

# La impresión 3D como herramienta educativa para desarrollar el pensamiento creativo: revisión sistemática

# 3D printing as an educational tool for developing creative thinking: systematic review

Lorena Cabrera Frías\* | Diana Margarita Córdova Esparza\*\*

Recepción del artículo: 21/03/2023 | Aceptación para publicación: 06/09/2023 | Publicación: 30/09/2023

## RESUMEN

La presente revisión sistemática exploró de qué manera el uso de la impresión 3D como recurso educativo favorece el aprendizaje y fomenta el desarrollo del pensamiento creativo en estudiantes de nivel superior, particularmente en aquellos que cursan la carrera de Diseño industrial. El uso de esta herramienta ofrece la oportunidad de potenciar diversas habilidades educativas y cognitivas en los estudiantes. Se realizó un análisis de la literatura académica publicada de 2017 a 2022, sobre la integración de la impresión 3D en el área educativa y las tendencias que determinan la dirección de este trabajo en las aulas. En este contexto, para la búsqueda de los artículos se siguieron los criterios de inclusión, exclusión y pertinencia, lo que dio como resultado el análisis de 19 documentos encontrados en las bases de datos de Google Académico, SciELO, Redalyc y Scopus. El análisis se dividió en cinco pasos: planeación, selección, extracción, resultados y conclusiones. Los resultados muestran que la mayoría de los autores coincide en que el uso de la impresión 3D favorece el desarrollo de la creatividad y genera motivación en los estudiantes, por lo que es necesario impulsar un currículo inteligente con innovaciones científicas y tecnológicas que refuercen el camino hacia su desarrollo profesional.

## Abstract

*This systematic review explored how 3D printing as an educational tool favors learning and develops creative thinking in higher education students, particularly in the industrial design career. Furthermore, this tool potentiates specific educational and cognitive abilities in students. Therefore, we performed a literature analysis covering the years 2017 to 2022 on how 3D printing has been integrated into the educational area and where the work in the classroom is headed. In this context, we followed the inclusion, exclusion, and relevance criteria to search for articles, resulting in the analysis of 19 documents found in the Google Scholar, SciELO, Redalyc and Scopus databases. We divided the analysis into five steps: planning, selection, extraction, results, and conclusions. The results show that most authors agree that the use of 3D printing helps to develop creativity and generate motivation in students. Therefore, it is necessary to promote an intelligent curriculum with scientific and technological innovations that reinforce the path toward their professional development.*



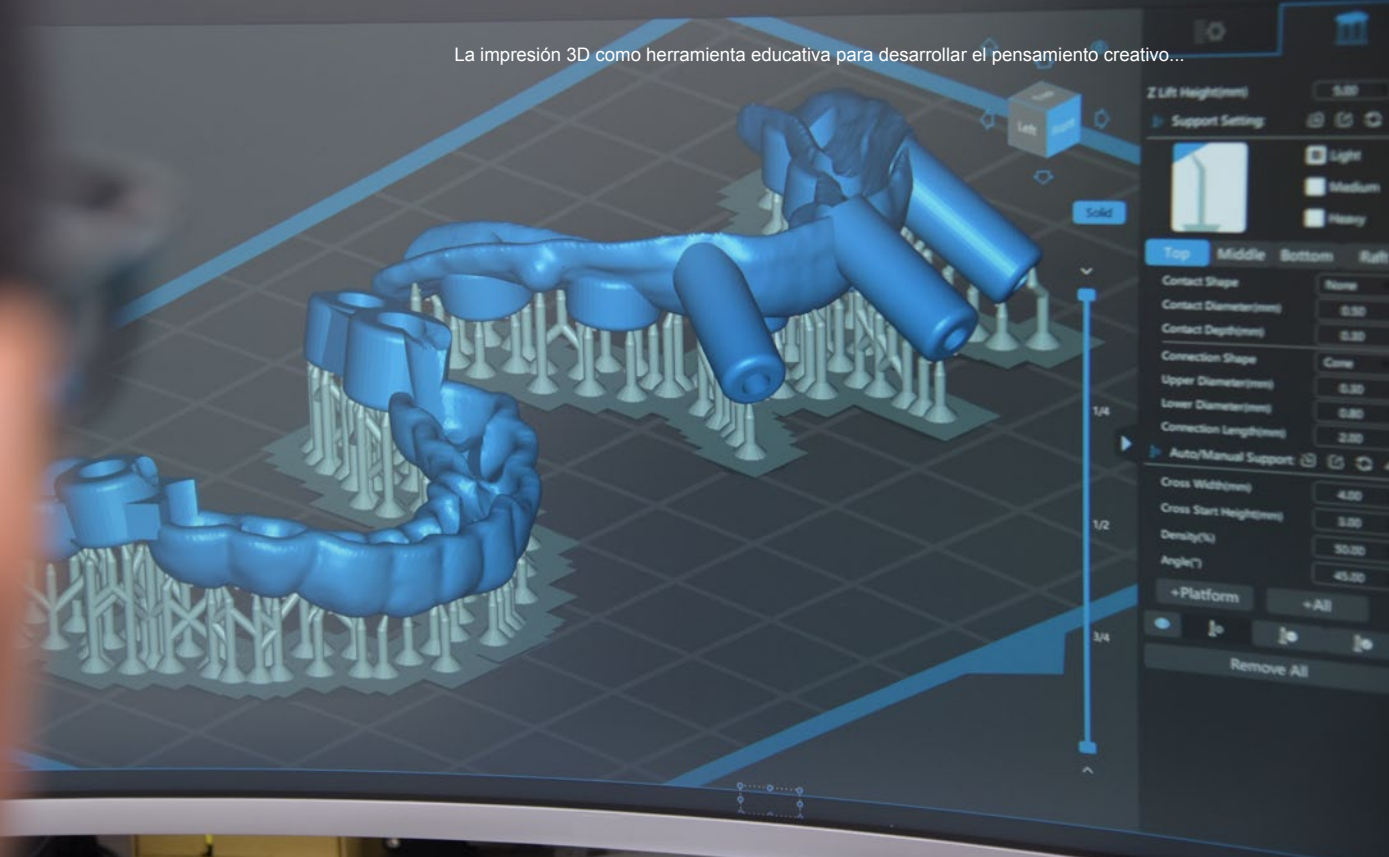
### Palabras clave

Impresión 3D; herramienta educativa; tecnología educativa; pensamiento creativo; diseño industrial



### Keywords

3D printing; educational tool; educational technology; creative thinking; industrial design



