



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACPYA

FACULTAD DE CONTADURÍA PÚBLICA Y ADMINISTRACIÓN



# Innovación tecnológica verde: Soluciones para mejorar el bienestar y la inclusión social de Personas amputadas

(Green Technological Innovation: Solutions for Enhancing Well-Being and Social Inclusion among People with Amputations)

Araceli Durán-Hernández <sup>1</sup> y Silvia Fabiola González-Macias <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Guadalajara (México), [araduranh@gmail.com](mailto:araduranh@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Guadalajara (México), [siafagoma2@gmail.com](mailto:siafagoma2@gmail.com)

\* Autor de Contacto

## Resumen

**Cómo citar:** Durán-Hernández, A., & González-Macias, S. F. (2026). Innovación tecnológica verde: Soluciones para mejorar el bienestar y la inclusión social de Personas amputadas. *Vinculatégica EFAN*, 12(3), 64–76.

<https://doi.org/10.29105/vtga12.3-1231>

Información revisada por arbitraje tipo doble par ciego.

Recibido: 08 de mayo del 2025

Aceptado: 04 de junio del 2025

Publicado: 29 de mayo del 2026

A nivel global, se estima que 65 millones de Personas viven con algún tipo de amputación y requieren acceso a servicios protésicos (relativo a prótesis médicas). En México, se realizan aproximadamente 75 amputaciones diarias en hospitales públicos, lo que equivale a 25,000 anuales, de extremidades superior e inferior. (ATscale, 2020; UNAM Global, 2022; Rompte Mueve, 2022). Se utilizó una metodología documental, cualitativa, exploratoria y longitudinal, cuyo objetivo es develar la relevancia social, económica y ambiental mediante la tecnología verde específicamente para prótesis de mano/s. La investigación se centra en documentar y explorar el desarrollo de tecnologías sostenibles elaboradas con materiales reciclados, como el PET 1 (Polietileno Tereftalato), para fomentar la inclusión. Aportando una perspectiva integral para futuras investigaciones en torno a aplicaciones prácticas en el campo de las prótesis sostenibles. Los resultados evidencian que la innovación verde ha evolucionado significativamente, ofreciendo soluciones sociolaboral con notable efecto positivo para las Personas amputadas mejorando su calidad de vida.

**Palabras clave:** Inclusión Social, Economía Creativa, Innovación Tecnológica Verde.

**Códigos JEL:** J14, I31, O32, O35, Q55, Q56.

## Abstract

Globally, it is estimated that 65 million people live with some type of amputation and require access to prosthetic services related to medical prostheses. In Mexico, approximately 75 amputations are performed daily in public hospitals, equivalent to 25,000 amputations per year, involving both upper and lower limbs (ATscale, 2020; UNAM Global, 2022; Rompte Mueve, 2022). A documentary, qualitative, exploratory, and longitudinal methodology was used, with the objective of revealing the social, economic, and environmental relevance of green technology, specifically in the development of hand prostheses. The research focuses on documenting and exploring the development of sustainable technologies made from recycled materials, such as PET 1 (polyethylene terephthalate), in order to promote inclusion. This study provides an integral perspective for future research on practical applications in the field of sustainable prosthetics. The results show that green innovation has evolved significantly, offering socio-occupational solutions with a notable positive effect on amputees, thereby improving their quality of life.

**Key words:** Social Inclusion, Creative Economy, Green Technological Innovation

**JEL Codes:** J14, I31, O32, O35, Q55, Q56.



**Copyright:** © 2026 por los autores; licencia no exclusiva otorgada a la revista Vinculatégica EFAN. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo una licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0). Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## Introducción

A nivel global, se estima que aproximadamente 65 millones de Personas son candidatas a algún tipo de amputación, requiriendo acceso a soluciones protésicas (relativo a prótesis médicas). (ATscale, 2020). En México, la alta incidencia de amputaciones parciales y totales de extremidades superior e inferior es alarmante. En hospitales públicos a nivel nacional como el IMSS e ISSSTE se realizan un promedio de 75 procedimientos diarios, lo que equivale a aproximadamente 25,000 amputaciones al año. La presente investigación se centra específicamente en documentar-explorar el desarrollo de prótesis sostenibles de mano/s en México. (UNAM Global, 2022; Rompte Mueve, 2022).

