

## Impresión en tres dimensiones: Estudio descriptivo de la percepción estudiantil en una experiencia de enseñanza en Terapia Ocupacional

### Three-Dimensional Printing: Descriptive Study Of Student Perception In A Teaching Experience In Occupational Therapy

Carlos Felipe Pinilla Gallardo<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6734-026X>

Eduardo Alexis Herrera Aliaga<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6153-6461>

Manuel Enrique Cortés Cortés<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0845-7147>

<sup>1</sup>Universidad Bernardo O'Higgins. Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela de Terapia Ocupacional. Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Universidad Bernardo O'Higgins. Facultad de Ciencias de la Salud. Centro de Simulación Clínica y Laboratorios. Santiago, Chile.

<sup>3</sup>Universidad Bernardo O'Higgins. Facultad de Educación y Programa de Doctorado en Educación. Escuela de Educación Diferencial. Santiago, Chile.

\*Autor para la correspondencia: [carlos.pinilla@ubo.cl](mailto:carlos.pinilla@ubo.cl)

## RESUMEN

**Introducción:** La impresión en tres dimensiones (3D) se posiciona como complemento para la educación en ciencias de la salud debido a su versatilidad y aplicaciones concretas en diversos ámbitos.

**Objetivo:** Describir la percepción de estudiantes de Terapia Ocupacional sobre una experiencia de diseño y fabricación de órtesis/prótesis.

**Métodos:** Estudio cuantitativo, descriptivo y de corte transversal. La población correspondió a estudiantes de la carrera de Terapia Ocupacional cursando quinto semestre. La muestra fue de tipo intencionada. Se implementó una experiencia académica. Se evaluó la percepción que los estudiantes tuvieron sobre la

experiencia a través de encuesta estructurada en formato tipo Likert, las respuestas fueron analizadas según frecuencia de respuestas para cada ítem. Se resguardaron aspectos éticos a través de consentimientos informados.

**Resultados:** Participaron ocho estudiantes, quienes estuvieron “Muy de acuerdo” o “De acuerdo” con la mayoría de las aseveraciones, destacando el aporte de la intervención con fines docentes.

**Conclusión:** La impresión 3D aplicada al ámbito de diseño y fabricación de órtesis/prótesis fue una experiencia bien evaluada. Es posible de ser implementada para la adquisición de las habilidades necesarias para la confección de órtesis/prótesis. Se concluye que el uso de la impresión 3D en la educación, así como en aplicaciones clínicas tiene opciones concretas de implementación.

**Palabras clave:** percepción, educación, terapia ocupacional, impresión 3d, órtesis, prótesis, rehabilitación.

## ABSTRACT

**Introduction:** Three-dimensional (3D) printing is positioned as a complement to health sciences education due to its versatility and specific applications in various areas.

**Objective:** Describe the perception of Occupational Therapy students about an experience of design and manufacture of orthoses/prostheses.

**Methods:** Quantitative, descriptive and cross-sectional study. The population corresponded to students of Occupational Therapy career, studying fifth semester. The sample was of an intentional type. An academic experience was implemented. The perception that the students had about the experience was evaluated through a structured survey in a Likert format, the answers were analyzed according to the frequency of responses for each item. Ethical aspects were safeguarded through informed consents.

**Results:** Eight students participated, who "Strongly agree" or "Agree" with most of the statements, highlighting the contribution of the intervention for teaching purposes.

**Conclusion:** 3D printing applied to the field of design and manufacture of orthoses/prostheses was a well-evaluated experience. It is possible to be

implemented for the acquisition of the necessary skills for orthoses/prostheses manufacture . It is concluded that the use of 3D printing in education, as well as in clinical applications has concrete options for implementation.

**Keywords:** perception; education; occupational therapy; 3d printing; orthoses; prosthesis; rehabilitation.

Recibido: 14/09/2020

Aprobado: 12/04/2021

## Introducción

El uso de nuevas metodologías y recursos para la educación en las diversas carreras del área de la salud es un imperativo para estar en consonancia con los nuevos tiempos y con los cambios de paradigmas que el mundo presenta, lo que ha provocado un punto de tensión, donde el desafío consiste en elegir estrategias educativas sustentables, modernas, innovadas y eficientes.

