

El futuro de la fabricación: manufactura aditiva inteligente

Carolina Abril-Carrascal
Magíster en Gestión de Ciencia, tecnología e innovación
Universidad de Antioquia
Ingenio Colombiano INGCO S.A.S.
carolina.abril@ingco.co; carolina.abril@gmail.com

La Manufactura Aditiva (MA), también conocida como impresión 3D, está experimentando una transformación significativa gracias a los avances en Inteligencia Artificial (IA). Mediante el uso de algoritmos y análisis de datos, la IA puede mejorar los parámetros de impresión, predecir y corregir defectos de fabricación y diseñar piezas con requisitos de resistencia mecánica muy específicos. Esta sinergia entre la Manufactura Aditiva y la Inteligencia Artificial abre nuevas posibilidades en la industria, desde la producción rápida de piezas complejas hasta la creación de materiales avanzados y el desarrollo de productos con alto grado de personalización.

Hasta el momento, uno de los resultados más aprovechables de la manufactura aditiva inteligente son los productos con múltiples materiales. Estos productos permiten la interconexión con sensores, controles, pilas para almacenamiento de energía e interfaces de usuario, lo que hace viable la recolección de datos. Estos datos permiten mejorar el ciclo de diseño de los productos. Un ejemplo clave de esta tendencia son los dispositivos de asistencia y sus usuarios, ya que los datos obtenidos a través de ellos pueden orientar a mejoras en los materiales y en los procesos productivos, además ayudan a desarrollar productos altamente personalizados basados en información de uso recopilada a través de los sensores. Con esto, se espera que haya cambios en los modelos de negocio que incluyan el comercio de datos y la transferencia de conocimientos acumulados en manufactura aditiva (Xiong et al., 2022, párrs. 24, 25).

Hablando de materiales inteligentes, es pertinente destacar una nueva tendencia que se ha llamado la impresión 4D, la cual consiste en la fabricación de objetos tridimensionales que pueden programarse para cambiar de forma, color o tamaño al recibir un estímulo del entorno en que se encuentran. Por ejemplo, las resinas de hidrogel, algunos polímeros activos o tejidos vivos que puedan ajustar su

permeabilidad en función de la humedad ambiental o un sistema de tuberías que se expanda o contraiga en respuesta a los cambios de temperatura del ambiente. Aunque este tipo de impresión está en un ciclo muy temprano, es fácil imaginar el enorme impacto que tendrá en determinados sectores como el sanitario, aeroespacial, mobiliario, embalaje y de ropa y accesorios. Las piezas que cambian de forma podrían hacer que un avión reduzca la resistencia del aire y mejore el rendimiento del combustible. Alas de drones que puedan doblarse hasta 20 grados pueden mejorar su eficiencia, los muebles que se ensamblen solos traerán un nuevo concepto de automontaje, o ropa inteligente que se adapte a los factores medioambientales y a las preferencias de quien la usa. Distintas marcas de calzado desarrollan zapatillas impresas en 4D que se adaptan a la forma del pie del usuario y a sus patrones de movimiento, cambiando su ajuste, amortiguación, aislamiento y transpirabilidad (Herranz, 2023).

En un futuro cercano, los desarrollos en esta área se enfocarán hacia la personalización masiva y a bajo costo mediante el diseño generativo. Mientras tanto, se estudia el diseño para manufactura aditiva y sustractiva combinada para satisfacer los objetivos de variación del producto y costos de manufactura. Mientras tanto, se considera que las aplicaciones actuales de la IA en la MA, todavía están en un nivel relativamente bajo respecto al potencial que ésta puede llegar a tener. Se debería desarrollar un proceso de MA más avanzado que pueda combinar metales múltiples, metales-cerámicas o metales-fibras a niveles micro o mesoscópicos, esto puede ampliar aún más el espacio de diseño de los materiales digitales. Además, se debería desarrollar una herramienta de diseño que permita el modelado de materiales digitales en herramientas Computer-Aided Design (CAD) centradas en las geometrías ya existentes (Xiong et al., 2022, párr. 46).