Este fenómeno representa desafíos significativos para los sistemas de salud pública, el bienestar personal y el acceso a la innovación de tecnologías médicas avanzadas. Estas tecnologías son cruciales para la rehabilitación, movilidad, reintegración y desarrollo de las Personas que, amputadas, quienes enfrentan barreras económicas, físicas y sociales que limitan su plena participación. En este contexto, el acceso a servicios protésicos de calidad sigue siendo una problemática latente, especialmente en países en vías de desarrollo, donde los costos son elevados y la disponibilidad a través de programas sociales es limitada. Es imperativo avanzar hacia sistemas protésicos que sean sostenibles y accesibles para elevar la calidad de vida en los usuarios al igual que la reducción en el impacto ambiental asociado con la fabricación de dispositivos convencionales.

La innovación tecnológica verde, aplicada al desarrollo de prótesis a partir de materiales reciclados como el PET (Polietileno Tereftalato), específicamente (1) identificado por la Plastics Industry Association (2025), emerge como una alternativa efectiva que puede combinar la “sostenibilidad” (capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la disponibilidad de recursos ambientales para generaciones futuras) con la inclusión social. De manera complementaria, la economía creativa impulsa el desarrollo de soluciones innovadoras enfocadas en el diseño, promoviendo prótesis funcionales, accesibles con equilibrio ecológico.

A pesar de los avances en el ámbito de las prótesis médicas, persiste un vacío en la literatura científica respecto a enfoques interdisciplinarios que integren de manera holística la innovación tecnológica verde, sostenibilidad y la inclusión social. La presente investigación aborda esta brecha proporcionando una perspectiva a/de 360° sugiriendo modelos basados en la economía circular y destacando la necesidad de una mayor exploración en este campo emergente. Las investigaciones previas se han centrado en la funcionalidad de las prótesis, así como sus aspectos biomédicos y biomecánicos, dejando en un segundo plano la importancia de la sostenibilidad, el impacto humano y el acceso equitativo a estas tecnologías. El objetivo del estudio es develar la relevancia social, económica y ambiental mediante la innovación tecnológica verde específicamente en el diseño y

producción de/para prótesis de mano/s, explorando su contribución a la inclusión social y el óptimo uso de los recursos. Se adopta un enfoque metodológico documental, cualitativo, longitudinal y exploratorio; Cabe señalar que, dado el carácter exploratorio, no se plantea la formulación de hipótesis.

## **Justificación**

La presente investigación responde a un vacío teórico al integrar las variables propuestas; Si bien en otras regiones del mundo existen estudios que exploran estos aspectos, en México se abordan de manera independiente estos temas y han recibido escasa atención. Se requiere desarrollar propuestas que fortalezcan la innovación tecnológica verde, en el diseño de prótesis para mano/s, asegurando un uso óptimo de los recursos medioambientales y contribuyendo a la inclusión social.

Desde una *dimensión teórica*, esta investigación aporta un enfoque innovador al vincular la innovación tecnológica verde con la economía creativa. En la *dimensión económica* busca generar alternativas que permitan a las Personas en situación de exclusión acceder de manera mayormente rápida y con calidad a prótesis sostenibles, en la *dimensión descriptiva* busca visibilizar una problemática existente, *la dimensión humanista y social* destaca la dignidad y el valor intrínseco de las Personas posibilitando una reinserción social. En este contexto, la teoría de la autorrealización de Maslow (1943) (Jerarquía de las necesidades humanas) cobra especial relevancia, ya que el acceso a tecnologías inclusivas facilita el desarrollo Personal.

## **Preguntas**

- ¿Cuál ha sido la evolución en el desarrollo de prótesis de mano/s sostenibles?
- ¿Cuál es el impacto social, económico y ambiental de las prótesis elaboradas con materiales reciclados?
- ¿Cuáles son los principales retos y desafíos en la implementación de este tipo de tecnologías protésicas en México?

## **Marco teórico**

### ***Personas con discapacidad***

Como definición las Personas con Discapacidad (PCD) son aquellas que presentan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales de carácter permanente y que, al interactuar con su entorno, enfrentan barreras que limitan su participación social plena y efectiva. Estas barreras les impiden acceder a condiciones de igualdad en comparación con las Personas *sin* discapacidad. (Naciones Unidas, 2006; González-Macías, 2021).