## INTRODUCCIÓN

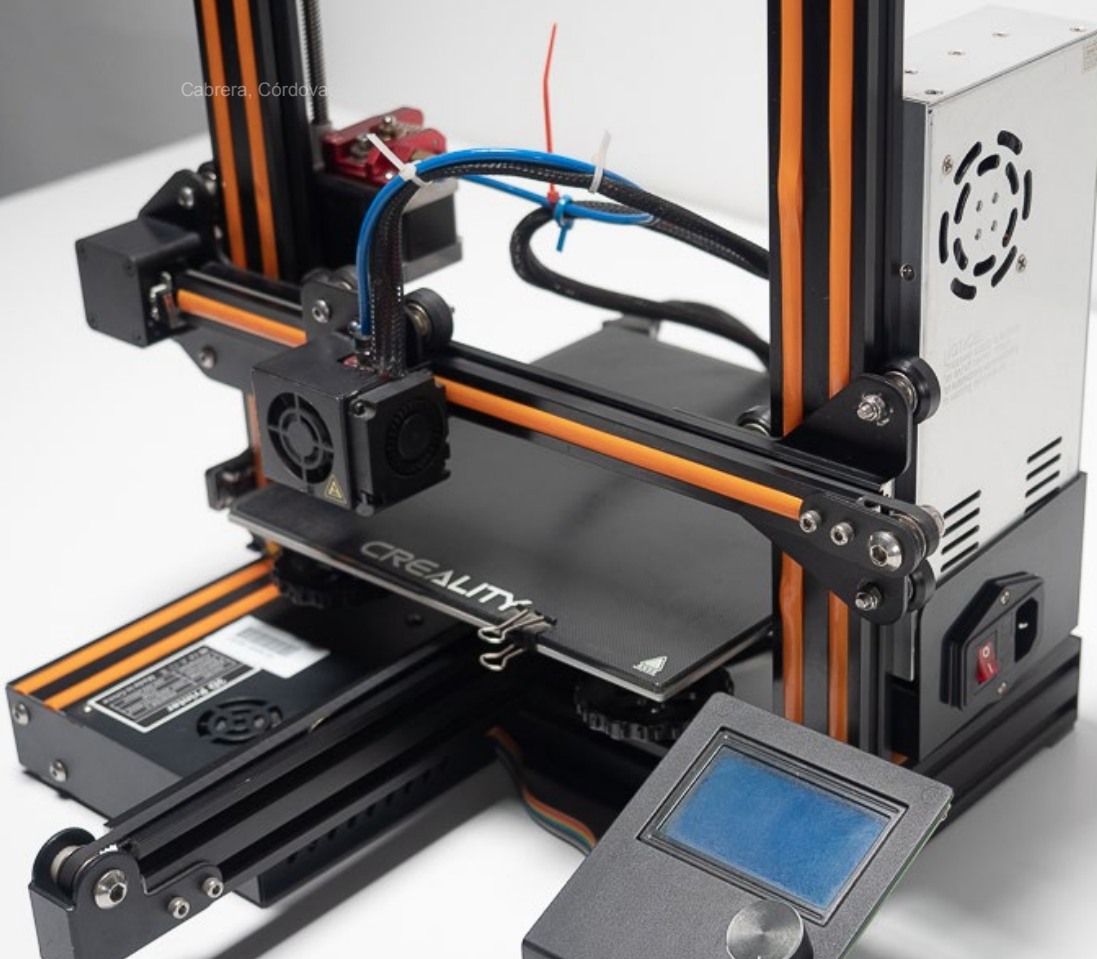
En la educación, al igual que en diferentes áreas del conocimiento, el uso de la tecnología se determina por objetivos planteados, así como menciona López-Arenas (2009): “la fijación de objetivos debe ser siempre anterior al empleo de los recursos tecnológicos y no al revés [...] reclamar para ella el sitio que le corresponde a la hora de la toma de decisiones” (p. 191), por lo que no es sólo el uso de la herramienta en sí misma, sino el para qué y el cómo será utilizada.

En el Reporte Horizon 2018 para la Educación Superior se describen diversos avances que emplean la tecnología educativa como instrumentos y recursos destinados a mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Estos desarrollos se categorizan en siete áreas que son relevantes para el ámbito educativo y la investigación crea-

tiva. En el reporte se considera que la impresión 3D pertenece a las tecnologías de visualización, debido a que busca la capacidad del cerebro para procesar rápidamente información visual, identificar patrones, explorar procesos dinámicos y simplificar lo complejo (Adams *et al.*, 2018). Ortiz (2019) expresa lo siguiente:

Para crear un modelo 3D el primer paso es su diseño con un *software* de renderizado 3D (tipo CAD). El modelo se guarda en una estereolitografía (archivo .STL). El *software* de la impresora reinterpreta la información del archivo .STL y la transforma en secciones horizontales 2D que serán las que la impresora vaya imprimiendo de modo aditivo hasta formar el objeto 3D completo (p. 1).

Berchon *et al.* (2014) mencionan que “esta técnica recibe el nombre de fabricación ‘aditiva’, pues se lleva a cabo mediante la adición de materia: el



objeto toma forma a medida que las capas se solidifican” (p. 3). En la actualidad, la tecnología de la impresión 3D se utiliza en múltiples ámbitos, incluyendo la medicina, donde se emplea para “el desarrollo de dispositivos médicos [...] pues se han fabricado diversos modelos de prótesis, implantes y tejidos combinando el uso de diferentes técnicas de manufactura aditiva con la incorporación de arreglos celulares, promoviendo la regeneración de estructuras biológicas” (Valenzuela-Villela *et al.*, 2020, p. 164). Incluso se registran resultados en una investigación sobre la enseñanza de anatomía humana que reporta que los estudiantes que hicieron uso de la impresión 3D mostraron mayor precisión al responder las preguntas en comparación con los estudiantes de los grupos convencionales (Ye *et al.*, 2020).

En la industria de la construcción, “la reducción al mínimo del uso de material no solo es una demanda industrial y una necesidad de viabilidad, sino también una de las mayores contribuciones de la tecnología de impresión 3D” (Nadal *et al.*, 2017, p. 241). En el área de la alimentación, se visualiza su aplicación debido a que “tiene un gran potencial para producir alimentos con texturas y formas geométricas complejas de elaborar [...] el aporte de esta tecnología radica en su utilización [...] que resalta las características más atractivas de un alimento hacia un consumidor” (Almeida-Bodero *et al.*, 2021, p. 845). Sin embargo, “el uso pedagógico de la impresión 3D podría cambiar, una vez que los profesores y los estudiantes se familiaricen con la cultura del *makerspace* [...]. El estado actual de la investigación y el desarrollo pedagógico sigue sin ser claro” (Perna y Wiedmer,

2020, p. 2). Por lo anterior, es importante utilizar la impresión 3D de manera óptima para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.

El utilizar las herramientas tecnológicas con un objetivo específico dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje favorece la innovación y la creatividad, como menciona Žujović *et al.* (2022), “comprender los efectos de las tecnologías avanzadas puede guiar investigaciones futuras, innovar métodos de diseño y mejorar la educación [...]. Se puede utilizar en las etapas del proceso de diseño, desde la búsqueda de prototipos hasta la fabricación de estructuras a escala real” (p. 1).

