoestima. La participación en el co-diseño fortaleció la autoeficacia, el sentido de control sobre el propio cuerpo y contribuyó a reducir estigmas sociales (Ríos Mesa, 2020).

Relación con la innovación social

Esta iniciativa constituye un modelo integral de innovación social, al ofrecer soluciones tecnológicas accesibles y participativas para problemáticas derivadas del conflicto armado. Destaca la participación activa de las víctimas, la tecnología adaptada al contexto territorial, la transformación de vidas y entornos, y la escalabilidad del modelo, replicado en municipios como Policarpa y El Charco. La reducción de costos, la eliminación de barreras burocráticas y el reconocimiento del usuario como co-creador consolidan su carácter inclusivo y sostenible.

Nivel de maduración tecnológica y social (TRL)

Según el índice TRL, el proyecto alcanza el nivel 7, evidenciado por prototipos funcionales, pruebas en entornos reales y documentación técnica para su escalamiento. En el ámbito social, muestra madurez avanzada al promover liderazgo comunitario, articularse con redes locales de salud, educación y tecnología, e incluir mecanismos de evaluación participativa y mejora continua.

Conclusión del análisis de resultados

La experiencia de fabricación y uso de prótesis 3D en Nariño trasciende la recuperación física, constituyendo un proceso de reparación simbólica que reconstruye vidas afectadas por la violencia, fortalece la cohesión comunitaria y fomenta narrativas de dignidad. La innovación tecnológica, integrada al territorio y con la participación activa de las víctimas, se revela como una herramienta de resiliencia colectiva y paz (Giaconi et al., 2019; Ríos Mesa, 2020).

Discusión

Los resultados de este estudio muestran que la impresión 3D de prótesis trasciende su función técnica, constituyéndose como una herramienta de transformación social en el departamento de Nariño. Estas tecnologías permiten mejorar la autonomía, la dignidad y la reconstrucción del proyecto de vida de las víctimas del conflicto armado (Laboratorio de Innovación Ciudadana por la Paz, 2018).

Los hallazgos también coinciden con investigaciones previas que resaltan el impacto positivo del co-diseño de prótesis en la autonomía, el bienestar emocional y la integración social (Giacconi et al., 2019; Ríos Mesa, 2020).

Factores Clave para la Sostenibilidad del Modelo

La continuidad y efectividad de estas iniciativas depende de varios elementos fundamentales, entre ellos:

- Formación de talento humano local. Capacitar técnicos y profesionales regionales asegura procesos de calidad.
- Sostenibilidad financiera. Requiere modelos de bajo costo y fuentes de financiación.
- Articulación con políticas públicas. Deben incluirse en planes de atención a víctimas.
- Participación comunitaria. Garantiza pertinencia cultural y apropiación social.

Implicaciones para Otros Territorios

Este modelo es replicable en otras zonas afectadas por el conflicto, adaptándolo a condiciones climáticas, sociales y culturales. En contextos de posconflicto, la innovación

tecnológica debe promover bienestar integral y reparación simbólica. Las prótesis 3D representan una forma de reparación integral, donde tecnología y esperanza se entrelazan para reconstruir vidas y fortalecer el tejido social.

Conclusiones

La experiencia implementada en Nariño evidencia que la impresión 3D aplicada a prótesis constituye una herramienta integral para la rehabilitación física, emocional y social de las víctimas del conflicto armado. Estas prótesis permiten recuperar la movilidad y la autonomía, al tiempo que fortalecen la autoestima, la identidad personal y el sentido de pertenencia, elementos esenciales para la reconstrucción social y emocional. Además, los resultados destacan el valor del co-diseño participativo como un factor que potencia la efectividad de los procesos de rehabilitación y promueve la participación activa de los usuarios (Giacconi et al., 2019; Ríos Mesa, 2020).

Los hallazgos muestran que la recuperación funcional, el bienestar emocional y el empoderamiento comunitario están interrelacionados. La mayoría de los beneficiarios reportó mejoras significativas en movilidad y desempeño diario, mientras que un alto porcentaje manifestó reducción de síntomas asociados a ansiedad, tristeza o aislamiento. Asimismo, varios participantes adquirieron habilidades de liderazgo y mayor involucramiento comunitario, evidenciando cómo la tecnología puede funcionar como un motor de resiliencia y cohesión social (3Dnatives, 2024).

