

Drones en impresión 3Dⁱ

Dron 3D Printed

Diego Andrés Fernández Peña¹ <https://orcid.org/0000-0002-0804-9947>

Fecha de recepción: 15 de agosto 2023
Fecha de aprobación: 27 de noviembre 2023

Resumen

Investigar el potencial de la impresión 3D para reducir el costo de los drones permitió que se evaluaran los beneficios potenciales de la impresión 3D en el desarrollo estructural, el diseño y la creación de exoesqueletos para drones. La impresión 3D podría reducir significativamente los costos de desarrollo y producción de drones, lo que catalizaría una adopción más amplia de estos dispositivos en diversas industrias y aplicaciones. La impresión 3D tiene el potencial de revolucionar la industria de los drones, pero se deben abordar desafíos como la resistencia, la calidad y la regulación antes de que esta tecnología sea ampliamente aceptada.

Palabras clave: *dron, impresión 3D, costo, desarrollo, transformación de materiales*

Abstract

Investigated the potential of 3D printing to reduce the cost of drones. Enabled the potential benefits of 3D printing in the structural development, design and creation of exoskeletons for drones to be evaluated. 3D printing could significantly reduce drone development and production costs, which could catalyze wider adoption of these devices across a variety of industries and applications. 3D printing has the potential to revolutionize the drone industry, but challenges such as strength, quality and regulation must be addressed before this technology is widely accepted.

Keywords: *3D printing, cost, development, drone, material transformation*

Citar como:

Fernández-Peña, D. (2023). Dron en impresión 3D. *Letras ConCiencia Tecnológica*, (21). <https://doi.org/10.55411/26652544.252>

¹ Estudiante, Ingeniería Mecatrónica de séptimo semestre, Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Bogotá, Colombia, dafernandezp@itc.edu.co

Introducción

La revolución tecnológica de los drones ha dejado una huella significativa en el mundo que impacta especialmente a la industria, a la educación y a otros campos profesionales. Estos versátiles dispositivos han abierto nuevas posibilidades al llevar a cabo tareas que antes eran inaccesibles o costosas, como inspecciones de infraestructuras, cartografía de terrenos, monitoreo de cultivos y entrega de paquetes. Además, en el ámbito educativo, los drones se han convertido en valiosas herramientas para enseñar tecnología, geografía, fotografía, arquitectura e ingeniería (Singh et al., 2015).

A pesar de los múltiples beneficios que ofrecen los drones, todavía existen desafíos en cuanto a su accesibilidad. El alto costo de adquisición y la falta de flexibilidad en algunos modelos comerciales dificultan su utilización. En este artículo se explorarán las diversas aplicaciones de los drones en diferentes sectores y se analizarán los retos que enfrentan los usuarios en su incorporación a diversas áreas profesionales (Pérez, 2023).

Aplicaciones de los drones en la industria

Los drones tienen una amplia aplicación en diversos campos de la industria; por ejemplo, en la construcción son utilizados para llevar a cabo inspecciones en puentes, edificios y otros proyectos; en la agricultura se emplean para monitorear cultivos y aplicar pesticidas de manera eficiente; en el ámbito energético son una herramienta fundamental para inspeccionar líneas eléctricas y torres de transmisión, garantizando la seguridad y el funcionamiento óptimo de estas infraestructuras; de igual forma, en la seguridad desempeñan un papel esencial en el patrullaje de áreas y la detección temprana de incendios, así contribuyen a la protección y vigilancia de zonas sensibles (Ruipérez, 2015).