De igual forma, el uso de la impresión 3D como herramienta educativa ha sido una tendencia latente y se ha observado un creciente interés por incorporarla en el proceso de enseñanza-aprendizaje, debido a que “cada tecnología revolucionaria tiene como fin multiplicar alguna de nuestras habilidades naturales [...] y al multiplicar nuestras capacidades, las nuevas tecnologías siempre tienen un impacto profundo [...] en cómo transforman nuestras relaciones laborales y personales, nuestras instituciones y hasta nuestra historia” (Vazhnov, 2013, p. 3). Por lo tanto, en esta revisión sistemática se muestra la forma en que la impresión 3D ha sido analizada en el plano educativo para desarrollar el pensamiento creativo, como refiere Salomon (1992):

El cultivo de habilidades no puede ser adquirido sino por experiencia directa [...]; la tecnología debe demandar del individuo un desarrollo mayor de las habilidades que ya posea en el momento de enfrentarse con la tecnología [...]. La mera exposición e incluso alguna actividad inconsciente y pobremente ejecutada puede no ser suficiente (pp. 150-151).

Ahora bien, es necesario identificar que “la competencia del pensamiento creativo es el comportamiento mental que genera procesos de búsqueda y descubrimiento de soluciones nuevas y factibles [...]. Relacionado con la capacidad de

observación, resolución de problemas y toma de decisiones, creatividad, innovación y flexibilidad” (Hernández *et al.*, 2018, pp. 314-342). Por este motivo es fundamental el desarrollo de esta competencia en los estudiantes para que encuentren y propongan soluciones originales e innovadoras ante los nuevos retos del mundo laboral.

Este trabajo de investigación llevó a cabo una revisión de la literatura en un lapso que comprende desde 2017 hasta 2022, incluyendo el período anterior a la pandemia provocada por la covid-19, ya que la impresión 3D se consideraba una de las tendencias en la educación; sin embargo, se observa que su apropiación se vio interrumpida ante la contingencia debido a las medidas de confinamiento y al nulo acceso al equipo en los laboratorios institucionales. Cabe mencionar que tras esta situación se ha retomado su uso en aplicaciones recientes.

La presente investigación consta de los siguientes apartados: en la primera sección se realiza una introducción sobre la impresión 3D y su relación con el pensamiento creativo; en la segunda sección se determina la metodología empleada para llevar a cabo la revisión sistemática, la cual se divide en planeación, selección y extracción de la información; en la tercera sección se muestran los resultados obtenidos; en la cuarta sección se presenta la discusión; y, finalmente, en la quinta sección se esbozan las conclusiones derivadas de la investigación.

## METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática exploratoria de la literatura con el objetivo de encontrar estudios relacionados sobre dónde o de qué manera se utiliza la impresión 3D como herramienta educativa en el diseño, específicamente en el diseño industrial. El procedimiento para seleccionar los artículos a analizar constó de cinco etapas principales, dentro de las cuales se incluyó un total de doce pasos, como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Etapas y pasos de la revisión sistemática.

Fuente: elaboración propia con referentes teóricos de Mejía *et al.* (2022).

A continuación, se describe cada una de las etapas y los pasos que se realizaron para la revisión sistemática.

### Planeación

#### Planteamiento de la pregunta de investigación

Si bien el desarrollo del pensamiento creativo en la educación básica se desarrolla de forma permanente, esto no sucede con la misma continuidad y enfoque en la educación superior; por lo tanto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿La inclusión de la impresión 3D como herramienta educativa favorece el aprendizaje y desarrolla el pensamiento creativo en los estudiantes de diseño industrial?

#### Definir el término de búsqueda

Para utilizar las bases de datos científicas se emplearon operadores booleanos mediante las siguientes cadenas en español: (ab:(ti:(“impresión 3D” AND “tecnología educativa” OR “diseño industrial”))), y en inglés: (ab:(ti:(“3D Printing” AND “educative technology” OR “industrial design”))), utilizando comillas en cada término para garantizar una coincidencia exacta. Se seleccionaron los textos científicos que incorporaban estos términos en sus títulos o resúmenes. Para el análisis se estableció un período de seis años (2017 a 2022) y se incluyeron artículos científicos en español e inglés.

### Selección

#### Fuentes de información

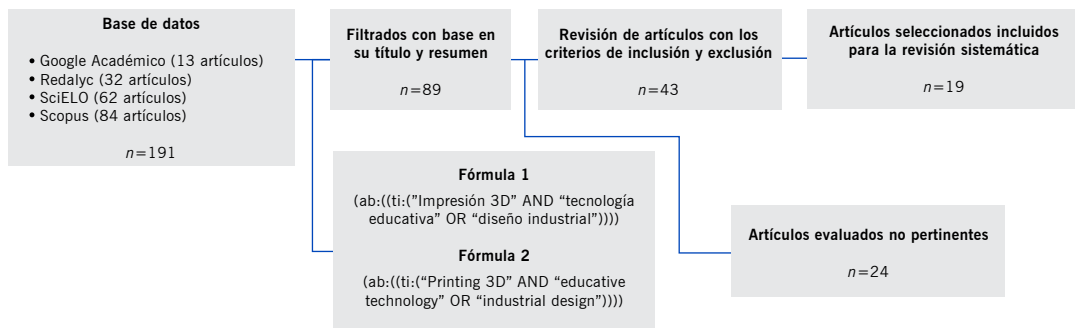
Se seleccionaron cuatro bases de datos: Google Académico, Redalyc, SciELO y Scopus, ya que en estas fuentes de información especializada se encuentran investigaciones científicas de carácter multidisciplinar.

#### Selección de la literatura obtenida

La fórmula de la cadena booleana para la búsqueda se configuró en las cuatro bases de datos mencionadas, lo que dio como resultado un total de 191 documentos, de los cuales 13 se obtuvieron de Google Académico, 32 de Redalyc, 62 de SciELO y 84 de Scopus. Estos documentos se sometieron a los criterios de inclusión, exclusión y pertinencia.

#### Criterios de inclusión y exclusión

Como parte de los criterios de inclusión y exclusión, fue necesario que los artículos escritos en español incluyeran en el título o en el resumen los términos: “impresión 3D”, “tecnología educativa” o “diseño industrial”, mientras que los artículos en inglés debían contener: “3D Printing”, “educative technology” o “industrial design”. Con base en estos criterios se consideraron de la muestra total únicamente 89 artículos: 12 de Google Académico, 31 de Redalyc, 20 de SciELO y 26 de Scopus.



**Figura 2.** Proceso de selección de artículos científicos para revisión sistemática.

Fuente: elaboración propia.

