Cuaderno de enfermería. Revista científica
Vol. 4(especial2), 21-26, 2026
https://doi.org/10.62574/wovhvx17

Aplicaciones de la bioimpresión 3D en la medicina: revisión narrativa

Applications of 3D bioprinting in medicine: a narrative review

Ferney Alexander Acosta-Paucar
ferneyap42@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Tulcán, Ecuador
https://orcid.org/0009-0008-5285-4602

Jonathan Francisco Acosta-Montenegro
jonathanam39@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Tulcán, Ecuador
https://orcid.org/0009-0001-8793-6754

Robinson Andrés Echeverría-Sosa
robinsones98@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Tulcán, Ecuador
https://orcid.org/0009-0002-5315-5172

Julio Rodrigo Morillo-Cano
ut.juliomorillo@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Tulcán, Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-6910-4041

RESUMEN

Se analizaron las aplicaciones, los beneficios y los desafíos de la bioimpresión 3D en medicina. Se realizó una revisión narrativa de 10 publicaciones en español e inglés, indexadas en PubMed/PMC, SciELO, DOAJ o Crossref y publicadas entre 2016 y 2025. Se identificaron cinco áreas de aplicación: prótesis e implantes personalizados y modelos anatómicos, en fase avanzada o establecida, e ingeniería de tejidos, piel y tejidos blandos y fármacos personalizados, en fase de desarrollo, investigación o experimentación. Los beneficios descritos fueron la adaptación anatómica, la precisión quirúrgica y la optimización del tiempo operatorio; los desafíos fueron la vascularización de los tejidos, la biocompatibilidad de los materiales, los costos y la regulación. La bioimpresión 3D ofrece opciones terapéuticas personalizadas, pero su uso clínico requiere validación, marcos regulatorios adecuados y personal capacitado, incluido el de enfermería.
Descriptores: bioimpresión; impresión tridimensional; ingeniería de tejidos; medicina regenerativa. (DeCS).

ABSTRACT

The applications, benefits and challenges of 3D bioprinting in medicine were analyzed. A narrative review was conducted of 10 publications in Spanish and English, indexed in PubMed/PMC, SciELO, DOAJ or Crossref and published between 2016 and 2025. Five areas of application were identified: personalized prostheses and implants and anatomical models, at an advanced or established stage, and tissue engineering, skin and soft tissues, and personalized drugs, at a developmental, research or experimental stage. The reported benefits were anatomical fit, surgical precision and shorter operating time; the challenges were tissue vascularization, biocompatibility of materials, costs and regulation. 3D bioprinting offers personalized therapeutic options, but its clinical use requires validation, adequate regulatory frameworks and trained staff, including nurses.
Descriptors: bioprinting; printing, three-dimensional; tissue engineering; regenerative medicine. (DeCS).

Recibido: 14/09/2026. Revisado: 19/10/2026. Aprobado: 06/11/2026. Publicado: 21/11/2026.

Original breve

INTRODUCCIÓN

La bioimpresión 3D deposita capa por capa biomateriales, células vivas y factores de soporte para construir tejidos funcionales. Murphy y Atala (1) describen que esta técnica ya permitió fabricar y trasplantar piel multicapa, hueso, injertos vasculares, férulas traqueales, tejido cardíaco y cartílago, y que su desarrollo exige integrar ingeniería, ciencia de los biomateriales, biología celular y medicina.

La impresión 3D convencional, también llamada manufactura aditiva, parte de imágenes del paciente obtenidas por tomografía o resonancia magnética, que se convierten en archivos de diseño asistido por computadora. Con ella se elaboran modelos anatómicos para la docencia y la planificación quirúrgica, e implantes a medida como prótesis de rodilla o de cadera. La bioimpresión extiende este principio a células y biomateriales mediante técnicas de inyección de tinta, microextrusión o asistidas por láser; el tamaño de los objetos, el tiempo de impresión y el costo limitan su uso rutinario, y en Latinoamérica constituye un campo emergente (2). Los materiales que transportan las células, denominados biotintas, determinan qué constructos pueden fabricarse para reemplazar tejido lesionado o enfermo (3).