Actualmente, más de mil millones de Personas viven con algún tipo de discapacidad, de las cuales alrededor de 200 millones enfrentan dificultades significativas y se prevé que la discapacidad será un motivo de mayor preocupación en el futuro al estar aumentando su prevalencia. La discapacidad es un concepto multifacético que incluye tres dimensiones principales: *Deficiencias*, (problemas estructurales o funciones del cuerpo); *limitaciones* en la actividad, (dificultades para realizar tareas o acciones específicas); y *restricciones* en la participación, (obstáculos para involucrarse plenamente en la vida cotidiana). Este fenómeno es complejo, ya que surge de la interacción entre las características individuales, condiciones sociales y ambientales del entorno en el cual se desenvuelven. Es crucial entender que cada discapacidad afecta de manera única y pueden ser *permanentes, temporales, visibles e invisibles*. Razón por la cual no existe una clasificación única, ya que depende del grado de impacto y tipo. (Organización Mundial de la Salud, 2021a).

### ***Personas amputadas de miembro superior***

Dentro del amplio espectro de la discapacidad física, la amputación (cortar y separar enteramente del cuerpo un miembro o una porción) se estima que esta condición afecta mundialmente alrededor de 3 millones de Personas de donde 2.4 millones radican en países en desarrollo. Cabe señalar que la falta de registros precisos a nivel internacional y nacional dificulta la obtención de cifras mayormente exactas. *Para el presente análisis la amputación del miembro superior se considera TOTAL (perdida completa de toda la estructura de la/s mano/s)*. (Hussain et al., 2019).

Las amputaciones del miembro superior son, en su mayoría, de origen traumático (consecuencia directa o daño causado por un evento físico externo). Estas intervenciones se realizan únicamente cuando la preservación o reimplantación del miembro no es viable, siendo las causas secundarias las infecciones, tumores, patologías (enfermedades) vasculares (trastorno que afecta los vasos sanguíneos fuera del corazón y el cerebro), congelaciones y quemaduras. (Vargas y Flor, 2019; Subirana Pérez, 2021).

En el ámbito de la traumatología (especialidad médica esencial para el manejo de lesiones y para devolver al paciente su funcionalidad y bienestar), las amputaciones se clasifican en tres tipos principales: traumáticas, de rescate y de necesidad. Se pueden diferenciar entre transitorias (cuando se conserva la mayor parte de tejido y es posible una reconstrucción) y definitivas (para garantizar la mejor funcionalidad con un cierre cutáneo adecuado).

Los avances tecnológicos han revolucionado el tratamiento y resultados de las amputaciones mediante innovaciones en protetización (relativo a prótesis), proporcionando soluciones que mejoran la movilidad, la adaptación y la calidad. Se pueden clasificar en estéticas (restaurar la apariencia física) o pasivas (mejorar apariencia y ofrece funcionalidad básica). (Mathieu et al. 2021).

Las Personas amputadas de miembro superior enfrentan desafíos físicos y psicológicos altamente significativos, como la pérdida de la funcionalidad en actividades cotidianas, la adaptación a prótesis, recuperación de seguridad y autoestima, etc. lo que podría afectar su desarrollo psicosocial y laboral debido a la estigmatización.

Adicionalmente, el alto costo de las prótesis convencionales limita su acceso lo que restringe su autonomía, reintegración y humanismo. En este contexto, las prótesis garantizan el acceso a tecnologías asequibles, rehabilitación especializada e inclusión ergo la promoción de estas condiciones fortalece su capacidad de autodeterminación y participación equitativa.

## **Inclusión social**

El proceso de inclusión busca garantizar que todas las Personas, independientemente de sus características, tengan acceso a las mismas oportunidades, recursos y derechos en ámbitos académicos, laboral, social y cultural. Para ello, es esencial la búsqueda de formas con índole excluyente.

El nivel de civilización de una nación se determina por su capacidad de inclusión, lo que implica eliminar prejuicios al fomentar la accesibilidad y la calidad de vida de las Personas, con el aprovechamiento de las tecnologías actuales. Dada la necesidad apremiante de lograr una inclusión exitosa, se otorga una creciente relevancia a las relaciones interpersonales, el capital social y la participación comunitaria como elementos fundamentales, contribuyendo al derecho civil y a una garantía en la igualdad de oportunidades. (Tobias y Mukhopadhyay, 2017; Simplican et al., 2015, González-Macías, 2021).

La inclusión social representa un desafío multidimensional que requiere *superar* barreras estructurales, actitudinales y tecnológicas. Para superarlas, es esencial impulsar un cambio social y cultural en conjunto con el desarrollo de proyectos tecnológicos asequibles. Los cuales son elementos clave para garantizar su integración efectiva. (Organización Mundial de la Salud, 2021b).