En el siguiente paso se aplicó el criterio por pertinencia, es decir, se descartaron aquellos artículos que, a pesar de cumplir con los criterios de inclusión y exclusión, no eran relevantes debido a su escasa información sobre la impresión 3D o por no enfocarse en el área de diseño industrial. Como resultado, se conservó un total de 32 artículos.

Posteriormente, se llevó a cabo una revisión para asegurar que los artículos se encontraran dentro del período comprendido entre 2017 y 2022. Como resultado, se obtuvieron 19 artículos, distribuidos de la siguiente manera: 2 de Google

Académico, 9 de Redalyc, 4 de SciELO y 4 de Scopus, como se observa en la figura 2.

### Extracción

#### Concentración y análisis de los datos

Los datos más relevantes hallados en los artículos seleccionados se incorporaron en una matriz de aspectos generales como: año, autor, título, categorías, metodología utilizada, premisa y ubicación, con el objetivo de mostrar información significativa de cada uno de los documentos e identificar los puntos esenciales de la pregunta de investigación (ver tabla 1).

**Tabla 1.** Selección de artículos en las bases de datos

2017 Artículo de investigación Redalyc	Título: Educación y tecnología: pasado, presente y futuro de una relación compleja <a href="https://doi.org/10.46840/ec.2017.07.06">https://doi.org/10.46840/ec.2017.07.06</a>
	Categorías: educación, tecnología educativa, trabajo colaborativo, pensamiento de diseño, producción tecnológica, <i>makerspace</i> , apropiación creativa, tecnología transformadora y cambio educativo
Metodología: N/A	Premisa: la idea de que las personas puedan volver a apropiarse de la producción tecnológica no solo implica el desarrollo de conocimientos y habilidades técnicas, sino también una postura ética frente la compleja relación entre los ciudadanos y el mundo tecnológico
Citaciones: 4	
2017 Artículo de investigación Redalyc	Título: Materiales digitales para fortalecer el aprendizaje disciplinar en educación media superior. Un estudio para comprender cómo se suscita el cambio educativo <a href="https://doi.org/10.15366/reice2017.15.2.005">https://doi.org/10.15366/reice2017.15.2.005</a>
	Categorías: innovación educativa, interactividad, creatividad, aula invertida, cambio, aprendizaje, educación formal y educación básica

Metodología: N/A	Premisa: la presencia de la tecnología en las aulas logra que los objetos de aprendizaje cobren un significado al ser usados como elementos de apoyo
Citaciones: 27	
2017 Artículo de investigación Redalyc	Título: Tecnologías de diseño y fabricación digital de bajo coste para el fomento de la competencia creativa <a href="http://dx.doi.org/10.5209/ARIS.51886">http://dx.doi.org/10.5209/ARIS.51886</a>
	Categorías: creatividad, competencias, diseño, tecnología educativa e impresión 3D
Metodología: N/A	Premisa: la competencia artística y creativa ha adquirido mayor relevancia y se ha convertido en una habilidad transversal en entornos educativos
Citaciones: 19	
2017 Artículo de investigación SciELO	Título: Impresión 3D como herramienta didáctica para la enseñanza de algunos conceptos de ingeniería y diseño <a href="https://doi.org/10.14483/23448393.12248">https://doi.org/10.14483/23448393.12248</a>
	Categorías: enseñanza en ingeniería, creatividad, curiosidad y diseño
Metodología: Constructivismo	Premisa: en las disciplinas de ingeniería y diseño, disponer de material didáctico para presentar a los estudiantes problemas y situaciones reales que puedan analizar y resolver, fortalece habilidades mecánico-espaciales y asociativas, además de fomentar la educación basada en problemas que es, a su vez, educación basada en el estudiante, lo que supera la unilateralidad de la información
Citaciones: 14	
2018 Artículo de investigación Redalyc	Título: La universidad 4.0 con currículo inteligente 1.0 en la cuarta revolución industrial <a href="https://doi.org/10.23913/ride.v9i17.377">https://doi.org/10.23913/ride.v9i17.377</a>
	Categorías: creatividad, innovación tecnológica, innovación científica, universidad innovadora e inteligencia
Metodología: N/A	Premisa: la transición entre el presente y el futuro de la enseñanza universitaria representa un espacio donde se generan innovaciones científicas y tecnológicas inteligentes
Citaciones: 56	
2018 Artículo de investigación Redalyc	Título: Retos de la formación profesional del diseñador industrial en la cuarta revolución industrial <a href="https://doi.org/10.23913/ride.v8i16.330">https://doi.org/10.23913/ride.v8i16.330</a>
	Categorías: aprendizaje imaginativo, aprendizaje creativo, comunidades de innovación, tecnologías convergentes y diseño industrial
Metodología: N/A	Premisa: el diseño industrial requiere una renovación profesional con nuevas tecnologías y materiales y de esta forma generar nuevos perfiles
Citaciones: 11	
2018 Artículo de investigación SciELO	Título: Propuesta metodológica para la mejora del aprendizaje de los alumnos a través de la utilización de las impresoras 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos <a href="https://doi.org/10.26864/pcs.v8.n1.8">https://doi.org/10.26864/pcs.v8.n1.8</a>
	Categorías: ABP, tecnologías de la información y la comunicación (TIC), motivación, diseño instruccional, roles, fundamentos de diseño y educación secundaria
Metodología: Aprendizaje basado en proyectos	Premisa: estudio de la motivación, aprendizaje y rendimiento académico; las TIC y su papel en la motivación y mejora del aprendizaje; las impresoras 3D con fines educativos y la aplicación del diseño 3D en la metodología ABP; diseño y optimización de estructuras y mecanismos
Citaciones: 20	

2018 Artículo de investigación Scopus	Título: Counterfeiting ancient Chinese Armour using 3D-printing technology / Recrear armaduras chinas antiguas usando tecnología de impresión 3D <a href="https://doi.org/10.1007/s11042-018-6462-y">https://doi.org/10.1007/s11042-018-6462-y</a>
Metodología: N/A	Premisa: la impresión 3D presenta amplias aplicaciones en diversas áreas aún por explorar y puede producir diferentes oportunidades laborales al ser un tema emergente en el ámbito del diseño
Citaciones: 7	
2019 Artículo de investigación SciELO	Título: Preparando a los estudiantes para la generación Z: consideraciones sobre el currículo de impresión 3D <a href="http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.280">http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.280</a>
Metodología: Constructivismo	Premisa: se considera necesario realizar modificaciones en el paradigma educativo requerido por los estudiantes de la generación Z; estos cambios indican el uso de herramientas de aprendizaje colaborativo y el desarrollo de mayor contenido creativo
Citaciones: 19	
2019 Artículo de investigación Scopus	Título: Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education / Revisión sistemática: dónde y cómo se utiliza la impresión 3D en la enseñanza y educación <a href="https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.028">https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.028</a>
Metodología: N/A	Premisa: se abren nuevas oportunidades para las prácticas docentes mediante el uso de la impresión 3D como una tecnología de apoyo durante la enseñanza, especialmente en campos como la ingeniería y el diseño; sin embargo, se registra que su implementación puede crear vínculos con disciplinas STEM (por sus siglas en inglés, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas)
Citaciones: 326	
2020 Artículo de investigación Google Académico	Título: La virtualidad en los procesos de formación educativa. Retos y oportunidades del sistema educativo ecuatoriano <a href="http://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1629">http://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1629</a>
Metodología: Constructivismo	Premisa: la importancia de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje y el uso de tecnologías
Citaciones: 12	
2020 Artículo de investigación Scopus	Título: Leveraging design competitions to enhance learning goals and student motivation within a studio project / Aprovechar los concursos de diseño para mejorar los objetivos de aprendizaje y la motivación de los estudiantes dentro de un proyecto de estudio <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-030-51194-4_34">https://doi.org/10.1007/978-3-030-51194-4_34</a>
Metodología: Aprendizaje experiencial	Premisa: los concursos pueden desempeñar un papel motivador en la educación universitaria en diseño y, de esta manera, el trabajo realizado contribuye a la mejora de proyectos futuros
Citaciones: 2	