La tecnología de impresión en tres dimensiones (impresión 3D) fue teorizada hacia la década del 1960 por Voelcker<sup>(1)</sup> y consiste en la fabricación de figuras sólidas tridimensionales a partir de un diseño digitalizado en un ordenador (computador)<sup>(2)</sup> posicionándose, actualmente, como un complemento para la educación en ciencias de la salud, con un amplio potencial en el futuro.<sup>(2)</sup> En el ámbito de la educación se han reportado experiencias concretas del uso de esta tecnología, incluyendo su utilización en la enseñanza de la anatomía,<sup>(1, 2, 3, 4, 5, 6)</sup> en la creación de modelos geométricos,<sup>(7)</sup> en la representación de moléculas en el área de la química y de estructuras arquitectónicas, entre otras.<sup>(1,2, 3, 4, 5, 6, 7)</sup> En este sentido el impacto en el aprendizaje es posible dado que este tipo de impresión invita y desafía a los estudiantes y profesores a “pensar en 3D”.<sup>(8)</sup>

Otras experiencias de aplicación de la impresión 3D tienen relación con la creación de fármacos personalizados<sup>(9)</sup> y con el diseño y fabricación de órtesis y prótesis como, por ejemplo, las prótesis odontológicas,<sup>(10, 11)</sup> y para el tratamiento de trastornos osteomusculares.<sup>(12)</sup> En Terapia Ocupacional la impresión 3D se ha utilizado como estrategia educacional con recepción positiva por parte de los

estudiantes,<sup>(13)</sup> también se ha utilizado para la creación de dispositivos de asistencia de pacientes<sup>(14, 15)</sup> y para la rehabilitación de manos.<sup>(12)</sup> Si bien la impresión 3D se utiliza en Terapia Ocupacional para la creación de órtesis y prótesis, este estudio se circunscribe a una experiencia docente de aplicación de esta tecnología.

En consideración a lo anterior, el propósito de este artículo es describir la percepción de los estudiantes respecto a una experiencia de implementación de sesiones prácticas de diseño y creación de órtesis y prótesis para el tratamiento de trastornos osteomusculares a través de la tecnología de impresión 3D en la carrera de Terapia Ocupacional de una universidad chilena. En esta investigación se exploró el primer nivel de Kirkpatrick, *i.e.*, la “reacción” o “satisfacción” de los participantes respecto a la intervención.<sup>(16, 17, 18)</sup> El trabajo encuentra justificación en la necesidad de implementar metodologías innovadoras para la enseñanza y el aprendizaje, que posean impacto en los estudiantes, donde se apliquen contenidos que posean “valor de uso”. Dado que para la profesión de terapeuta ocupacional la confección de órtesis y prótesis es una actividad fundamental, para la metodología innovadora de impresión 3D es necesario explorar los primeros niveles de acuerdo con Kirkpatrick, para luego determinar su impacto en el aprendizaje.

## Métodos

Estudio de tipo cuantitativo, alcance descriptivo y corte transversal. La población correspondió a estudiantes de la carrera de Terapia Ocupacional cursando quinto semestre. La muestra de individuos participantes fue de tipo intencionada, correspondió a estudiantes ( $n = 8$ ) de la carrera de Terapia Ocupacional y el criterio de inclusión fue la participación en la asignatura Órtesis y Adaptaciones. Este estudio se efectuó en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Bernardo O’Higgins (UBO), en Santiago de Chile. La variable del estudio correspondió a la percepción del estudiante sobre la experiencia de impresión 3D, con sus respectivas dimensiones.

El contexto del estudio correspondió a la implementación, mediante un taller efectuado en septiembre de 2018, de una experiencia práctica de diseño y creación de órtesis y prótesis, así como de impresión 3D, todo esto en el marco de la asignatura de Órtesis y Adaptaciones. Este taller incluyó una capacitación teórico-práctica respecto a la tecnología de impresión 3D. Todos los estudiantes participaron voluntariamente en este estudio y firmaron un consentimiento informado, validado por el Comité de Ética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la UBO, como requisito para desarrollar el procedimiento descrito en la siguiente sección.

Por otra parte, se seleccionaron 18 pacientes que requerían una propuesta concreta de intervención mediante órtesis ( $n = 17$ ) y mediante prótesis ( $n = 1$ ). Los pacientes fueron evaluados por los estudiantes, resguardando los principios éticos pertinentes y habiendo ellos firmado el respectivo consentimiento informado, cumpliéndose así con todas las consideraciones éticas exigidas por la Declaración de Helsinki para estudios en humanos.