Aplicaciones de los drones en la educación

En el ámbito educativo, los drones desempeñan un papel fundamental, puesto que a través de estas aeronaves no tripuladas se puede enseñar diversas asignaturas; por ejemplo, en el campo de la tecnología son utilizados para impartir lecciones sobre principios de vuelo, navegación y control, ello les brinda a los estudiantes una comprensión práctica de estos conceptos; en el área de la geografía se emplean para enseñar cartografía, topografía y geología, estos permiten explorar y mapear diferentes terrenos y formaciones geológicas de manera precisa y detallada; en la fotografía, los drones se convierten en herramientas valiosas para enseñar sobre composición, iluminación y edición de imágenes, que proporcionan una perspectiva única y aérea que enriquece el aprendizaje visual; asimismo, en la arquitectura se utilizan para enseñar diseño de edificios y urbanismo, en la visualización de proyectos arquitectónicos desde diferentes ángulos y dimensiones; y en el área de la ingeniería se convierten en valiosos aliados para enseñar a los estudiantes sobre mecánica, electrónica y sistemas de control, a los que les brinda oportunidades para el diseño y la implementación de soluciones tecnológicas (Bind, 2023).

Así como se muestra, los drones se han convertido en una herramienta educativa versátil y efectiva, que permiten a los estudiantes explorar y aprender de manera interactiva y dinámica, a la vez que enriquecen su comprensión en diversas disciplinas (Bonilla et al., 2021).

Desafíos a los que se enfrentan los usuarios de drones

Dentro de los desafíos a los que se enfrentan los usuarios de drones están los costos de adquisición y de reparación, porque cuando estos sufren daños estructurales es complicado encontrar repuestos, los diseños de las carcasas suelen ser fijos, lo que hace que cada dron tenga un solo día de trabajo (Pérez, 2023).

Impresión 3D en la fabricación de piezas para drones

La utilización de la impresión 3D en la fabricación de piezas para drones presenta muchas ventajas. Una de ellas es la reducción significativa de los costos de producción, al posibilitar la creación de piezas personalizadas a un precio mucho más económico que la adquisición de componentes comerciales (Bueno, 2017). Además, agiliza la disponibilidad de piezas que permite una fabricación más rápida y accesible, debido a que una vez se cuenta con los diseños, se pueden imprimir prototipos de pruebas.

Otro beneficio destacado tiene que ver con que la impresión 3D estimula la innovación y la experimentación en el proceso de fabricación de drones. Al permitir la impresión de piezas personalizadas y prototipos se abren nuevas posibilidades para explorar diseños y técnicas innovadoras. Esto puede dar lugar a avances tecnológicos y mejoras en la funcionalidad de los drones, así como un impulso de la industria hacia nuevas fronteras.

La impresión 3D ha demostrado ser una herramienta sumamente valiosa para la fabricación de piezas de drones, que ofrece eficiencia, flexibilidad y oportunidades para la creación de drones más avanzados y versátiles (Ruipérez, 2015).

Además, la impresión 3D se presenta como una solución innovadora. Esta tecnología facilita la fabricación de piezas de drones de manera más accesible y personalizada, lo que potencialmente democratiza el acceso a los drones y posibilita su utilización en diferentes campos profesionales.

Con el desarrollo de drones impresos en 3D, se vislumbra una mayor democratización de esta tecnología y un aumento significativo de su adopción en diversos sectores. Esta evolución abre nuevas oportunidades para la incorporación de drones en el día a día de las actividades empresariales, educativas y profesionales, que impulsa

la eficiencia y la productividad en múltiples áreas (Adeva 2023).

El propósito de este proyecto es diseñar y desarrollar drones utilizando la tecnología de impresión 3D, lo que implica trabajar en su carcasa y en la reducción de costos. Para lograrlo, es importante iniciar por adquirir conocimientos en drones, en donde se comprendan los fundamentos necesarios. Además, se explorarán los distintos tipos de impresión y sus materiales para seleccionar los más adecuados.

Una vez preparados, se procederá a imprimir los diseños previamente recopilados en diferentes materiales como ácido poliláctico (PLA), acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), métodos de impresión como Fused Deposition Modeling (FDM) y fotocurado, todo esto con el objetivo de evaluar su desempeño y funcionalidad. Al concluir, se generará un informe detallado con los resultados obtenidos en este proceso de diseño y el desarrollo de drones mediante la impresión 3D.