2020 Artículo de investigación Scopus	Título: Innovation Strategy of 3D Printing in Industrial Design Based on Vision Sensor / Estrategia de innovación de la impresión 3D en diseño industrial basada en sensores de visión <a href="https://doi.org/10.1155/2021/9061110">https://doi.org/10.1155/2021/9061110</a>
	Categorías: impresión 3D, diseño industrial y diseño innovador
Metodología: N/A	Premisa: la impresión 3D tiene importantes ventajas en los procesos de fabricación de estructuras complejas y presenta un gran potencial en términos de desarrollo. El diseño libre y la creación rápida de prototipos pueden originar cambios revolucionarios en la fabricación de productos en el futuro
Citaciones: 2	
2021 Artículo de investigación Redalyc	Título: Combinando impresión 3D y electrónica como estrategia para mejorar la experiencia de aprendizaje <a href="https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27596">https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27596</a>
	Categorías: aprendizaje, servicio e ingeniería mecánica
Metodología: Aprendizaje por Servicio	Premisa: el aprendizaje-servicio es una propuesta educativa que combina los procesos de aprendizaje y el servicio a la comunidad en un proyecto unificado y bien estructurado, en el que los participantes se forman al involucrarse en las necesidades reales del entorno con el propósito de mejorarlo
Citaciones: 4	
2021 Artículo de investigación Redalyc	Título: Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa <a href="https://doi.org/10.5944/ried.24.1.28415">https://doi.org/10.5944/ried.24.1.28415</a>
	Categorías: nuevas tecnologías, TIC, medios de enseñanza y práctica pedagógica
Metodología: N/A	Premisa: la aplicación de tecnología en educación lleva a la comprensión y existencia de un proceso continuo de cambio
Citaciones: 71	
2022 Artículo de investigación Redalyc	Título: Juegos en tabletas digitales como introducción al modelado y la impresión 3D <a href="http://dx.doi.org/10.14201/eks2015162129140">http://dx.doi.org/10.14201/eks2015162129140</a>
	Categorías: adaptabilidad, flexibilidad, juego, apropiación natural, aprendizaje colaborativo, desarrollo y creatividad
Metodología: N/A	Premisa: la aplicación de tecnologías en contextos educativos genera interés de los alumnos en carreras de ciencia, arte y tecnología
Citaciones: 12	
2022 Artículo de investigación Redalyc	Título: Investigar en tecnología educativa: un viaje desde los medios hasta las TIC <a href="https://doi.org/10.15332/2422409X.6325">https://doi.org/10.15332/2422409X.6325</a>
	Categorías: tecnología educativa, investigación y teorías sobre aprendizaje con tecnologías TIC
Metodología: N/A	Premisa: las tecnologías como herramientas y objetos de estudio; entornos para aprendizaje colaborativo y para la evaluación del aprendizaje
Citaciones: 13	
2022 Artículo de investigación SciELO	Título: Integración de la impresión 3D en la educación tecnológica <a href="https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1170">https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1170</a>
	Categorías: niños, jóvenes y adultos

Metodología: Constructivismo Gamificación	Premisa: la finalidad del proyecto es la integración de la impresión 3D en la educación técnica y tecnológica para facilitar el acceso de los estudiantes al mundo laboral y del emprendimiento
Citaciones: 0	
2022 Artículo de investigación Google Académico	Título: La educación superior 4.0: retos y perspectivas <a href="https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/1058">https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/1058</a>
	Categorías: creatividad, pensamiento crítico y tecnología educativa
Metodología: N/A	Premisa: Las tecnologías deben utilizarse como herramientas cognitivas que fomenten el desarrollo del conocimiento de los alumnos, su pensamiento crítico y la capacidad de comunicación con sus pares
Citaciones: 0	

N/A: no aplica.

Fuente: elaboración propia.

## RESULTADOS

### *Categorías analizadas*

La búsqueda sobre la impresión 3D como tecnología educativa y su aplicación en el campo del diseño industrial se llevó a cabo en cuatro bases de datos, de las cuales se obtuvieron 191 artículos, los cuales fueron revisados aplicando los criterios de inclusión, exclusión y pertinencia, lo que condujo a la selección de un total de 19 artículos de investigación científica para ser analizados (ver tabla 2).

**Tabla 2.** Artículos incluidos de las bases de datos

BASE DE DATOS	ARTÍCULOS ENCONTRADOS	ARTÍCULOS INCLUIDOS
Google Académico	13	2
Redalyc	32	9
SciELO	62	4
Scopus	84	4
Total	191	19

Fuente: elaboración propia.

### *Impresión 3D, tecnología educativa y diseño*

Se utilizó el *software* VOSviewer en las bases de datos de Google Académico, SciELO, Redalyc y

Scopus para analizar las redes bibliométricas con el objetivo de identificar vínculos entre las categorías principales durante el período 2017-2022. En la figura 3 se identifican las tendencias por el interés de los temas tratados.