El proceso para la creación de las órtesis/prótesis se dividió en cuatro pasos, en cuatro semanas, cada paso requirió 3 horas pedagógicas de trabajo:

1. *Evaluación y determinación de las necesidades en cada paciente.* Se aplicaron pautas de evaluación para evaluar la necesidad de la órtesis/prótesis.
2. *Diseño de la órtesis/prótesis a través de software.* Se utilizaron dos métodos de diseño: uno donde el diseño se realizó a través de *softwares* de dibujo 3D (FreeCAD, OpenSCAD, AutoCAD, Blender), y otro donde se utilizó un escáner 3D, el cual de forma precisa<sup>(19)</sup> y en relación con las características antropométricas del usuario, generó un modelo digital de la órtesis/prótesis.
3. *Fabricación de la órtesis/prótesis a través de una impresora 3D.* La impresora, que usa plástico fundido (PLA, ABS, PET, nylon, resina, filamentos) a alta temperatura, utilizó como base el diseño desarrollado por el *software* en el paso 2.
4. *Evaluación posterior en cada paciente.* Una vez confeccionada la órtesis/prótesis se hicieron pruebas en cada paciente, determinándose las zonas de presión en la piel y la adecuada posición de la pieza fabricada. En este paso se incorporaron accesorios necesarios para la adaptación al

paciente, tales como los sistemas de sujeción. Posteriormente se aplicaron los instrumentos de evaluación iniciales, revalorando la funcionalidad del paciente mediante comparación con la funcionalidad previa.

### **Procedimiento de evaluación de la percepción de la experiencia**

Al finalizar la experiencia, el último día de trabajo en la cuarta semana los estudiantes participaron de una encuesta de percepción respecto a aspectos metodológicos y didácticos de la actividad práctica. Esta encuesta fue aplicada en el aula, en el contexto de la clase y se controló el sesgo debido al carácter formativo de la experiencia y el carácter anónimo de la encuesta.

La encuesta fue diseñada en formato escala de Likert y comprendió 14 preguntas agrupadas en las siguientes dimensiones: Metodología y Aprendizaje (siete preguntas); Recursos y Materiales (tres preguntas); y Aplicación Profesional/Disciplinar (cuatro preguntas). Para cada pregunta se solicitó al estudiante plasmar su grado de acuerdo con la aseveración propuesta: “Muy de acuerdo”, “De acuerdo”, “Ni acuerdo ni desacuerdo”, “En desacuerdo” o “Muy en desacuerdo”. La encuesta fue sometida a validez de contenido por un experto, profesores y estudiantes de la carrera de Terapia Ocupacional. Para el análisis estadístico de los resultados se estableció la frecuencia absoluta de respuestas para cada pregunta.

## **Resultados**

Participaron un total de ocho estudiantes de Terapia Ocupacional, todos de sexo femenino, rango de edad: 21 a 31 años. La percepción de los estudiantes respecto a la experiencia se presentan en la tabla 1.

Respecto a la dimensión Metodología y Aprendizaje, la amplia mayoría de las estudiantes está “Muy de acuerdo” o “De acuerdo” en que tomaron un rol activo en la actividad, en que esta es motivante para su aprendizaje y en que contribuye a su perfil de egreso. Solamente una estudiante se mostró indiferente respecto a que la incorporación de la impresión 3D genere mejoras en su aprendizaje.

En relación a la dimensión Recursos y Materiales, las estudiantes reconocen estar “Muy de acuerdo” o “De acuerdo” respecto a que tuvieron a su disposición los insumos, equipos y tecnologías necesarias para realizar esta experiencia de impresión 3D.

Finalmente, en la dimensión Aplicación Profesional/Disciplinar, las estudiantes coinciden estar “Muy de acuerdo” o “De acuerdo” respecto a que este tipo de impresión 3D es adecuada para la intervención terapéutica y para la construcción de órtesis/prótesis para evaluar el impacto funcional en los pacientes. Cuando se consultó si este tipo de impresión presenta ventajas respecto a otros métodos tradicionales o si fortalece el desarrollo profesional, la opinión generalizada de las estudiantes fue estar “De Acuerdo” con la afirmación.