No obstante, la estigmatización sigue siendo un inconveniente significativo, lo que resalta la necesidad de políticas y programas de sensibilización que fomenten la equidad y la igualdad. Desde una perspectiva de derechos humanos, implica promover el respeto por la autonomía y la dignidad; En este contexto, la innovación tecnológica, la accesibilidad y la transformación social se consolidan como pilares esenciales para construir sociedades verdaderamente integradoras. Este enfoque no se centra en las limitaciones, sino en el reconocimiento y fortalecimiento de las capacidades individuales. En consecuencia, la discapacidad no debe de considerarse únicamente como un atributo Personal, sino como el resultado de un conjunto complejo de condiciones (físicas y sociales). (Victoria Maldonado, 2013).

## **Economía creativa y sostenibilidad**

### ***Economía creativa***

La economía creativa (EC) es un modelo económico basado en la generación de conocimiento, innovación y creatividad para generar desarrollo. Abarca sectores como el diseño, tecnología, arquitectura entre otros donde la creatividad es un recurso clave para fomentar la inclusión social.

Al ser la creatividad una habilidad/herramienta vinculada a la naturaleza humana definida por la RAE como 1.f. Facultad de crear 2. f. Capacidad de Creación. Por ende “La creatividad es la capacidad humana para diseñar partiendo de ideas que antes no tenían interconexión, siendo un vínculo que permite crear y moldear métodos o técnicas que le permitan arribar y descubrir una respuesta nueva y original” (González-Macías, 2021).

A partir de lo anterior, se puede comprender que la creatividad es una capacidad inherente a las Personas, la cual se manifiesta en diversos ámbitos y contextos. En el campo de la fabricación de prótesis de mano/s, la economía creativa juega un papel crucial al promover el uso de tecnologías innovadoras (impresión 3D), con materiales reciclados. Esta herramienta facilita el diseño y producción de alternativas personalizadas y accesibles. (Torres 2017)

### ***Sostenibilidad en la economía creativa***

Para los fines del análisis se define la “sostenibilidad” como la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la disponibilidad de recursos ambientales para generaciones futuras. En el contexto de la economía creativa, la sostenibilidad implica desarrollar e integrar principios responsables en modelos, proyectos y procesos en todas sus etapas (antes, durante y después de su creación e implementación). Estos deben de ser rentables, innovadores, respetuosos e inclusivos.

Con el objetivo de crear y equilibrar el crecimiento económico con innovación centrada en las Personas y fomentando un uso responsable de los recursos para minimizar el impacto ambiental. La sostenibilidad en la economía creativa se consolida como un pilar fundamental para el diseño de estrategias viables, éticas, equitativas y resilientes a largo plazo.

Esto se logra mediante modelos circulares (materiales reutilizados) que se transforman en nuevas aplicaciones/productos impulsando la economía regenerativa. (UNESCO, 2021). Es relevante destacar que la economía creativa facilita la convergencia entre la innovación tecnológica digital (centrada en las Personas) y sostenibilidad mediante el desarrollo de propuestas accesibles, como la fabricación de prótesis externas mediante el uso de Rpet (recycled PET). Estimulando la colaboración multidisciplinaria de/en diversas disciplinas. (FONDECYT, 2020).

## **Innovación tecnológica verde**

También conocida como eco innovación o innovación sostenible, se define como la identificación, reacondicionamiento, modificación, creación, adopción y difusión de productos, procesos o modelos ya existentes generando valor añadido al contribuir respetuosamente a la atenuación del impacto ambiental en la medida de lo posible. Este tipo de innovación surge de la adopción de tecnologías ya existentes, reconfigurando el cómo hacer (su uso) para hacerlas mayormente sostenibles. Implica un enfoque holístico que considere todo el ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final, buscando siempre la eficiencia y la utilidad.

Los conceptos de “usar y tirar” refleja sin duda la economía lineal actual, aumentando la volatilidad de los precios de los recursos y posibles interrupciones del suministro de materia prima; En la actualidad solo el 8.6% de la economía global es circular, ergo representa un desafío para el crecimiento social y económico a largo plazo. Könnölä (2020) Desde una perspectiva internacional se vislumbra la agenda 2030 con los Objetivos de desarrollo sostenible (ODS): 8 el cual promueve el crecimiento económico inclusivo y sostenible y el ODS: 13 proponiendo actuar de manera urgente en cuestiones climáticas. (Naciones Unidas, 2006).