La utilización de drones ha posibilitado la automatización de tareas, el acceso a datos en tiempo real y la reducción de costos en múltiples aplicaciones (Meenakshipriya et al., 2021).

En el ámbito industrial, los drones son empleados para llevar a cabo inspecciones de infraestructuras, tales como puentes, torres de energía, edificios altos y otros elementos similares. Esta tecnología posibilita una evaluación más ágil y segura de las condiciones de la infraestructura, sin requerir el desplazamiento de personal humano a áreas de difícil acceso o riesgo (Yap et al., 2023).

Los drones también encuentran aplicación en el mapeo de terrenos y la creación de modelos 3D de alta precisión, lo que agiliza la planificación y la gestión de proyectos de construcción y desarrollo urbano (Vorobioff et al., 2020).

Los drones de trabajo agrícola, cuyo valor es mayor a 6000 dólares, son una inversión alta para la

persona promedio o empresa en crecimiento temprano, lo que limita su disponibilidad para ciertas personas o empresas (Mirzaeinia y Hassanalian, 2019). Asimismo, es importante tener en cuenta que la disponibilidad de piezas de repuesto está limitada a que la empresa tenga una central de reparaciones o de distribución, lo que no es tan común a pesar del crecimiento en el mercado de drones. Esta limitación conlleva costos adicionales, porque se tendría que traer de otros países o comprar drones averiados para tomar sus partes, esto puede imponer restricciones en cuanto a la reparación de los drones (Wiltgen, 2021).

La impresión 3D también ofrece la oportunidad de diseñar y crear estructuras optimizadas y adaptadas a cada aplicación específica, con lo que podría potenciar el rendimiento y la eficiencia de los drones en distintos escenarios de uso. Así, esta técnica se presenta como una herramienta prometedora para la evolución y la mejora de los drones, abriendo un abanico de posibilidades para su optimización y aplicación en diversas áreas como la espacial y la de construcción, entre otras (Briceño y Flores, 2022).

La impresión 3D ha demostrado ser una tecnología prometedora en la fabricación de drones. Su aplicación se extiende a la impresión de piezas esenciales como carcasas, soportes, hélices y otros componentes, empleando una amplia variedad de materiales, desde plásticos hasta metales y materiales compuestos. Esta versatilidad en la selección de materiales coadyuva en la adaptación de los drones a diferentes necesidades y desafíos (como en el diseño de exoesqueletos que le dan una segunda funcionalidad del dron sin afectarlo), que potencian su funcionalidad y su rendimiento en diversas aplicaciones (Palmer y Laliberte, 2023). La impresión 3D se abre paso al ser empleada en la creación de drones completamente funcionales, al abarcar desde pequeños drones de juguete hasta drones de alta gama, utilizados en aplicaciones profesionales (Yeo et al., 2017).

Durante el proceso se pudieron ver las características que estas piezas presentaron con una resistencia comparable a las fabricadas con métodos convencionales, las cuales mostraron una tolerancia adecuada al estrés y a la fatiga, lo que las hace aptas para su uso en drones.

La impresión 3D de piezas para drones proporciona diversas ventajas, entre las que se destacan la personalización (modificar la estructura del dron), la agilidad en la producción (prototipado), la capacidad para realizar iteraciones y mejoras en el diseño (investigación y emprendimiento) y la reducción de costos de producción en comparación con los métodos tradicionales de fabricación. Guevara-Bonilla et al. (2020)

A continuación, en la tabla 1, se presentan los beneficios y desventajas de los drones impresos en 3D.

Tabla 1.