**Tabla 1.** Resultados de la encuesta de evaluación sobre la actividad práctica *Diseño y creación órtesis/prótesis* (n = 8 alumnas).

Los resultados se reportan como frecuencia absoluta de respuestas y porcentaje

Preguntas según dimensión	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Muy en Desacuerdo
<i>Dimensión Metodología y Aprendizaje</i>					
1. Durante las clases tomé un rol activo	3 (37,5%)	5 (62,5%)	0	0	0
2. Se generó un espacio adecuado para mí aprendizaje	5 (62,5%)	3 (37,5%)	0	0	0
3. Considero que el uso de la I3D* para la fabricación de órtesis/prótesis es una estrategia innovadora que fortalece mi aprendizaje	6 (75%)	2 (25%)	0	0	0
4. En relación a otras estrategias educativas considero que la I3D* posee ventajas sobre ellas para mi adquisición de competencias	5 (62,5%)	3 (37,5%)	0	0	0
5. Esta actividad fue motivante para mi proceso de aprendizaje	6 (75%)	2 (25%)	0	0	0
6. La incorporación de la I3D* ha generado mejoras en mi aprendizaje	3 (37,5%)	4 (50%)	1 (12,5%)	0	0
7. Los contenidos vistos contribuyen a la formación de mi perfil de egreso	5 (62,5%)	3 (37,5%)	0	0	0
<i>Dimensión Recursos y Materiales</i>					
8. Tuve a disposición insumos necesarios para realizar las técnicas y procedimientos	4 (50%)	4 (50%)	0	0	0
9. Tuve a disposición los equipos necesarios para realizar las técnicas y procedimientos	4 (50%)	4 (50%)	0	0	0
10. Tuve a disposición la tecnología necesaria para el desarrollo de la I3D*	7 (87,5%)	1 (12,5%)	0	0	0

<i>Dimensión Aplicación Profesional/Disciplinar</i>					
11. La I3D* es una herramienta adecuada para la intervención terapéutica	4 (50%)	3 (37,5%)	1 (12,5%)	0	0
12. La I3D* es una herramienta adecuada para la construcción de órtesis/prótesis, que permiten evaluar el impacto funcional en los usuarios	7 (87,5%)	1 (12,5%)	0	0	0
13. La I3D* presenta ventajas respecto a los métodos tradicionales de fabricación de órtesis/prótesis, presentando alta importancia para la resolución terapéutica en el paciente	3 (37,5%)	4 (50%)	1 (12,5%)	0	0
14. Siento que esta tecnología fortalece mi desarrollo profesional	4 (37,5%)	3 (50%)	1 (12,5%)	0	0
* I3D = Impresión 3D.					

## Discusión

La experiencia de confección de órtesis y prótesis mediante tecnología de impresión 3D fue mayoritariamente bien percibida por las estudiantes, destacando que corresponde a una estrategia innovadora, que motivó el aprendizaje. Asimismo, la impresión 3D es considerada como útil para la construcción de órtesis/prótesis en un paciente como resolución terapéutica, más allá del ejercicio docente. Respecto a la dimensión Metodología y Aprendizaje, los aspectos mejor valorados correspondieron a la innovación y la motivación que ofrece esta tecnología; cuando se aborda la mejora en el aprendizaje, la percepción fue menor; así también ocurre cuando se plantea si las estudiantes tomaron un rol activo. En la dimensión Recursos y Materiales se obtuvo alta valoración, destacándose la disponibilidad de la tecnología de impresión 3D. Cuando se aborda la dimensión Aplicación Profesional/Disciplinar, la valoración si bien es alta, fue menor a las dimensiones anteriores, destacando la importancia que las estudiantes dan a la tecnología para la construcción de órtesis/prótesis. Una menor valoración se observó en aspectos tales como las ventajas de esta tecnología *versus* los métodos tradicionales y el fortalecimiento del rol profesional, lo que, posiblemente, radica en la incipiente visualización que poseen los estudiantes sobre el desempeño o rol de la profesión. Los aspectos mencionados, con menor valoración, pueden ser profundizados en investigaciones futuras para determinar si corresponden a limitantes por parte del diseño del estudio. Los aspectos con mayor valoración son coincidentes con otro estudio donde se demuestra la mejora en la percepción de la implementación de esta tecnología luego de su utilización, destacando aspectos tales como la utilidad y facilidad de uso, siendo bien aceptada por los estudiantes.<sup>(13)</sup>