Desde la perspectiva de innovación social, el proyecto se destaca por combinar soluciones técnicas con acompañamiento psicosocial, co-diseño participativo, formación técnica y participación comunitaria. La implementación de prótesis 3D no solo facilita el acceso a dispositivos funcionales y económicos, sino que también contribuye a la cohesión social, genera un sentido de agencia en los beneficiarios y ayuda a reducir brechas históricas de inequidad (Laboratorio de Innovación Ciudadana por la Paz, 2018).

Los resultados sugieren la importancia de integrar estas tecnologías en políticas públicas de rehabilitación y atención a víctimas del conflicto, lo que permitiría ampliar la cobertura, mejorar la accesibilidad y consolidar procesos de reparación integral. La escalabilidad y adaptabilidad de las prótesis 3D facilitan la replicación de este modelo en otros territorios, considerando las particularidades culturales y sociales de cada región.

Finalmente, el proyecto refleja el potencial de instituciones como la UNAD y la Universidad de Nariño para articular investigación, tecnología e intervención social. La participación de estudiantes y profesionales en diseño, análisis y acompañamiento promueve la formación interdisciplinaria y la producción de conocimiento aplicable a contextos de posconflicto. En síntesis, la implementación de prótesis impresas en 3D en Nariño no solo restaura capacidades físicas, sino que reconstruye proyectos de vida, fortalece el tejido social y contribuye a la consolidación de la paz territorial, evidenciando que la tecnología, combinada con participación activa y acompañamiento psicosocial, es un motor de transformación y resiliencia colectiva.

Referencia

- 3Dnatives. (2024). *Entrevista a Esteban Rojas sobre el impacto de la impresión 3D en la inclusión de personas con discapacidad en Colombia*.
<https://www.3dnatives.com/es/humanos-3d-protesis-al-alcance-de-todos-28102024/>
- Agencia Anadolu. (2019, 28 de agosto). *Empresa en Colombia utiliza impresoras 3D para crear prótesis con diseños de superhéroes para niños discapacitados*. Agencia Anadolu.
<https://www.aa.com.tr/es/pg/galer%C3%ADa-im%C3%A1genes/empresa-en-colombia-utiliza-impresoras-3d-para-crear-pr%C3%B3tesis-con-dise%C3%B1os-de-superh%C3%A9roes-para-ni%C3%B1os-discapacitados/0>
- Congreso de la República de Colombia. (2011). *Ley 1448 de 2011: Ley de Víctimas y Restitución de Tierras*. Diario Oficial No. 48.096.
<https://www.unidadvictimas.gov.co/sites/default/files/documentosbiblioteca/ley-1448-de-2011.pdf>
- Giaconi, C., Nahuelhual, P., Dote, J., Cubillos, R., Fuentes, G., & Zúñiga, J. (2019). Experiencias del uso de ortoprótesis de mano impresa en 3D (Cyborg Beast) en adolescentes con amputación congénita de mano y sus cuidadores principales: Un estudio de casos. *Revista Chilena de Pediatría*, 90(5), 539–546.
<https://doi.org/10.32641/rchped.v90i5.1125>
- Laboratorio de Innovación Ciudadana por la Paz. (2018). *Prótesis 3D para víctimas del conflicto: Proyecto de impresión en 3D de prótesis en código abierto para víctimas de minas antipersonas*. Secretaría General Iberoamericana. <https://www.segib.org/protesis->

[3d-para-victimas-del-conflicto-proyecto-del-laboratorio-de-innovacion-ciudadana-por-la-paz/](#)

Rehabilitación Integral. (s. f.). *Impacto funcional y psicosocial del uso de prótesis de bajo costo en impresión 3D en amputado unilateral de antebrazo: Estudio de un caso.*

<https://www.rehabilitacionintegral.cl/index.php/RI/article/view/43>

Ríos Mesa, A. (2020). *Desarrollo de una prótesis transradial externa para miembro superior basada en impresión 3D* [Trabajo de grado, Universidad de San Buenaventura, Medellín].

https://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/7899/1/Protesis_Miembro_Superior_Rios_2020.pdf

Sánchez Torres, K. C. (2018). *Prótesis de miembro superior impresas en máquina 3D* [Trabajo de grado, Universidad ECCI]. Repositorio Institucional Universidad ECCI.

<https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/1361>

Ventola, C. L. (2014). Medical applications for 3D printing: Current and projected uses. *Pharmacy and Therapeutics*, 39(10), 704–711.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4189>