

## Prototipado 3D como proceso de enseñanza - aprendizaje en el área profesional de la ingeniería

---

Jesús Vicente González Sosa, Miguel de Jesús Ramírez Cadena, Enrique Muñoz Díaz, Alejandro Flores Calderón, Ricardo Gaénem Corvera, Juan Alfonso Beltrán Fernández, Juan Carlos Betanzo, Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería Diseño y Arquitectura Campus Ciudad de México

[vicente.gonzalez@itesm.mx](mailto:vicente.gonzalez@itesm.mx), [miguel.ramirez@itesm.mx](mailto:miguel.ramirez@itesm.mx), [enmunoz@itesm.mx](mailto:enmunoz@itesm.mx),  
[alejandrocalderon@itesm.mx](mailto:alejandrocalderon@itesm.mx), [rganem@itesm.mx](mailto:rganem@itesm.mx),  
[juan.beltran@itesm.mx](mailto:juan.beltran@itesm.mx), [jcbetanzo@itesm.mx](mailto:jcbetanzo@itesm.mx)

### Resumen

En la actualidad, el prototipado 3D ha crecido de manera general, ya que se tienen piezas tan pequeñas como un engrane, hasta la construcción total de un vehículo. Por ello el interés de fomentar día a día la importancia del prototipado dentro de las áreas de Ingeniería mecánica, Mecatrónica e Industrial, como fundamento en los diseños desarrollados desde el punto de vista industrial y académico, para así fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje con nuevas tecnologías para la comprensión de los temas físicos que involucra la ingeniería.

La tecnología del prototipado cubre un mercado competitivo desde el punto de vista académico, pues logra identificar soluciones, ventajas y desventajas en casos de aplicación, en forma puntual y específica, en la familia de productos utilizados para el desarrollo académico en las comunidades universitarias.

Con este proceso se identificarán los elementos para generar metodologías de ingeniería que satisfagan un proceso de comprensión basado en prototipos como modelos físicos y tangibles, para estructurar soluciones en las temáticas de la ingeniería, en la comunidad universitaria del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México.

**Palabras clave:** prototipado, metodología, ingeniería, procesos.

### 1. Introducción

El tema del proyecto radica principalmente en generar nuevas alternativas de enseñanza en la ingeniería, para la comprensión de aquellos temas en donde se involucran fenómenos físicos que se pueden trabajar a escala identificando fallas y problemáticas, y a su vez darles una solución por medio de las metodologías generadas en el proyecto. Las limitantes radican esencialmente en los tiempos de entrega de materia prima del equipo de prototipado para desarrollar los modelos, y en su momento el grado de dificultad de los propios modelos, haciendo hincapié en que los modelos de ingeniería requieren precisión.

Gracias a la ingeniería aplicada por medio de la evaluación de modelos físicos trasladados a la realidad en forma de prototipos, es posible generar ideas y propuestas de mejora para un proceso, producto y familia de productos, fomentando el uso de tecnologías de ingeniería.

Las metodologías utilizadas en el proyecto permiten que los alumnos interactúen con los sistemas y se involucren de forma directa manipulando los modelos con sus propias manos e identificando fallas y mejoras de estos mismos. Al referirlos a la vida profesional, comprenderán con mayor facilidad los fenómenos que se presentan en la ingeniería aplicada a la industria.

La facilidad de desarrollo dependerá de la metodología generada y del interés de las demás áreas en participar en este proyecto, pues puede hacerse multidisciplinario de acuerdo a sus resultados.

### **1.1 Planteamiento del problema**

En la actualidad es muy claro que la tecnología aborda diversas problemáticas existentes en los casos de enseñanza-aprendizaje. Una cuestión importante es que, al momento de analizar casos de estudio, solo se cuenta con diagramas y figuras para su representación tangible y comprensible. Por ello se ofrece una metodología de prototipado para generar modelos físicos que permitan alcanzar la comprensión básica de cada uno de los temas en la ingeniería aplicada.

### **1.2 Objetivo de la investigación**

Objetivo general

Determinar y desarrollar metodologías de diseño basadas en prototipos 3D para conjuntar la funcionalidad con la apreciación física de un producto, considerando el proceso de diseño como un elemento inicial de los productos en el mercado, extrapolándolo a las aulas como proceso de enseñanza-aprendizaje basado en retos y competencias para lograr un mayor conocimiento del tema en cuestión.

Objetivos específicos:

- Identificar necesidades de otras áreas temáticas en donde se logre aplicar la tecnología del prototipado en 3D.
- Evaluar diversas metodologías de diseño para estandarizar un proceso del uso de las tecnologías de prototipado en aplicaciones tangibles.
- Establecer criterios de aprendizaje por medio del prototipado en sectores (temas) de mayor comprensión para su aplicación.
- Cuantificar los fenómenos presentes en la generación de un prototipo para lograr su apertura en el mercado, desde el punto de vista académico e industrial.