Beneficios y desventajas de los drones	
Beneficios	Desventajas
<p>Personalización: los drones impresos en 3D permiten una mayor personalización en el diseño y la adaptación a las necesidades específicas.</p> <p>Libertad de diseño: la tecnología de impresión 3D permite la creación de formas y geometrías complejas que pueden mejorar la aerodinámica y el rendimiento de los drones.</p> <p>Producción rápida: la impresión 3D faculta una fabricación más rápida y eficiente de los componentes de los drones en comparación con los métodos tradicionales de fabricación.</p> <p>Prototipado iterativo: la impresión 3D ayuda en la fabricación rápida de prototipos para realizar pruebas y mejoras iterativas en el diseño del dron.</p> <p>Menor peso: la impresión 3D permite la fabricación de drones más ligeros al utilizar estructuras optimizadas y reducir el uso de materiales innecesarios.</p>	<p>Limitaciones de materiales: algunos materiales utilizados en la impresión 3D pueden no ser tan resistentes o livianos como los utilizados en drones convencionales.</p> <p>Costo de inversión: la adquisición de una impresora 3D y los materiales adecuados pueden requerir una inversión inicial significativa.</p> <p>Capacidad de carga limitada: algunos drones impresos en 3D pueden tener una menor capacidad de carga debido a las limitaciones de los materiales utilizados.</p> <p>Calidad de superficie: los drones impresos en 3D pueden tener una calidad de superficie inferior en comparación con los drones fabricados de forma tradicional.</p> <p>Limitaciones de tamaño: dependiendo del tamaño de la impresora 3D disponible puede haber restricciones en el tamaño máximo de los drones impresos en 3D.</p>

Nota. Fuente elaboración propia.

Metodología

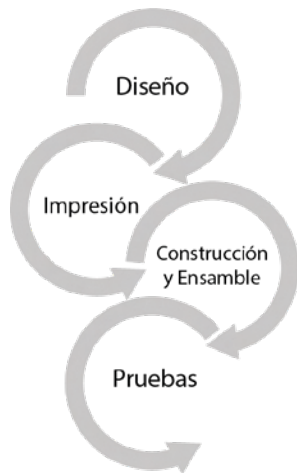
La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo y descriptivo para estudiar el uso de la impresión 3D en la fabricación de drones. En este contexto, se identificaron conceptos teóricos, técnicas, materiales y aplicaciones relevantes y relacionadas con la temática. Posteriormente, se procedió a seleccionar los materiales y técnicas más adecuados para la fabricación de los drones (etapa actual).

Asimismo, se llevó a cabo un análisis de las ventajas y desafíos asociados al uso de la impresión 3D, tomando en consideración aspectos como la flexibilidad en el diseño, la reducción de costos y la calidad de las piezas impresas.

En este sentido, se buscó evaluar el potencial de esta tecnología en el ámbito educativo.

Con base en los hallazgos teóricos y las decisiones sobre materiales y técnicas, se procedió al diseño y creación de un prototipo de drones utilizando técnicas de impresión 3D. Una vez completado el prototipo, se llevaron a cabo pruebas y análisis de su desempeño, comparándolo con drones fabricados mediante métodos convencionales.

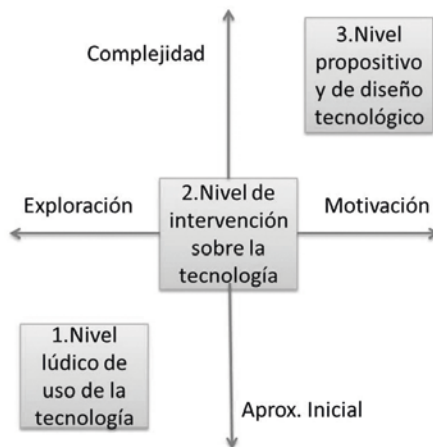
Las fases de la investigación se presentan en la figura 1 a través de un proceso estructurado y detallado para el desarrollo y la evaluación de la viabilidad y la efectividad de la impresión 3D en la fabricación de drones.



Nota. Fuente elaboración propia

Figura 1. Fases para el diseño y la fabricación

Por otro lado, el propósito de la figura 2, con los niveles de intervención, es facilitar el desarrollo de una estrategia integral de comprensión del tema. En el nivel 1, el tutor se encarga de orientar a los estudiantes en el aprendizaje de los conceptos fundamentales y en la resolución de los objetivos planteados. En el segundo nivel, los estudiantes trabajan de manera autónoma para recopilar información y llevar a cabo las tareas asignadas. Y, en el tercer nivel, los estudiantes analizan la información recopilada y elaborarán conclusiones o avances sobre cada punto abordado.