La evidencia clínica sobre la impresión 3D creció con rapidez. Tack et al. (4) analizaron 227 artículos quirúrgicos que describían guías quirúrgicas, modelos anatómicos e implantes a medida, sobre todo en ortopedia y en cirugía maxilofacial, craneal y de columna; los beneficios más citados fueron la reducción del tiempo quirúrgico, la mejora de los resultados clínicos y la menor exposición a radiación, aunque la impresión y los estudios de imagen adicionales elevaron el costo de los procedimientos. Diment et al. (5) incluyeron 350 estudios clínicos y concluyeron que la eficacia y la efectividad de estos dispositivos siguen sin determinarse en la mayoría de las especialidades.

La transferencia de la bioimpresión a la clínica depende también de la regulación. Mladenovska et al. (6) explican que un producto bioimpreso suma las complejidades regulatorias de los dispositivos impresos en 3D, las terapias celulares y los implantes personalizados, y proponen un enfoque regulatorio centrado en el proceso de fabricación más que en el producto final. Conocer qué aplicaciones han alcanzado uso clínico y cuáles permanecen en investigación orienta la inversión, la formación del personal sanitario y la planificación de los servicios de salud.

El objetivo de este estudio fue analizar las aplicaciones, los beneficios y los desafíos de la bioimpresión 3D en medicina a partir de la literatura científica reciente.

MÉTODO

Se realizó una revisión narrativa de la literatura. Las publicaciones se localizaron en PubMed/PMC, SciELO, DOAJ y Crossref con términos relacionados con la bioimpresión y la impresión 3D de tejidos, órganos, implantes y fármacos, y se seleccionaron artículos completos de acceso abierto, en español o inglés.

Se incluyeron revisiones y estudios sobre el desarrollo y la aplicación clínica o preclínica de la impresión y la bioimpresión 3D en medicina (tejidos, piel, prótesis, implantes, modelos anatómicos y fármacos), y sobre la viabilidad, la precisión y la biocompatibilidad de los materiales. Se excluyeron los trabajos centrados en aplicaciones industriales o no médicas, la literatura gris y los documentos sin registro bibliográfico verificable. Se analizaron 10 publicaciones, aparecidas entre 2016 y 2025.

Los datos se organizaron en una matriz en la que cada fila correspondió a un documento y las columnas registraron objetivo, diseño, muestra o modelo y síntesis de resultados. Las aplicaciones identificadas se clasificaron según su nivel de desarrollo, ámbito de uso, beneficios y desafíos.

Consideraciones éticas: revisión de documentos publicados, sin participación de personas; se respetó la autoría de las fuentes mediante su citación.

RESULTADOS

Las publicaciones analizadas describieron cinco áreas de aplicación de la impresión y la bioimpresión 3D en medicina (tabla 1). Dos de ellas, las prótesis e implantes personalizados y los modelos anatómicos, se encontraban en fase avanzada o establecida y con uso clínico (4, 5). Las tres restantes, la ingeniería de tejidos, la bioimpresión de piel y tejidos blandos y los fármacos personalizados, permanecían en fase de desarrollo, investigación o experimentación.

En ingeniería de tejidos, la bioimpresión se aplicó a la reparación de hueso y cartílago (7), a la obtención de tejido renal funcional a partir de células del propio paciente como alternativa al trasplante (8) y a la regeneración periodontal con células madre de pulpa dental, ligamento periodontal y hueso alveolar (9). En piel, los constructos bioimpresos con fibroblastos y queratinocitos en colágeno reprodujeron capas semejantes a la dermis y la epidermis, pero solo se han probado en modelos animales, y el injerto autólogo de piel de espesor parcial sigue como referencia clínica en heridas extensas y quemaduras (10, 11). En farmacia, la impresión 3D permitió fabricar medicamentos personalizados; Spritam® se comercializó en 2015 y otros fármacos impresos obtuvieron autorización de la FDA como nuevos fármacos en investigación (12).

Los beneficios señalados fueron la adaptación precisa a las necesidades del paciente, la mayor precisión quirúrgica, la reducción de riesgos y del tiempo operatorio, la posibilidad de suplir la escasez de órganos donados y la dosificación personalizada de fármacos. Los desafíos fueron la regulación, la biocompatibilidad de los materiales, el costo de implementación en los centros de salud y la dificultad para vascularizar los tejidos y conferirles función. La formación de vasos sanguíneos maduros condiciona la supervivencia del tejido diseñado, y la obtención de constructos completamente vascularizados continúa sin resolverse (13).