Más allá de los conceptos vinculados con agendas políticas es relevante extender la atención a la economía tecnológica como un modelo de negocios basado en bienes y servicios que se derivan en una serie de elementos tales como habilidades digitales y equipos (Hardware, software y comunicaciones) enfatizando que la transformación digital genera oportunidades, eficiencia y eficacia.

La innovación tecnológica verde en las áreas de desarrollo social brinda alternativas nuevas, mejoradas y accesibles, abordando los desafíos que enfrentan las Personas en circunstancias de desventaja y exclusión, cuyas necesidades no son propiamente satisfechas por el mercado. Esta circunstancia/contexto y condición desde la base económica normativa debería de llevarse a cabo mediante un proceso de inclusión, basado en tecnologías que desarrollen una solución que utilice asociaciones multidisciplinarias como iniciativas de reusó y reciclaje de materiales.

En las áreas médicas, las prótesis desempeñan un papel fundamental que brindan posibilidades a Personas que, debido a amputaciones, se enfrentan a una nueva realidad de vida tras un diagnóstico crítico, derivado de diversas circunstancias. Los avances en el desarrollo de prótesis han progresado significativamente gracias a la colaboración multidisciplinaria entre las ciencias biológicas e ingeniería, permitiendo la creación de dispositivos cada vez más sofisticados, adaptativos y funcionales.

En este contexto, destaca la manufactura digital directa, mediante la (impresión 3D) que ha revolucionado el proceso productivo de prótesis adaptativas. Esta tecnología posibilita la creación de

dispositivos altamente personalizados, optimizando recursos y reduciendo significativamente los costos de elaboración. Además, el uso de materiales reciclados, como el PET, no solo fomenta la inclusión social, sino que también contribuye a la reducción del impacto ambiental, alineándose con los principios de sostenibilidad e innovación responsable.

Las prótesis son dispositivos diseñados para sustituir o complementar partes del cuerpo humano que han sido afectadas y amputadas. Su propósito principal es restaurar, la funcionalidad de la extremidad perdida, mejorar la calidad de vida del usuario e impulsar su integración social. En la actualidad, el desarrollo de prótesis no solo busca replicar la apariencia de la extremidad ausente, ya que la pretensión es proporcionar/dotarlas de capacidades operativas naturales y que les permitan desenvolverse de manera activa e independiente. Desiderio Moreira y Becerra Moran (2024)

La impresión 3D (tres dimensiones: largo, ancho y alto), es un proceso de manufactura digital directa que permite la fabricación de objetos tridimensionales a partir de un modelo digital que añade profundidad y realismo a la representación. Funciona mediante la adición controlada de material capa por capa, lo que facilita la producción de estructuras complejas con alta precisión y flexibilidad en el diseño, optimizando el uso de materiales y reduciendo desperdicios.

El resultado final de la impresión 3D varía dependiendo del tipo de impresora, la tecnología (software de diseño) empleado y las propiedades del material, lo que influye en la resistencia, acabado y durabilidad del producto. En el desarrollo de prótesis de alta calidad, se recomienda el uso de impresoras de modelado por deposición fundida (FDM) para generar piezas con buena resistencia mecánica y bajo costo, o el de sinterización selectiva por láser (SLS) para estructuras más ligeras y con mayor resistencia al desgaste.

Se sugiere, el uso de filamentos de PET reciclado en impresoras FDM ya que se ha demostrado ser una alternativa sostenible y viable para la producción de prótesis externas funcionales y accesibles, reduciendo costos y el impacto ambiental sin comprometer la resistencia del material. (Cruz Sánchez et al., 2014).

*En el apartado sucesivo se explora el PET de manera general para conocimiento del lector.*

## **Tereftalato de Polietileno**

El tereftalato de polietileno (PET) es un polímero termoplástico tipo de poliéster (resina plástica que se utiliza para fabricar plásticos) resistente a la humedad utilizado en la fabricación de envases altamente resistente al desgaste y deformación térmica. Su versatilidad permite procesarlo a través de técnicas como inyección, soplado de preforma, moldeado por deposición fundida entre otras, lo que permite crear prototipos funcionales de una forma rápida y sencilla. Su ligereza y capacidad de reciclaje al 100 % lo convierten en una opción sostenible y funcional para diversas aplicaciones,

incluyendo la industria protésica externa. (SINTAC, 2022)