El uso de la impresión 3D se ha convertido en una importante herramienta para la construcción de piezas complejas, pero a la vez funcionales;<sup>(20)</sup> es destacable el hecho de que entregue piezas terminadas, reduciendo los tiempos de fabricación.<sup>(21)</sup>

En el área de educación en salud se han generado reportes en la enseñanza de la anatomía utilizando esta tecnología.<sup>(1, 2, 3, 4, 5, 6)</sup> En este sentido, el fenómeno es interesante dado que se comienza a reemplazar el uso de los modelos cadavéricos.<sup>(2, 22)</sup> También la impresión 3D presenta algunas ventajas porque el estudiante, al diseñar los modelos debe conocer exactamente las referencias anatómicas y, una vez el modelo está confeccionado, es de utilidad para el estudio —a costos razonables—, prescindiéndose de otros modelos comerciales. Finalmente, el estudiante participa activamente de todo el proceso, lo que incrementa su motivación.<sup>(1)</sup>

En la enseñanza de las ciencias morfológicas o en otras aplicaciones en educación el ejercicio de la impresión 3D invita a “pensar en 3D”,<sup>(8)</sup> esto es interesante para poder comprender diversos fenómenos complejos, más allá de lo conceptual. Sin embargo, a pesar de estos beneficios, se advierte una subutilización de esta tecnología en la educación.<sup>(23)</sup>

En relación con el diseño y confección de órtesis y prótesis a través de impresión 3D, esto se ha convertido en una realidad en diversos centros destinados al tratamiento y rehabilitación. Sin embargo, el uso para la enseñanza es una situación novedosa y recomendable dados los beneficios que produce en el estudiante, brindando la posibilidad de llevar un “modelo real” a un “modelo virtual” y luego a un “modelo concreto”.<sup>(24)</sup>

El uso de la impresión 3D para la confección de órtesis y prótesis posee ventajas respecto al método tradicional. En este último se utiliza material termoplástico, que debe moldearse con calor, lo que implica una serie de subprocesos y, finalmente, mayores costos. Además, no se obtiene una pieza final, es necesario la añadidura de varios componentes extras, conllevando a que el diseño se encuentre limitado. En contraste, la impresión 3D permite diseños precisos, especialmente aquellos cuya geometría es compleja; además de presentar un bajo costo, tiempos de fabricación acotados, se eliminan los errores del moldeo mediante operador. Paralelamente, las desventajas tienen relación con la incapacidad de remoldeo del plástico. Por esto es importante la etapa de diseño; para lo que se utilizan elementos de mayor complejidad como el *software* de diseño, lo que requiere capacitación adicional.

La implementación de esta experiencia permitió conocer la percepción que tuvieron los estudiantes sobre la incorporación de esta tecnología, colaborando de esta forma hacia la concreción del perfil de egreso. A pesar del tamaño reducido del grupo estudiado, los participantes evaluaron la actividad positivamente, tanto en los aspectos didácticos como, asimismo, en su aplicabilidad en los ámbitos de la Terapia Ocupacional, tales como la creación de dispositivos de ayuda.<sup>(12, 13)</sup> Este nivel de satisfacción se ha reportado previamente al utilizar esta tecnología aplicada a la educación.<sup>(2, 7)</sup> Es importante destacar el nivel de compromiso y responsabilidad desplegado en todas las etapas de los talleres por parte de los estudiantes, lo que aportó significativamente en el óptimo desarrollo de la experiencia. Esto se reflejó en que cada evaluación realizada a los usuarios se llevó a cabo en un contexto terapéutico, objetivo y confidencial, considerando todos los resguardos éticos.

## Conclusiones

En virtud de lo expuesto se puede concluir que la impresión 3D aplicada al ámbito de diseño y fabricación de órtesis y prótesis fue una experiencia bien evaluada por parte de los estudiantes participantes de este estudio, en aspectos como la motivación, el aprendizaje y en que consiste en una experiencia innovadora y de aprendizaje activo. Es necesario implementar la impresión en otras áreas de la enseñanza de la Terapia Ocupacional y así también determinar el impacto en los otros niveles de Kirckpatrick como en el aprendizaje y si las habilidades desarrolladas por parte del estudiante impactan en la calidad de la atención del paciente (“transferencia”).