Tabla 1. *Aplicaciones de la impresión y la bioimpresión 3D en medicina según su etapa de desarrollo.*

Aplicación	Etapa	Beneficios	Desafíos	Ref.
Prótesis e implantes personalizados	Avanzada	Adaptación precisa al paciente; menor tiempo de fabricación	Regulación; biocompatibilidad de materiales	(4, 5)
Modelos anatómicos	Establecida	Precisión quirúrgica; menos riesgos; menor tiempo operatorio	Costo de implementación	(2, 4)
Ingeniería de tejidos	En desarrollo	Alternativa a la escasez de órganos donados; regeneración celular	Vascularización y función del tejido	(7-9)
Piel y tejidos blandos	En investigación	Sustitutos cutáneos con varios tipos celulares para quemaduras y heridas	Compatibilidad biológica; vasos y anexos cutáneos	(10, 11)
Fármacos personalizados	Experimental	Dosis personalizadas	Regulación y aprobación sanitaria	(12)

Fuente: Propia (2026).

DISCUSIÓN

La revisión mostró que las aplicaciones con uso clínico corresponden a la impresión 3D de objetos sin células, mientras que la bioimpresión de tejidos vivos sigue en fase preclínica. Este patrón coincide con Tack et al. (4), que describieron la integración de guías, modelos e implantes impresos en la práctica quirúrgica, aunque advirtieron que muchas de sus ventajas se informaron de forma subjetiva y sin respaldo numérico. Diment et al. (5) encontraron que el 58,3 % de los estudios clínicos procedía de cirugía oral y maxilofacial y el 23,7 % del sistema musculoesquelético; solo 21 eran ensayos aleatorizados, todos en esos dos campos, y en ellos los dispositivos impresos superaron a los convencionales.

En los tejidos vivos, el obstáculo principal es biológico. Murphy y Atala (1) atribuyen la complejidad de la bioimpresión a la selección de materiales, tipos celulares y factores de crecimiento, y He et al. (10) indican que los materiales actuales mantienen la viabilidad celular, pero no reproducen la elasticidad de la piel nativa, que la piel bioimpresa carece de vasos, folículos pilosos y glándulas, y que la cantidad de células necesaria para uso clínico es difícil de obtener. Ze et al. (13) describen la vascularización de constructos gruesos como un problema abierto, y la bioimpresión renal (8) comparte esta barrera. La regulación añade otra: los marcos vigentes se diseñaron para productos estandarizados y no para tejidos personalizados que pueden fabricarse en el punto de atención (6, 7).

Para la enfermería, la impresión 3D tiene aplicaciones inmediatas en la formación y en la educación del paciente. En una encuesta a 100 profesionales de enfermería cardiológica, los modelos impresos de cardiopatías congénitas resultaron más informativos que los diagramas y facilitaron la comprensión de la anatomía general en el 86 % de los participantes (14). En un servicio de neurocirugía, 80 profesionales de enfermería recibieron capacitación convencional o con modelos impresos; el segundo grupo obtuvo mejores puntuaciones teóricas y prácticas y mayor satisfacción laboral, y sus pacientes con aneurisma intracraneal presentaron mejor calidad de vida y función neurológica (15).

Cuando los sustitutos cutáneos bioimpresos lleguen a la clínica, el cuidado de heridas y quemaduras, un campo propio de la enfermería, requerirá protocolos de valoración y seguimiento de estos injertos (11).

Entre las limitaciones figuran el carácter narrativo de la revisión, sin flujo de selección cuantificado ni valoración formal de la calidad; el número reducido de publicaciones analizadas, con predominio de revisiones y de estudios preclínicos, y la restricción a artículos de acceso abierto en dos idiomas. La síntesis fue descriptiva.