Su clasificación con el código de reciclaje *1* indica que es uno de los plásticos más fáciles de transformar, esto lo convierte en una opción clave dentro de la economía circular. Es importante *detallar sin profundidad* el proceso de aprovechamiento mediante dos métodos principales. *Reciclaje mecánico*: consiste en la recolección, clasificación, lavado y trituración de PET posconsumo, que posteriormente (fragmentado) se funde y reprocesa en pellets (filamentos) para impresión 3D. Por otro lado, el *reciclaje químico* implica la descomposición del PET en sus monómeros originales mediante un proceso de purificación, permitiendo la síntesis del material con una calidad comparable a la original (virgen). Independientemente del método empleado, ya reciclado tiene múltiples aplicaciones, entre ellas biomédicas, donde se utiliza para la fabricación de filamentos para impresión 3D, con el potencial de/para transformarse en prótesis externas y dispositivos médicos de bajo impacto. (Pérez Fernández et al., 2023)

Cabe señalar que una de las ventajas de la transformación es la reducción del impacto ambiental, ya que contribuye a disminuir el consumo de petróleo en la producción de plásticos nuevos. Además, puede reutilizarse múltiples veces sin pérdida significativa de sus propiedades mecánicas, lo que permite la fabricación de innovaciones duraderas y funcionales.

No obstante, la calidad Rpet depende en gran medida de la eficiencia en los procesos de recolección y separación, ya que la presencia de otros plásticos u otros residuos podría comprometer su pureza y afectar el rendimiento del material en su aplicación final. En la actualidad, ha demostrado ser una herramienta fundamental en la investigación científica en diversas disciplinas, áreas y prácticas facilitando la planificación de una respuesta personalizada en menor tiempo.

## Metodología

Documental, cualitativa, exploratoria y longitudinal, cuyo objetivo es develar la relevancia social, económica y ambiental mediante la tecnología verde en el diseño de prótesis para mano/s; Para responder a las preguntas de la investigación, se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva en diversas bases de datos científicas, como Scopus, Google Scholar, Web of Science, ResearchGate, ProQuest, Redalyc. Esta estrategia permitió un análisis sistemático para acceder, organizar e interpretar la relación entre variables en distintos momentos, siguiendo el enfoque propuesto de Thomson y McLeod (2015).

## Resultados

La evolución en el desarrollo de las prótesis de mano/s sostenibles se estructura en hitos clave. Los primeros hallazgos documentados se remontan al antiguo Egipto, con descubrimientos de

extremidades con fines estéticos sin funcionalidad mecánica. Elaboradas en madera y cuero, incorporaban uniones mediante cordones dotando flexibilidad. Posteriormente, durante la I guerra mundial, la alta cantidad de amputaciones en EE. UU impulso a la creación de la asociación de fabricantes de extremidades de América y del Comité de Investigación y Desarrollo de Prótesis con el objetivo de mejorar la tecnología enfocada en las Personas. (Valero González, 2020). Actualmente, existen diversos tipos de prótesis (estéticas, pasivas, mecánicas, eléctricas, neumáticas, mioeléctricas y aquellas fabricadas mediante impresión 3D. La evolución de los materiales ha sido un factor clave en su desarrollo, siendo el plástico uno de los más adecuados y utilizados debido a sus propiedades (resistencia, ligereza y adaptabilidad), el PET (Rpet) surge como una alternativa innovadora y ambientalmente sostenible permitiendo su fabricación accesible y eficiente en países en vías de desarrollo con un alto grado de desigualdad abordando una problemática latente en el acceso. La impresión 3D dentro de la tecnología verde, ha facilitado la producción, personalización y bajo costo.

La consideración de materiales reciclados para la elaboración de prótesis genera impactos tangibles significativos desde la dimensión: *Social* diseño y producción de modelos asequibles que mejoran la inclusión social de los usuarios y calidad de vida. (González-Macías, 2021). *Económico* reducción de costos de producción minimizando la dependencia de materias primas, fomentando la creación de nuevas empresas y oportunidades de negocio en el sector de reciclaje contribuyendo al desarrollo económico local. (CIDEI, 2024). *Ambiental* reduce la cantidad de desechos que terminan en vertederos, reduciendo la extracción de materias primas lo cual conserva los recursos naturales y no generando mayor impacto ambiental el cual es no deseado. (Rojas Valadez, 2024)

Entre los principales retos y desafíos destaca la variabilidad de la calidad del Rpet, lo que podría afectar la resistencia y seguridad del dispositivo, siendo fundamental un proveedor comprometido con la calidad y la responsabilidad social para garantizar que los filamentos cuentan con las adecuaciones pertinentes para la fabricación de las prótesis funcionales. (Álvarez Sánchez y Falfán, 2019). Asimismo, la capacitación de los colaboradores requiere tiempo y conocimientos básicos en materiales y manufactura aditiva por lo que la falta de formación especializada podría limitar la correcta producción y desempeño. La aceptación psicológica del usuario ya que implica un proceso de adaptación funcional y emocional para una correcta comprensión de su utilidad.