Un ejemplo de lo mencionado anteriormente, es una investigación desarrollada por profesionales del Georgia Institute of Technology en Atlanta. Al evidenciar la falta de métodos eficientes para identificar los parámetros de proceso adecuados para dicha personalización masiva, encontraron puntos del proceso que pueden automatizarse con herramientas de análisis de manera eficiente, tanto en tiempo como en recursos. En este trabajo, se propuso una herramienta de análisis de imágenes que puede clasificar impresiones de diferentes formas de arcos, independientemente de las dimensiones de los mismos. Se describe un diseño modular de la herramienta que permite ajustes simples en los parámetros

de procesamiento de imágenes para ser compatible con diferentes procesos de impresión y entornos. Además, se demostró cómo esta herramienta puede incorporarse en un flujo de trabajo completamente automatizado en múltiples sistemas de MA (Johnson et al., 2021, párr. 10).

También se busca que la IA ayude de gran manera al desarrollo de piezas industriales de alta calidad, especialmente las de metal. A menudo, estas son el resultado de defectos acumulativos en cada paso en la cadena de procesos: tratamientos térmicos, eliminación de estructuras de soporte y mecanizado final. La exploración y planificación del proceso deben llevarse a cabo, considerando los mecanismos y las interacciones de cada paso para cumplir con los requisitos de diseño. Por ejemplo, la IA podría seleccionar un proceso de fusión de capa de polvo (PBF por sus siglas en inglés) más rápido, ajustando las variables requeridas para evitar los procesos de post producción que pueden generar inconformidades en el producto (Xiong et al., 2022, párr. 47).

A pesar de que la MA ha existido por más de 40 años, su trabajo en conjunto con la IA aún presenta dos retos importantes a resolver. En primera lugar, es primordial mejorar el nivel de automatización del diseño; aunque las herramientas de diseño computacional (CAD por sus siglas en inglés) están cada vez más disponibles, la mayoría de las variables de diseño en la MA aún se determinan mediante métodos de prueba y error o métodos empíricos. Transferir el conocimiento de expertos en diseño a profesionales nuevos en esta área es muy complejo. Por otra parte, se debe lograr que las expectativas del diseño teórico se alineen más estrechamente con el rendimiento real de las piezas.

Para finalizar, se puede decir que la incorporación de la Inteligencia Artificial en los procesos de MA representa un avance significativo para esta industria: estructuras y materiales inteligentes, recolección y análisis de datos, diseño inteligente, entre otras áreas. Sin embargo, la implementación de este concepto aún requiere esfuerzos considerables y, en algunos casos, sigue limitada a estudios de prueba de concepto. Los trabajos futuros deben enfocarse en mejorar las deficiencias descritas anteriormente y encontrar la forma de incorporar en estos procesos la Industria 5.0, en temas de sostenibilidad y centralización en el ser humano.

Referencias

- Herranz, F. (09 de septiembre de 2023). *El prometedor futuro de la fabricación aditiva: más asistencia por Inteligencia Artificial y el tirón de la impresión 4D*. Industry Talks. <https://industrytalks.es/el-prometedor-futuro-de-la-fabricacion-aditiva-mas-asistencia-por-inteligencia-artificial-y-el-tiron-de-la-impresion-4d/>
- Johnson, M. V., Garanger, K., Hardin, J.O., Berrigan, J.D., Feron, E., y Kalidindi, S.R. (2021). A generalizable artificial intelligence tool for identification and correction of self-supporting structures in additive manufacturing processes. *Additive Manufacturing*, 46, 102191. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2021.102191>
- Xiong, Y., Tang, Y., Zhou, Q., Ma, Y., y Rosen, D.W. (2022). Intelligent additive manufacturing and design: state of the art and future perspectives. *Additive Manufacturing*, 59, 103139. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2022.103139>