CONCLUSIÓN

La impresión 3D forma parte de la práctica clínica mediante prótesis, implantes y modelos anatómicos personalizados, mientras que la bioimpresión de tejidos, piel y órganos sigue en fase experimental. Su incorporación depende de resolver la vascularización y la biocompatibilidad de los constructos, de contar con marcos regulatorios adaptados a productos personalizados y de formar a los profesionales de salud, incluido el personal de enfermería, en estas tecnologías.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES), por el apoyo institucional brindado para el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS

1. Murphy SV, Atala A. 3D bioprinting of tissues and organs. Nat Biotechnol. 2014;32(8):773-85. doi:10.1038/nbt.2958
2. César-Juárez AA, Olivos-Meza A, Landa-Solís C, Cárdenas-Soria VH, Silva-Bermúdez PS, Suárez Ahedo C, et al. Uso y aplicación de la tecnología de impresión y bioimpresión 3D en medicina. Rev Fac Med (Méx). 2018;61(6):43-51. doi:10.22201/fm.24484865e.2018.61.6.07
3. Gungor-Ozkerim PS, Inci I, Zhang YS, Khademhosseini A, Dokmeci MR. Bioinks for 3D bioprinting: an overview. Biomater Sci. 2018;6(5):915-46. doi:10.1039/c7bm00765e
4. Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. Biomed Eng Online. 2016;15:115. doi:10.1186/s12938-016-0236-4
5. Diment LE, Thompson MS, Bergmann JHM. Clinical efficacy and effectiveness of 3D printing: a systematic review. BMJ Open. 2017;7(12):e016891. doi:10.1136/bmjopen-2017-016891

6. Mladenovska T, Choong PF, Wallace GG, O'Connell CD. The regulatory challenge of 3D bioprinting. Regen Med. 2023;18(8):659-74. doi:10.2217/rme-2022-0194
7. Stanco D, Urbán P, Tirendi S, Ciardelli G, Barrero J. 3D bioprinting for orthopaedic applications: current advances, challenges and regulatory considerations. Bioprinting. 2020;20:e00103. doi:10.1016/j.bprint.2020.e00103
8. León Martínez FM, Loaiza Aguilar JM, Farfán Panchi AJ, Hidalgo Mosquera JF, Barzola Ullaguari MG. Bioimpresión renal: perspectivas y desafíos en el tratamiento de la insuficiencia renal. Mediciencias UTA. 2025;9(1):45-53. doi:10.31243/mdc.uta.v9i1.2714.2025
9. Reddy MS, Shetty SR, Shetty RM, Vannala V, Sk S, S R. Focus on periodontal engineering by 3D printing technology: a systematic review. J Oral Res. 2020;9(6):522-31. doi:10.17126/joralres.2020.093
10. He P, Zhao J, Zhang J, Li B, Gou Z, Gou M, et al. Bioprinting of skin constructs for wound healing. Burns Trauma. 2018;6:5. doi:10.1186/s41038-017-0104-x
11. Varkey M, Visscher DO, van Zuijlen PPM, Atala A, Yoo JJ. Skin bioprinting: the future of burn wound reconstruction? Burns Trauma. 2019;7:4. doi:10.1186/s41038-019-0142-7
12. Wang S, Chen X, Han X, Hong X, Li X, Zhang H, et al. A review of 3D printing technology in pharmaceutics: technology and applications, now and future. Pharmaceutics. 2023;15(2):416. doi:10.3390/pharmaceutics15020416
13. Ze Y, Li Y, Huang L, Shi Y, Li P, Gong P, et al. Biodegradable inks in indirect three-dimensional bioprinting for tissue vascularization. Front Bioeng Biotechnol. 2022;10:856398. doi:10.3389/fbioe.2022.856398
14. Biglino G, Capelli C, Koniordou D, Robertshaw D, Leaver LK, Schievano S, et al. Use of 3D models of congenital heart disease as an education tool for cardiac nurses. Congenit Heart Dis. 2017;12(1):113-8. doi:10.1111/chd.12414
15. Lv K, Yuan Z, Chen Q, Wang Z, Wang J, Miao J, et al. A neurosurgical nursing training system based on 3D printing models: practice and exploration of precision medicine. BMC Nurs. 2024;23(1):824. doi:10.1186/s12912-024-02482-y

Derechos de autor: 2026 Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/