## Conclusión

La innovación tecnológica verde representa una oportunidad estratégica en la fabricación de prótesis sostenibles. El estudio ha revelado que el uso de materiales reciclados reduce costos y minimiza el impacto ambiental, aunado al bienestar y la inclusión social, integrando principios sostenibles en la

economía creativa y abriendo la posibilidad de escalabilidad a largo plazo. Superar los desafíos asociados requiere un enfoque integral que considere las dimensiones teóricas, económicas, humanistas y sociales.

A partir de estos hallazgos y resultados podemos iniciar la investigación mixta tanto cuantitativa como cualitativa para tener una confianza del 95 % de confiabilidad. Tomando algunas estadísticas de hospitales públicos y privados o alguna institución. Otro desafío que se detectó es el apego sentimental que entrará en la fase del modelo que se empleará en las futuras investigaciones.

## Referencias

- ATscale. (2020). *Product narrative: Prostheses: A market landscape and strategic approach to increasing access to prosthetic devices and related services in low- and middle-income countries*. ATscale, the Global Partnership for Assistive Technology. [https://atscalepartnership.org/sites/default/files/2025-11/PN\\_Prostheses\\_all\\_y\\_final.pdf](https://atscalepartnership.org/sites/default/files/2025-11/PN_Prostheses_all_y_final.pdf)
- Álvarez Sánchez, E., & Falfán, L. (2019). El impacto de la impresión 3D en la construcción de una prótesis de mano. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 7, 27–31. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/4167>
- CIDEI. (2024). *Economía circular: Tejiendo un futuro sostenible a través de prácticas innovadoras y consumo consciente*. <https://cidei.net/economia-circular-colombia/>
- Cruz Sánchez, F. A., Boudaoud, H., Muller, L., & Camargo, M. (2014). Towards a standard experimental protocol for open source additive manufacturing. *Virtual and Physical Prototyping*, 9(3), 151–167. <https://doi.org/10.1080/17452759.2014.919553>
- Desiderio Moreira, J. F., & Becerra Morán, G. E. (2024). *Implementación de una prótesis de brazo mecatrónica personalizada utilizando impresión 3D y tecnología mioeléctrica* [Proyecto integrador, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. DSpace ESPOL. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/62979>
- FONDECYT. (2020). *Diseño, desarrollo e implementación de prótesis mioeléctricas personalizadas de mano con retroalimentación háptica empleando tecnologías de fabricación digital en filamentos de plástico PET reciclado de bajo costo*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://investigacion.pucp.edu.pe/grupos/girab/proyecto/protesis-mioelectricas-personalizadas-de-mano-con-retroalimentacion-haptica-empleando-fabricacion-digital-en-filamentos-plastico-pet/>
- González-Macías, S. F. (2021). *Desarrollo de la ventaja competitiva y oportunidad en PyME mediante la inclusión laboral de personas con discapacidad intelectual. Caso de estudio: Productos Perla Tapatía®* [Tesis de maestría, Universidad de Guadalajara]. Repositorio Institucional de la Universidad de Guadalajara. <https://hdl.handle.net/20.500.12104/92345>
- Hussain, S., Shams, S., & Khan, S. J. (2019). Impact of medical advancement: Prostheses. *In Prosthetics and orthotics*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.86602>
- Könnölä, T. T. T. (2020). El papel de la digitalización: Hacia la economía circular inteligente. *Telos: Cuadernos de Comunicación e Innovación*, (113), 52–59. <https://telos.fundaciontelefonica.com/telos-113-cuaderno-sostenibilidad-covid-19-hacia-la-economia-circular-inteligente/>
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4), 370–396. <https://doi.org/10.1037/h0054346>
- Mathieu, L., Borrini, L., & Murison, J.-C. (2021). Amputaciones y desarticulaciones de los miembros: Miembro superior. *EMC - Técnicas Quirúrgicas - Ortopedia y Traumatología*, 13(4), 1–17. [https://doi.org/10.1016/S2211-033X\(21\)45768-3](https://doi.org/10.1016/S2211-033X(21)45768-3)