Nota. Fuente elaboración propia.

Figura 2. Niveles de intervención

Resultados

En el estudio de las propiedades mecánicas de las piezas impresas en 3D, para el prototipo de drones, se llevaron a cabo pruebas de resistencia y durabilidad. Los resultados demostraron que estas piezas presentaron una resistencia comparable a las fabricadas con métodos convencionales, pues mostraron una tolerancia adecuada al estrés y a la fatiga, lo que las hace aptas para su uso en drones.

Asimismo, se realizó una comparación entre los tiempos de fabricación y los costos de producción del prototipo de drones impresos en 3D y los drones fabricados con métodos convencionales. Los hallazgos revelaron que la impresión 3D contribuyó a una reducción significativa del tiempo de fabricación y los costos de producción, teniendo en cuenta que esto se puede llevar a escalas personales o dependiendo de la granja de impresión 3D. Esto se logró al eliminar la necesidad de moldes y herramientas especializadas, tras agilizar el proceso de manufactura y optimizando el uso de materiales.

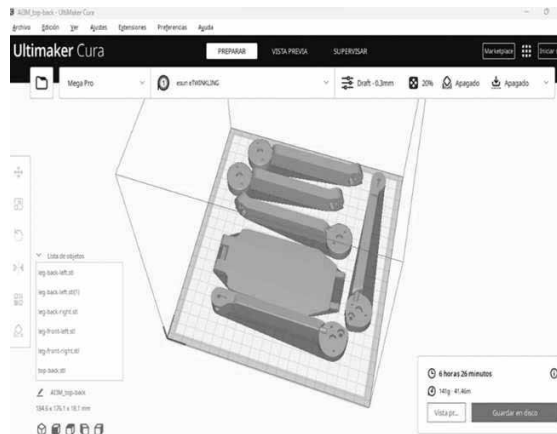
Además, en la tabla 2 se presentan los modelos de impresión, en los que se pueden visualizar de manera clara los tiempos y el gasto en material que pueden presentar las piezas a imprimir. Esta información es valiosa para tomar decisiones informadas y eficientes en el proceso de fabricación de los drones.

Tabla 2.

Lectura inicial de metales pesados en el agua congénita

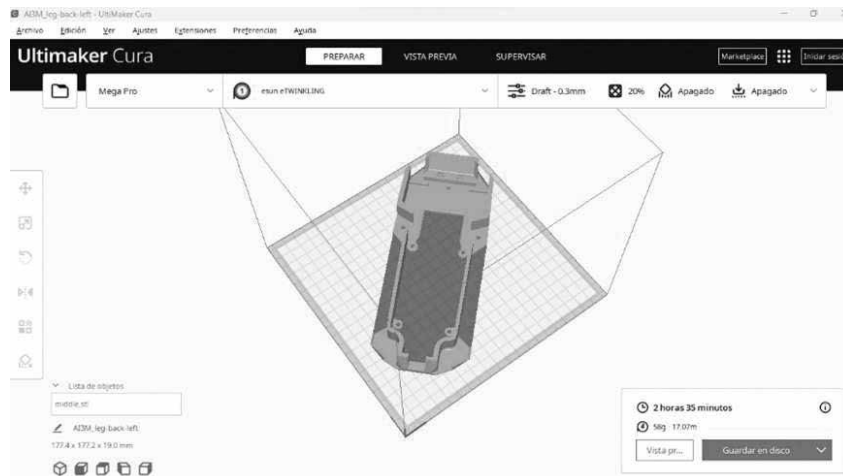
Material	Marca	Fortaleza	Contracción	Tenacidad	Temperatura	Precio/dólar
Etwink Ling	ESUN	Alta	Bajo	Alto	180-220	20/kg
ABS +	ESUN	Alta	Alto	Bajo	220-240	25/kg
Madera	ESUN	Media	Medio	Alto	180-220	30/kg
Resina estándar +	ANY CUBIC	Alta	Bajo	Alto	80-100	40/kg

Nota. Fuente elaboración propia.



