



## Estudio de los parámetros experimentales de impresión de un prototipo de impresora 4D.

*Carlos Eduardo Aguilar Pérez, Ximena Berenice Guzmán González, Astrid Yunuén Lorelai Jaime Villanueva, Alan Murillo Girón, Wilma Betzabe Rojas Salinas, Eric Noé Hernández Rodríguez.*

Palabras clave: Impresión 4D, materiales inteligentes,

La impresión 3D, también conocida como fabricación aditiva, es una tecnología ampliamente utilizada debido a su precisión, costo y rapidez en determinados procesos, lo que permite al usuario crear geometrías complejas y específicas. Su desarrollo se inició en 1986 a cargo de Chuck Hull, cofundador y presidente ejecutivo de 3D Systems, quien solicitó una patente para el proceso de estereolitografía. La técnica de fabricación aditiva no solo creció cuantitativamente, sino que paulatinamente se buscó expandir sus usos y la calidad de los procesos que describían un gran potencial. Un importante avance ocurrió en 2013, cuando el diseñador Skylar Tibbits introdujo el concepto de impresión 4D.

Físicamente, se identifica que un cuerpo consta de tres dimensiones (altura, longitud y profundidad), añadiendo el tiempo como la cuarta dimensión en la impresión 4D. Para lograr que dicho cuerpo evolucione en el tiempo, se induce una señal basada en estímulos como la humedad, temperatura, pH y luz para lograr una respuesta, como un movimiento mecánico o una modificación en su geometría. Un ejemplo de objetos que evolucionan en el tiempo una vez que han sido fabricados son las bolas de gel utilizadas como decoración o juguetes, que al sumergirse en agua pueden incrementar hasta cinco veces su tamaño original como respuesta a la humedad inducida.

La impresión 4D une la tecnología de fabricación aditiva con el desarrollo de materiales inteligentes. Aunque su desarrollo comenzó hace poco tiempo, los investigadores han desarrollado y propuesto potenciales aplicaciones para esta tecnología. El sector médico es uno de los principales atractivos para el uso de esta tecnología, al poder desarrollar dispositivos que modifiquen su tamaño con el transcurso del tiempo. Casos específicos incluyen el desarrollo de stents o la ingeniería de tejidos, donde se estudia la viabilidad de implementar estas impresiones en humanos.

La arquitectura y construcción es otra área de oportunidad en la impresión 4D, con el desarrollo de estructuras inteligentes. Por ejemplo, en una construcción, se puede utilizar un dispositivo que permita la circulación de aire cuando la temperatura se eleve, o en un techo, que cambie su estructura para proporcionar sombra.

El sector textil también es un campo de interés, ya que permite desarrollar ropa que se ajuste a las necesidades del usuario, ya sea al cambiar su geometría para un uso estético o para el confort térmico. Finalmente, se han desarrollado materiales 4D aptos para su implementación en la aeronáutica, donde la NASA ha implementado una tela metálica inteligente para la protección de naves espaciales.

Una vez identificados los principales campos de aplicación (aunque no limitados únicamente a los mencionados), se destaca que las principales ventajas de la impresión 4D son su adaptabilidad, confección precisa de geometrías complejas, fabricación en una sola pieza, durabilidad, reducción de residuos y versatilidad.