El análisis de los artículos condujo a la identificación de 60 categorías específicas que muestran sus relaciones con otras. Estas categorías fueron: adaptabilidad, apoyo didáctico, aprendizaje, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje colaborativo, aprendizaje creativo, aprendizaje imaginativo, apropiación creativa, apropiación natural, CAD, cambio, cambio educativo, competencias, comunidades de innovación, creatividad, curiosidad, desarrollo de creatividad, desarrollo de habilidades, diseño, diseño industrial, diseño innovador, diseño instruccional, educación, educación formal, enseñanza en ingeniería, flexibilidad, fundamentos de diseño, generación Y, generación Z, hábitos de estudio, impresión 3D, incorporación tecnológica, ingeniería, innovación científica, innovación educativa, innovación tecnológica, inteligencia, interactividad, investigación, jóvenes, juego, *makerspace*, medios de enseñanza, motivación, nuevas tecnologías, pensamiento crítico, pensamiento de diseño, práctica pedagógica, producción tecnológica, roles, servicio, tecnología, tecnología educativa, tecnología transformadora, tecnologías convergentes, tecnologías digitales, teorías del aprendizaje,



**Tabla 3.** Tendencias de implementación

AUTOR/AÑO	ENFOQUE PRINCIPAL	CATEGORÍA PRINCIPAL TRABAJADA	INTERÉS POR DESARROLLO
Pinto, L. 2017	Tecnología	Pensamiento de diseño	Cognitivo
Gallardo, K. 2017	Materiales tangibles	Creatividad	
Bonet, A. 2017			
Rúa, E. 2017			
Pedroza, R. 2018	Innovación		Cognitivo y educativo
Reyes, F. 2018	Tecnología e innovación	Pensamiento integral	Holístico
Blázquez, P. 2018	Metodología	Motivación	Educativo
Zhou, K. 2018	Tecnología	Creatividad	Cognitivo
Popescu, D. 2019	Trabajo colectivo Hábitos de estudio	Pensamiento crítico	Holístico
Ford, S. 2019	Metodología	Tecnología educativa	Educativo
Ayón, E. 2020	Metodología	Proceso de formación	
Wilson, W. 2020	Innovación Trabajo colectivo	Motivación	
Sun, H. 2020	Innovación	Pensamiento de diseño	
Suardíaz, J. 2021	Metodología	Aprendizaje basado en servicio	
Prendes, M. 2021	Tecnología	Medios de enseñanza	
Saorín, J. 2022		Aprendizaje colaborativo	Educativo
Sánchez-Vera, M. 2022		Tecnología educativa	Cognitivo y educativo
Candia, F. 2022		Educación tecnológica	Cognitivo
Vázquez, M. 2022		Tecnología educativa	Cognitivo

Fuente: elaboración propia.

## DISCUSIÓN

Con la información obtenida se puede afirmar que la impresión 3D como herramienta educativa ofrece amplias posibilidades que aún no han sido completamente exploradas. La metodología principal es de enfoque constructivista, lo que permite a los estudiantes crear significados y explorar a partir de su experiencia. Si bien el pensamiento creativo se desarrolla desde niveles básicos, en la educación superior aún existen importantes oportunidades por investigar. Más allá del simple uso de la herramienta, el objetivo es desarrollar habilidades cognitivas que contribuyan al crecimiento profesional de los estudiantes.

Como se muestra en la red bibliométrica (figura 3), entre 2017 y 2019, período anterior a la pandemia, la impresión 3D se utilizaba como una estrategia educativa con el objetivo de crear objetos tangibles, ya que en ese momento era una herramienta que se estaba explorando. No obstante, durante el confinamiento causado por la covid-19, hubo limitaciones en cuanto al acceso y uso de los equipos en las instituciones, lo que provocó que la impresión 3D se realizara con equipos caseros. En consecuencia, tanto las instituciones como los docentes buscaron incorporar la impresión 3D como parte de su metodología educativa, en vista de que los estudiantes se integraron nuevamente a las aulas con diferentes conocimientos adquiridos de forma autónoma.

Los artículos más recientes, publicados a partir de 2021 y 2022, presentan la impresión 3D con un enfoque principal como tecnología educativa y un interés en desarrollar en los estudiantes no solo habilidades educativas sino cognitivas, “para facilitar el acceso [...] al mundo laboral y del emprendimiento [...], se pretende favorecer el fortalecimiento del proceso cognitivo [...] de estudiantes que demandan una instrucción de calidad” (Candía, 2022, p. 4).

Se ha observado que la impresión 3D ha ayudado a los estudiantes de diversas áreas a resolver conceptos de manera más eficiente y con

mayor comprensión, precisión e integración en un menor tiempo, algo que no se había logrado de manera convencional (Ye *et al.*, 2020). Como consecuencia, “los métodos de enseñanza deberían también motivar a los alumnos a estudiar esta tecnología en detalle y ayudarlos a desarrollar su pensamiento crítico y razonamiento sobre los procesos 3D” (Popescu *et al.*, 2019, p. 243).

En este sentido, se comprenden “las preferencias claras de los estudiantes hacia actividades de aprendizaje más visuales, interactivas y prácticas [...], más pruebas de aplicaciones teóricas en la práctica” (Popescu *et al.*, 2019, p. 251). Por lo anterior, es importante seguir este proceso e identificar si existe una mejora en la obtención del conocimiento a medida que se planea y desarrolla la habilidad requerida.

Algo semejante ocurrió con los resultados proporcionados por Candía (2022), quien menciona que “para la resolución de problemas matemáticos [...] la propuesta es viable con alto grado de aplicabilidad durante la repetición colaborativa [...] que involucran material didáctico impreso en 3D” (p. 24). Varios de los artículos analizados coinciden en la necesidad de impulsar la creatividad y desarrollar a la par un currículo inteligente con innovaciones científicas y tecnológicas, haciendo referencia a la tecnología educativa y la aplicación de las nuevas herramientas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Con base en las tendencias recientes, una oportunidad de mejora es la aplicación de la impresión 3D como herramienta educativa. Esto se puede lograr mediante un diseño instruccional que permita cumplir objetivos y metas para desarrollar competencias o habilidades, y el aprendizaje de contenidos temáticos, como lo describen Blázquez *et al.* (2018): “un diseño instruccional que sea definido, definición de roles y fundamentos de diseño [...] dando solución a problemas reales y contextualizados para los estudiantes [...] descubriendo aspectos que despiertan su curiosidad” (p. 172). De esta forma, se podrá confirmar si la estrategia didáctica en su diseño e implemen-

tación es viable para fomentar el desarrollo de la creatividad.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con la revisión sistemática, es importante destacar que las instituciones y los docentes deberán implementar proyectos más complejos que conduzcan a los estudiantes a investigar y trabajar de manera iterativa con esta herramienta para fomentar el desarrollo del pensamiento creativo. Una fortaleza evidente es la oportunidad de utilizar la tecnología de la impresión 3D para mejorar la manera en la que los estudiantes aprenden porque ofrece la ventaja de interactuar con objetos reales en entornos flexibles y fomenta el desarrollo de capacidades de autoaprendizaje. Esto, a su vez, da lugar a la creatividad y la autonomía, lo que genera nuevas formas de comunicación y promueve el desarrollo del pensamiento creativo a través del trabajo colaborativo.

La posibilidad de desarrollar el pensamiento creativo en estudiantes de diseño industrial con el uso de la impresión 3D es evidente, pues de manera iterativa y se busca que ellos mismos logren crear un proceso personalizado que les permita comprender mejor y crear con innovación.