Respecto a las proyecciones futuras y su aplicación en el ámbito de la Terapia Ocupacional y la Biomedicina, el escenario es promisorio,<sup>(10)</sup> dado que es posible el diseño y fabricación de gran variedad de productos como órtesis, prótesis, adaptaciones y material para la rehabilitación.<sup>(24)</sup> Asimismo, es posible el diseño y fabricación de herramientas para la adaptación y control del entorno, que fomentan la tolerancia en el uso de los pacientes, por lo que es posible añadir diseños entretenidos y atractivos, que permiten mayor vinculación con la órtesis,

prótesis y productos de apoyo. En el ámbito de la simulación clínica, en cuyo modelo pedagógico surgen cada vez más espacios para las nuevas tecnologías,<sup>(25)</sup> también pueden darse en el futuro aplicaciones muy interesantes para la impresión 3D. Además, esta tecnología demuestra potencialidades de aplicación en el área de educación especial y diferencial.<sup>(26)</sup>

Las limitaciones del estudio radican en el alcance descriptivo y en el tamaño de la muestra, que dificulta su generalización. El estudio puede ser replicable y pueden incluirse otras mediciones para conocer los impactos.

## Referencias bibliográficas

1. Coronel J, Palacio J, Rueda-Esteban R. Multiple Software Based 3D Modeling protocol for printing anatomical structures. *Int J Morphol.* 2017;35(2):425-429. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000200006>
2. Wu A, Wang K, Wang J, Chen C, Yang X, Ni W, Hu Y. The addition of 3D printed models to enhance the teaching and learning of bone spatial anatomy and fractures for undergraduate students: a randomized controlled study. *Ann Transl Med.* 2018;6(20):403. Disponible en: <https://doi.org/10.21037/atm.2018.09.59>
3. Jahnke P, Schwarz F, Ziegert M, Almasi T, Abdelhadi O, Nunninger M, Hamm B, Scheel M. A radiopaque 3D printed, anthropomorphic phantom for simulation of CT-guided procedures. *European Radiol.* 2018;28(11):4818-4823. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5481-4>
4. Gauger V, Rooney D, Kovatch K, Richey L, Powell A, Berhe H, Zopf D. A multidisciplinary international collaborative implementing low cost, high fidelity 3D printed airway models to enhance Ethiopian anesthesia resident emergency cricothyroidotomy skills. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2018;114:124-128. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.08.040>
5. Zhao Z, Xu S, Wood B, Tse Z. 3D printing endobronchial models for surgical training and simulation. *J Imaging.* 2018;4(11):135. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jimaging4110135>

6. Inzunza O, Caro I, Mondragón G, Baeza F, Burdiles Á, Salgado G. Impresiones 3D, nueva tecnología que apoya la docencia anatómica. *Int J Morphol.* 2015;33(3):1176-1182. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022015000300059>
7. Rúa E, Jiménez F, Gutiérrez, Villamizar N. Impresión 3D como herramienta didáctica para la enseñanza de algunos conceptos de ingeniería y diseño. *Ingeniería.* 2017;23(1):70-83. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14483/23448393.12248>
8. Piccoli G. Thinking in 3D: a future for dialysis? *J Nephrol.* 2018;31(6):795-796. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40620-018-0520-4>
9. Aquino R, Barile S, Grasso A, Saviano M. Envisioning smart and sustainable healthcare: 3D Printing technologies for personalized medication. *Futures.* 2018; 103: 35-50. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.03.002>
10. Velasco I, Ramos H, Vahdani S. Manejo quirúrgico de tumor mandibular asitido con la tecnología de impresión tridimensional: nota técnica y reporte de un caso. *Rev Chil Cir.* 2016;69(4):332-340. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rchic.2016.09.007>
11. Brunso J, Prol C, Franco M, de Carlos, f, Martin J, Santamaría. Guías y miniplacas personalizadas: un protocolo guiado para cirugía ortognática. *Rev Esp Cir Oral Maxilofac.* 2017;39(1):7-14. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.maxilo.2016.05.001>
12. Patterson RM, Salatin B, Janson R, Salinas SP, Mullins MJS. A current snapshot of the state of 3D printing in hand rehabilitation. *J Hand Ther.* 2020;33(2):156-163. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jht.2019.12.018>
13. Benham S, San S. Student technology acceptance of 3D printing in occupational therapy education. *Am J Occup Ther.* 2020;74(3):1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.5014/ajot.2020.035402>
14. Schwartz JK, Fermin A, Fine K, Iglesias N, Pivarnik D, Struck S, Varela N, Janes WE. Methodology and feasibility of a 3D printed assistive technology