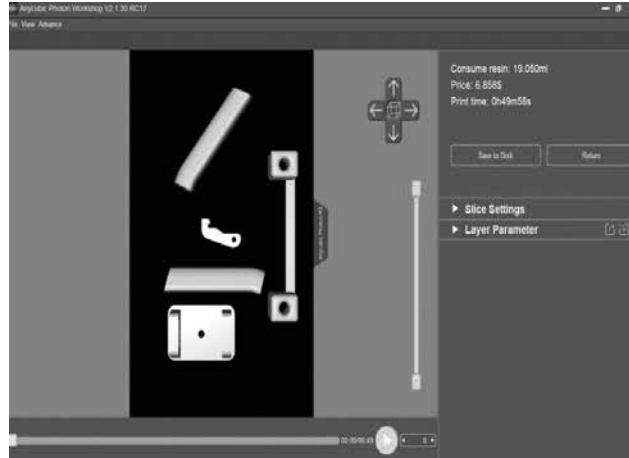
Nota. Fuente elaboración propia.

Figura 3. Modelo de impresión en software cura anicubik



Nota. Fuente elaboración propia.

Figura 4. Modelo de impresión en software cura anicubik



Nota. Fuente elaboración propia.

Figura 5. Proceso de impresión en software workshop



Nota. Fuente elaboración propia.

Figura 6. Pieza impresa en resina de dron



Nota. Fuente elaboración propia.

Figura 7. Pieza impresa en filamento de dron

Discusión

Durante este proyecto, se trabajó siguiendo las indicaciones establecidas en la tabla 2, sobre las características de los materiales usados. La impresión de los drones, al tomar ventaja de estas características, ha demostrado cierta mejoría con respecto a los drones convencionales. También se ha considerado la posibilidad de trabajar con una combinación de materiales que optimice su rendimiento.

En las figuras 3,4,5,6 y 7 se aprecian algunas de las piezas impresas. Se ha planteado imprimir los mismos diseños con el propósito de probarlos con diferentes materiales y determinar cuál de ellos es el más adecuado. Después de realizar diversas pruebas, se observó que el material PLA proporciona una mayor resistencia en comparación con la resina utilizada.

A medida que los modelos de drones avanzan, se hace necesario disponer de piezas de repuesto. La impresión de estas piezas ha permitido reducir tanto los costos como los tiempos de reemplazo, lo que se traduce en una solución más ágil en caso de averías durante las operaciones en campo. Además, este enfoque abre nuevas posibilidades para el diseño de modelos o accesorios innovadores para los drones.

Esta investigación ha abierto un abanico de posibilidades para futuros proyectos relacionados. Se tiene la intención de seguir trabajando en la transformación de materiales a base de PLA como materia prima, para así seguir avanzando en la mejora y optimización de los drones impresos en 3D.

Conclusiones

La elección del material adecuado para la impresión 3D es un factor crucial y depende de las necesidades específicas de cada proyecto. Diversos materiales, como el ABS+ y el PLA ofrecen diferentes niveles de resistencia, mientras que la

resina estándar se destaca por sus impresiones detalladas. La impresión 3D sigue siendo una opción atractiva debido a su costo más bajo y a la capacidad de producir piezas personalizadas, ello supera limitaciones de disponibilidad en comparación con otros métodos de fabricación.

Además de sus ventajas en el ámbito industrial, la impresión 3D también tiene beneficios educativos significativos; por ejemplo, proporciona a los estudiantes una forma más didáctica de comprender conceptos teóricos y les brinda oportunidades para personalizar y adaptar diseños en diversas carreras en la educación superior. Esta tecnología abre nuevas puertas en el proceso de aprendizaje y fomenta así la creatividad y la innovación en el ámbito académico.