La importancia de conocer la forma en la que aprenden las nuevas generaciones sin duda llevará a obtener un mayor aprovechamiento de una tecnología basada en la impresión 3D como herramienta educativa. Esto permitirá identificar la manera en la que los estudiantes tienden a apropiarse de este tipo de tecnologías. El desarrollo del pensamiento creativo puede verse beneficiado si se organiza un proceso desde la concepción, visualización, diseño e impresión del objeto final. Este proceso no solo contribuirá a las competencias educativas, sino también a las competencias cognitivas del estudiante.

Se sugiere crear una herramienta didáctica, como estrategia educativa para construir un obje-

to mediante un proceso estructurado y organizado que contribuya al desarrollo del pensamiento creativo. Es decir, una plataforma con una guía secuencial que, siguiendo un proceso organizado, accederá el combinar la teoría con la práctica. Esto permitirá a los estudiantes desarrollar su creatividad y registrar cómo logran crear y manipular un objeto 3D.

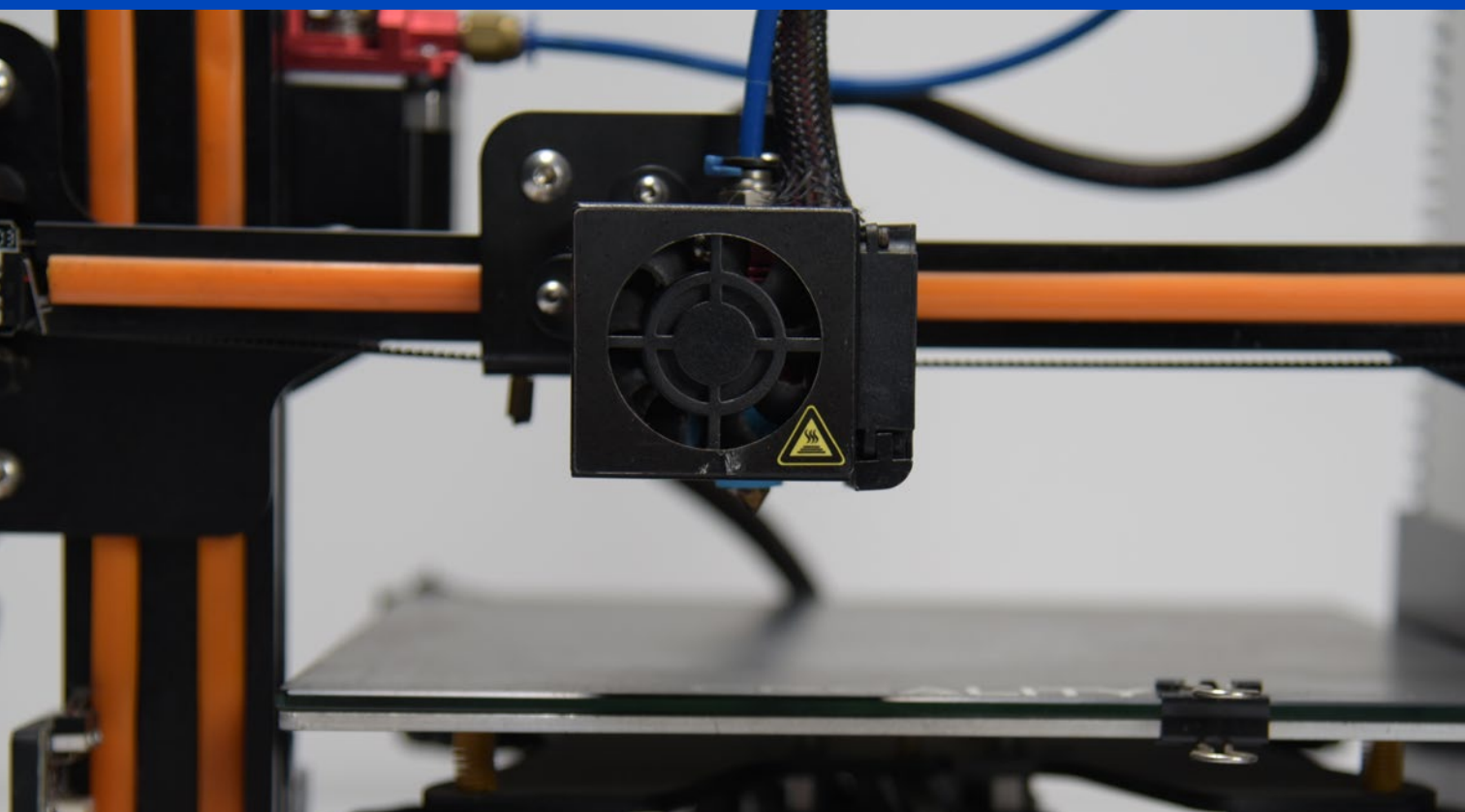
Asimismo, surge la necesidad de desarrollar el pensamiento creativo que no se limite al uso de una herramienta tecnológica, sino que genere de manera óptima un pensamiento integral al utilizar la tecnología educativa para motivar y fomentar la creatividad. La integración de la impresión 3D en las aulas pretende ser percibida como una estrategia que impulse la enseñanza y el aprendizaje colaborativo al utilizarla como herramienta.

## REFERENCIAS

- Adams, S.; Brown, M.; Dahlstrom, E.; Davis, A.; DePaul, K.; Diaz, V. & Pomerantz, J. (2018). The NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition. *EDUCASE*. <https://library.educause.edu/resources/2018/8/2018-nmc-horizon-report>
- Almeida-Bodero, I.; Sotomínguez-Espinoza, G. y Cisneros-Pérez, N. (2021). Aplicación de la manufactura aditiva en el procesamiento de alimentos. *Polo Del Conocimiento*, 6(9), 837-856. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3083/html>
- Ayón, E. B., y Cevallos, A. M. (2020). La virtualidad en los procesos de formación educativa. Retos y oportunidades del sistema educativo ecuatoriano. *Polo del Conocimiento: Revista Científica - Profesional*, 5(8), 860-886. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7554388>
- Berchon, M. y Luyt, B. (2014). *La impresión 3D*. Editorial GG.
- Blázquez Tobías, P. J.; Orcos Palma, L.; Mainz Salvador, J. y Sáez Benito, D. (2018). Propuesta metodológica para la mejora del aprendizaje de los alumnos a través de la utilización de las impresoras 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 8(1), 139-166. <https://doi.org/10.26864/PCS.V8.N1.8>
- Bonet, A.; Meier, C.; Saorín, L.; de la Torre, J. y Carbonell, C. (2016). Tecnologías de diseño y fabricación digital de bajo coste para el