- Naciones Unidas. (2006). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad*. <https://social.desa.un.org/issues/disability/crpd/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities-crpd>
- Organización Mundial de la Salud. (2021a). *Discapacidad*. <https://www.who.int/es/health-topics/disability>
- Organización Mundial de la Salud. (2021b, 2 de marzo). *Primera guía mundial de tecnología de asistencia para mejorar la vida de millones de personas*. <https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/first-ever-global-guide-for-assistive-technology-to-improve-the-life-of-millions>
- Pérez Fernández, C., Espinosa, M. M., & Domínguez, M. (2023). Uso de la impresión 3D en la fabricación de prótesis de mano. *Técnica Industrial*, (334), 40–48. <https://doi.org/10.23800/10534>
- Plastics Industry Association. (2025). *We protect, promote, and grow the plastics industry*. <https://www.plasticsindustry.org/>
- Real Academia Española. (s. f.). *Creatividad*. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 26 de junio de 2026, de <https://dle.rae.es/creatividad>
- Rompte Mueve. (2022). *Amputación: Tipos y causas*. <https://romptemueve.org/amputacion-tipos-y-causas/>
- Rojas Valadez, J. C. A. (2023, 24 de octubre). *Reciclaje de residuos con impacto social para grupos vulnerables*. Grupo GISA. <https://grupogisa.mx/reciclaje-de-residuos-con-impacto-social-para-grupos-vulnerables/>
- Simplican, S. C., Leader, G., Kosciulek, J., & Leahy, M. (2015). Defining social inclusion of people with intellectual and developmental disabilities: An ecological model of social networks and community participation. *Research in Developmental Disabilities*, 38, 18–29. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.10.008>
- SINTAC Recycling. (2022). *Los principales usos y características del polietileno de tereftalato*. <https://sintac.es/los-principales-usos-y-caracteristicas-del-polietileno-de-tereftalato/>
- Subirana Pérez, D. (2021). *Diseño y fabricación de prótesis para amputación de dedos con impresión 3D* [Trabajo académico, Universitat Politècnica de Catalunya]. UPCommons. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/339784>
- Thomson, R., & McLeod, J. (2015). New frontiers in qualitative longitudinal research: An agenda for research. *International Journal of Social Research Methodology*, 18(3), 243–250. <https://doi.org/10.1080/13645579.2015.1017900>
- Tobias, E. I., & Mukhopadhyay, S. (2017). Disability and social exclusion: Experiences of individuals with visual impairments in the Oshikoto and Oshana regions of Namibia. *Psychology and Developing Societies*, 29(1), 22–43. <https://doi.org/10.1177/0971333616689203>
- Torres, J. (2017, 25 de agosto). *Las prótesis impresas en 3D que convierten a los niños en superhéroes*. Agencia Anadolu. <https://www.aa.com.tr/es/mundo/las-pr%C3%B3tesis-impresas-en-3d-que-convierten-a-los-ni%C3%B1os-en-superh%C3%A9roes/892661>
- UNAM Global. (2022, 16 de diciembre). *75 amputaciones diarias en México*. Universidad Nacional Autónoma de México. [https://unamglobal.unam.mx/global\\_revista/75-amputaciones-diarias-en-mexico/](https://unamglobal.unam.mx/global_revista/75-amputaciones-diarias-en-mexico/)
- UNESCO. (2021). *International Year of Creative Economy for Sustainable Development, 2021*. <https://www.unesco.org/en/years/international-year-creative-economy-sustainable-development-2021>
- Valero González, J. M. (2020). *Sistematización de prótesis recicladas* [Trabajo fin de máster, Universidad de Zaragoza]. Repositorio de la Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/98558>
- Vargas, O., & Flor, O. (2019). Diseño de un prototipo robótico de mano y antebrazo diestro para prótesis. *Revista Investigación y Desarrollo*, 24, 27–34. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/15ff2b90-1d45-4c5b-b467-88548baf7225>

Victoria Maldonado, J. A. (2013). El modelo social de la discapacidad: Una cuestión de derechos humanos. *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, 46(138), 1093–1109. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0041-86332013000300008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0041-86332013000300008)