Referencias

- Bind, O. A. D. (2023). *A drawing of designing and developing drones with the help of 3D printing at low cost - Creador de imágenes*. <https://www.bing.com/images/create/a-drawing-of-designing-and-developing-drones-with-/645007e39cd14ff-19b2e546ae7a683c5?id=j9IL-3BoEWbvvhvLip%2B7UOA%3D%3D&view=detailv2&idpp=genimg&idpclose=1&form=SYD-BIC>
- Bonilla, M. M, Maldonado, K. Zambrano, S. y Cevallos, W. (2021). El uso de los drones en el ámbito profesional. *UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(4), 75-82. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v5.n6.2021.516>
- Briceño Mero, C. M. y Flores Suárez, C. R. (2022). *Diseño e implementación de un prototipo nanosatélite tipo CANSAT con posicionamiento GPS para experimentos en caída libre* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22347>

- Bueno, J. (29 de abril, 2017). Un robot, impresión 3D y drones: la construcción del futuro ya está aquí | Vivienda. *EL MUNDO*. <https://www.elmundo.es/economia/vivienda/2017/04/29/590373ec268e3e455d8b45a2.htm>
- Guevara-Bonilla, M., Meza-Leandro, A. S., Esquivel-Segura, E. A., Arias-Aguilar, D., Tapia-Arenas, A. y Masís Meléndez, F. (2020). Uso de vehículos aéreos no tripulados (VANTs) para el monitoreo y manejo de los recursos naturales: una síntesis. *Revista Tecnología En Marcha*, 33(4), Pág. 77–88. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i4.4528>
- Meenakshipriya, B., Raja, N. B., Faroshkhan, S., & Matris, S. (2021). Design and fabrication of 3D printed QuadDrone for altitude measurement. *International Journal of Aerospace System Science and Engineering*, 1(1), 85-94. <https://doi.org/10.1504/IJASSE.2021.114142>
- Mirzaeinia, A., & Hassanalian, M. (2019). Minimum-cost drone-nest matching through the Kuhn-Munkres algorithm in smart cities: Energy management and efficiency enhancement. *Aerospace*, 6(11). <https://doi.org/10.3390/aerospace6110125>
- Palmer, M., & Laliberte, J. (2023). Effects of non-planar slicing techniques and carbon fibre material additives on the mechanical properties of 3D-printed drone propellers. *Drone Systems and Applications*, 11, 1-11. https://doi.org/10.1139/DSA-2023-0007/SUPPL_FILE/DSA-2023-0007SUPPLB.MP4
- Ruipérez, P. (2015). *Diseño y fabricación de un dron*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]. RiuNet. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73170/RUIPÉREZ - Diseño y fabricación de un dron mediante impresión 3D.pdf?sequence=5](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73170/RUIPÉREZ_Diseño_y_fabricación_de_un_dron_mediante_impresión_3D.pdf?sequence=5)
- Pérez, P. (2023). *Diseño y construcción de un pequeño vehículo no tripulado mediante impresión 3D FDM*. [Tesis de grado, Universidad de Valladolid]. Repositorio Documental UVA. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/60467>
- Singh, O. P., Ahmed, M., & Abhilash, M. (2015). Modern 3D printing technologies: Future trends and developments. *Recent Patents on Engineering*, 9(2), 91-103.
- Vorobioff, J., Boggio, N., Gutierrez, M., Checozzi, F., & Rinaldi, C. (2020). Drone Design for Monitoring Volcanic Areas. *Tecnura*, 24(66), 27-35.
- Wiltgen, F. (2021). Manufatura aditiva em metais – leve, forte e inovador. *Revista de engenharia e tecnologia*, 13(2), 47-58. <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/18118>
- Yap, Y. L., Toh, W., Giam, A., Yong, F. R., Chan, K. I., Tay, J. W. S., Teong, S. S., Lin, R., & Ng, T. Y. (2023). Topology optimization and 3D printing of micro-drone: Numerical design with experimental testing. *International Journal of Mechanical Sciences*, 237, 107771. <https://doi.org/10.1016/J.IJMECSCI.2022.107771>