- intervention. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2020;15(2):141-147. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1539877>
15. Lee KH, Kim DK, Cha YH, Kwon JY, Kim DH, Kim SJ. Personalized assistive device manufactured by 3D modelling and printing techniques. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2019;14(5):526-531. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1494217>
  16. Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. *Evaluating training programs: The four levels* (3rd ed.). 2006. San Francisco, CA: Berrett-Koehler.
  17. Sirhan M, Triviño X. Evaluación de una experiencia de capacitación en planificación educacional para directores de programas de las especialidades médicas. *Rev Méd Chile.* 2012;140(4):530-537. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872012000400017>
  18. Triviño X, Sirhan M, Moore P, Montero L. Impacto de un programa de formación en docencia en una escuela de medicina. *Rev Méd Chile.* 2011; 139(11):1508-1515. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872011001100019>
  19. Zhu Z, Ji X, Gao Z, Hu G, 2017. A morphometric study of auricular concha in the population of young Chinese adults. *Int J Morphol.* 2017;35(4):1451-1458. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000401451>
  20. Molina R, Pender G, Moro L, Piovan M. Comportamiento al *creep* de un polímero utilizado para impresión 3D. *Matéria (Rio J).* 2018;23(2). Disponible en: <https://doi.org/10.1590/s1517-707620180002.0412>
  21. Álvarez K, Lagos R, Aizpun M, 2016. Influencia del porcentaje de relleno en la resistencia mecánica en impresión 3D, por medio del método de Modelado por Deposición Fundida. *Ingeniare- Rev Chil Ing.* 2016;24:17-24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052016000500003>
  22. Hecht P, Larrazábal A. Uso de nuevos recursos tecnológicos en la docencia de un curso de anatomía con orientación clínica para estudiantes de medicina. *Int J Morphol.* 2018;36(3):821-828. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022018000300821>
  23. Novak E, Wisdom S. Effects of 3D printing project-based learning on preservice elementary teachers' science attitudes, science content

- knowledge, and anxiety about teaching science. *J Sci Educ Technol.* 2018;27:412-432. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9733-5>
24. Pérez-Mañanes R, Calvo-Haro J, Arnal-Burro J. Nuestra experiencia con impresión 3D doméstica en Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hazlo tú mismo. *Rev Latinoamer Cir Ortop.* 2016;1(2):47-53. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rslaot.2016.06.004>
25. Cortés, MEC, Herrera Aliaga, EA. Modelo pedagógico de simulación clínica: su aplicación en la formación de profesionales de la salud. *Rev Varela.* 2019;53(19):194-207. Disponible en: <http://revistavarela.uclv.edu.cu/articulos/rv5304.pdf>
26. Buehler E, Comrie N, Hofmann M, McDonald S, Hurst A. Investigating the implications of 3D printing in special education. *ACM Trans Access Comput.* 2016;8(3):2870640. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/2870640>

#### **Declaración de conflictos de interés**

Los autores declaran que no poseen ningún conflicto de interés. Ellos no poseen ninguna relación financiera o personal con otras personas u organizaciones que podrían influir o sesgar de manera inapropiada el contenido de este trabajo.

#### **Contribución de autoría**

*Conceptualización:* Carlos Felipe Pinilla Gallardo y Eduardo Alexis Herrera Aliaga.

*Curación de datos:* Carlos Felipe Pinilla Gallardo y Eduardo Alexis Herrera Aliaga.

*Investigación:* Carlos Felipe Pinilla Gallardo y Eduardo Alexis Herrera Aliaga.

*Análisis formal:* Carlos Felipe Pinilla Gallardo, Eduardo Alexis Herrera Aliaga y Manuel Enrique Cortés Cortés.

*Metodología:* Carlos Felipe Pinilla Gallardo, Eduardo Alexis Herrera Aliaga y Manuel Enrique Cortés Cortés.

*Redacción del borrador original:* Carlos Felipe Pinilla Gallardo.

*Redacción, revisión y edición:* Eduardo Alexis Herrera Aliaga y Manuel Enrique Cortés Cortés.