- fomento de la competencia creativa. *Arte, Individuo y Sociedad*, 29(1), 89-104. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5209/ARIS.51886>
- Candía, F. (2022). Integración de la impresión 3D en la educación tecnológica. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(24). <https://doi.org/10.23913/RIDE.V12I24.1170>
- Ford, S. & Minshall, T. (2019). Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. *Additive Manufacturing*, (25), 131-150. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.028>
- Gallardo, K.; Alvarado, M.; Lozano, A.; López, C. y Gudiño, S. (2017). Materiales digitales para fortalecer el aprendizaje disciplinar en educación media superior: un estudio para comprender cómo se suscita el cambio educativo. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 15(2), 89-109. <https://www.redalyc.org/pdf/551/55150357005.pdf>
- Hernández, J.; Jiménez, Y. y Rodríguez, E. (2018). Desarrollo de competencias de pensamiento creativo y práctico para iniciar un plan de negocio: diseño de evidencias de aprendizaje. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 9(17), 314-342. <https://doi.org/10.23913/RIDE.V9I17.383>
- López-Arenas, J. (2009). La tecnología educativa: implicaciones para el futuro de la educación. Cuestiones pedagógicas. *Revista de Ciencias de la Educación*, (2). <https://revistascientificas.us.es/index.php/Cuestiones-Pedagogicas/article/view/10376>
- Mejía, M.; Escudero-Nahón, A. y Chaparro, R. (2022). Tendencias de *game learning analytics*: una revisión sistemática de la literatura especializada. *Sinéctica*, 58. [https://doi.org/10.31391/S2007-7033\(2022\)0058-006](https://doi.org/10.31391/S2007-7033(2022)0058-006)
- Nadal, A.; Pavón, J. y Liébana, O. (2017). Perspectivas para la impresión 3D en la construcción. *Revista Europea de Investigación en Arquitectura: REIA*, 7-8, 231-244. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6303030>
- Ortiz, A. (2019). Las impresoras 3D como herramientas científicas. *Encuentros Multidisciplinares*, 21(61). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6904251&info=resumen&idoma=SPA>
- Pedroza, R. (2018). La universidad 4.0 con currículo inteligente 1.0 en la cuarta revolución industrial. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 9(17), 168-194. <https://doi.org/10.23913/RIDE.V9I17.377>
- Perna, J. & Wiedmer, S. (2020). A systematic review of 3D printing in chemistry education - Analysis of earlier research and educational use through technological pedagogical content knowledge framework. *Chemistry Teacher International*, 2(2). <https://doi.org/10.1515/cti-2019-0005>
- Pinto, L. (2017). Educación y tecnología: pasado, presente y futuro de una relación compleja. *Economía Creativa*, (7). <https://www.redalyc.org/journal/5475/547569102006/547569102006.pdf>
- Popescu, D.; Popa, D. M.; Cotet, B. G. y Popescu, D. (2019). Preparando a los estudiantes para la Generación Z: consideraciones sobre el currículo de impresión 3D. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 240-254. <https://doi.org/10.20511/PYR2019.V7N2.280>
- Prendes, M. y Cerdán, F. (2021). Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1). <https://www.redalyc.org/journal/3314/331464460002/331464460002.pdf>
- Reyes, A. y Pedroza, R. (2018). Retos de la formación profesional del diseñador industrial en la Cuarta Revolución Industrial (4RI). *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 8(16), 1-22. <https://www.redalyc.org/journal/4981/498159332001/498159332001.pdf>
- Rúa, E.; Jiménez, F.; Gutiérrez, G. y Villamizar, N. (2018). Impresión 3D como herramienta didáctica para la enseñanza de algunos conceptos de ingeniería y diseño. *Ingeniería*, 23(1), 70. <https://doi.org/10.14483/23448393.12248>
- Salomon, G. (1992). Las diversas influencias de la tecnología en el desarrollo de la mente. *Infancia y Aprendizaje*, 15(58), 143-159. <https://doi.org/10.1080/02103702.1992.10822337>
- Sánchez-Vera, M. y Prendes-Espinosa, M. (2022). Investigar en tecnología educativa: un viaje desde los medios hasta las TIC. *Hallazgos*, 19(37), 1-30. <https://www.redalyc.org/journal/4138/413870064009/413870064009.pdf>
- Saorín, J.; Meier, C.; de la Torre, J.; Melian, D. y Trujillo, D. (2015). Juegos en tabletas digitales como introducción al modelado y la impresión 3D. *Education in the Knowledge Society*, 16(2), 129-140. <https://www.redalyc.org/pdf/5355/535554758009.pdf>
- Suardíaz, J.; Pérez, M.; Cabrera, A. y Do Carmo Trolle, R. (2021). Combinando impresión 3D y electrónica como estrategia para mejorar la experiencia de aprendizaje. *RIED Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 115-135. <https://doi.org/10.5944/RIED.24.1.27596>
- Sun, H. (2021). Innovation Strategy of 3D Printing in Industrial Design Based on Vision Sensor. *Journal of Sensors*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/9061110>

- Valenzuela-Villela, K. S.; Garda-Casillas, P. E. & Chapa-González, C. (2020). Progress of the 3D printing of medical devices. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 41(1), 151-166. <https://doi.org/10.17488/RMIB.41.1.12>
- Vazhnov, A. (2013). *Impresión 3D: cómo va a cambiar el mundo*. Editorial Baikal. <https://docplayer.es/98245160-Impresion-3d-como-va-a-cambiar-el-mundo-spanish-edition-kindle-edition-by-andrei-vazhnov.html>
- Vázquez, M.; Martillo, I. y Castro, G. (2022). La educación superior 4.0: retos y perspectivas. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 15(4), 71-89. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8590696>
- Wilson, W. & Choi, Y. M. (2020). Leveraging Design Competitions to Enhance Learning Goals and Student Motivation Within a Studio Project. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1202, 255-260. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-51194-4\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51194-4_34)
- Ye, Z.; Dun, A.; Jiang, H.; Nie, C.; Zhao, S.; Wang, T. & Zhai, J. (2020). The role of 3D printed models in the teaching of human anatomy: A systematic review and meta-analysis. *BMC Medical Education*, 20(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02242-x>
- Zhou, K.; Liao, J. & Zhou, X. (2019). Counterfeiting ancient Chinese Armour using 3D-printing technology. *Multimedia Tools and Applications*, 78(1), 1103-1116. <https://doi.org/10.1007/s11042-018-6462-y>
- Žujović, M.; Obradović, R.; Rakonjac, I. & Milošević, J. (2022). 3D Printing Technologies in Architectural Design and Construction: A Systematic Literature Review. *Buildings*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/buildings12091319>



Este artículo es de acceso abierto. Los usuarios pueden leer, descargar, distribuir, imprimir y enlazar al texto completo, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente.

### CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Cabrera Frías, Lorena y Córdova Esparza, Diana Margarita. (2023). La impresión 3D como herramienta educativa para desarrollar el pensamiento creativo: revisión sistemática. *Apertura*, 15(2), 88-103. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v15n2.2382>