## **2. Desarrollo**

### **2.1 Marco teórico**

Las “Tecnologías de prototipado rápido” (TPR) o “Tecnologías de fabricación rápida” (TFR) surgieron a finales de la década de los ‘80 del siglo pasado, cuando se introdujo la primera máquina capaz de lograr la impresión digital en tres dimensiones a partir de la imagen tridimensional de un objeto, mediante el proceso conocido como “estereolitografía” (McGurk M,1997). A partir de 1992, esta máquina empezó a ser adquirida por varios centros de diseño e ingeniería en diferentes países del mundo. Comenzó así una nueva era en la fabricación de piezas, instrumentos y una gran variedad de

productos. A partir de entonces se han producido importantes cambios en el prototipado rápido con la aparición de un sinnúmero de tecnologías, empresas y firmas comerciales que han introducido, de forma ininterrumpida desde 1992, diversas estrategias y avances tecnológicos que han dado lugar al desarrollo de nuevos equipos y procesos.

Suena como ciencia ficción, pero científicos de la Universidad del Estado de Washington ya probaron la idea con ratones y conejos, con resultados prometedores. El equipo adaptó una impresora 3D que usaba polvo metálico originalmente, y utilizó un *software* para diseñar huesos a medida.

Hace muy pocos días, se informó acerca de unas nuevas lentes de contacto producidas mediante la impresión en 3D de paneles QLED que proyectan imágenes al añadirles componentes electrónicos, y hoy se anunció una nueva lente con LED incorporado, de nuevo fabricada por impresión 3D.

Por ello el gran interés de mostrar la importancia de las tecnologías y metodologías en el uso del prototipado 3D en la ingeniería, y sobre todo el aprovechamiento académico y educativo que surge al hacer uso de estas tecnologías vanguardistas. Además, pueden implementarse como un proceso de enseñanza-aprendizaje competitivo en el sector educativo, ya que esta temática es muy recurrida en el sector industrial.

## 2.2 Diseño metodológico

La metodología de investigación para este proyecto está basada en efectos cuantitativos y cualitativos de acuerdo a:

- Investigación histórica del prototipado en la educación.
- Investigación descriptiva del prototipado, ventajas, desventajas, aportaciones a nivel profesional.
- Investigación experimental, y de campo, con las tendencias que muestra el prototipado en los sectores educativos e industriales.
- Recolección de datos para la optimización eficiente del proceso y metodología a desarrollar.
- Técnicas para optimizar el trabajo generado a partir de la parte experimental.
- Planificación de actividades posteriores a la investigación, mismas que se definen para desarrollar el proyecto sin perder de vista el aspecto educativo.

Al describir cada una de estas secciones, la metodología es factible como herramienta y es de gran interés por su aplicación, ya que contiene elementos que se conjuntan de manera experimental y visual facilitando su estudio sin llegar a cálculos complejos, los cuales se llevan a cabo después del uso de esta herramienta.

El siguiente diagrama de flujo (Figura 1), permite visualizar la secuencia de los pasos a seguir en dicha metodología o herramienta de aprendizaje.

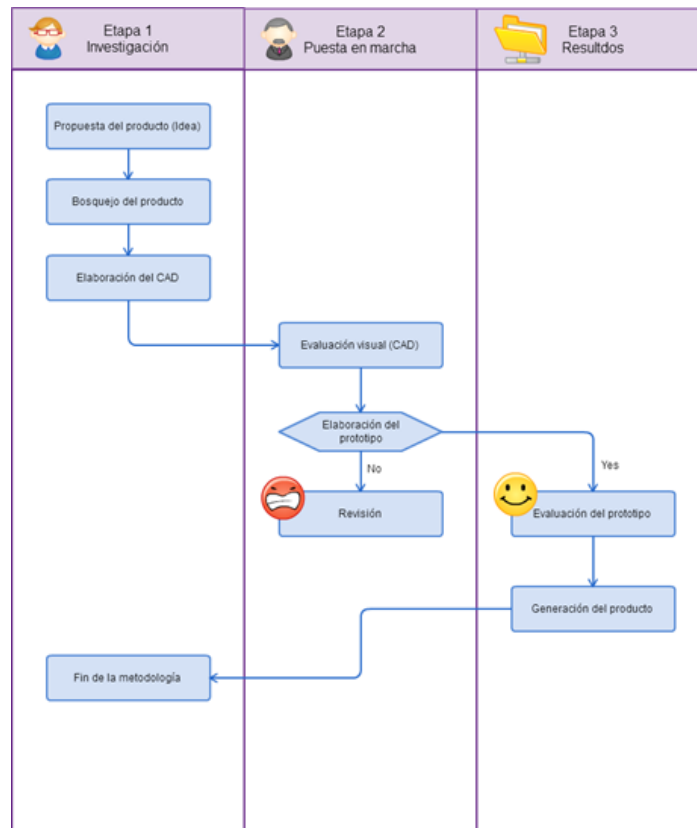


Figura 1. Diagrama de flujo para la metodología

Los casos de estudio obtenidos a partir del desarrollo de la metodología y su implementación como proceso de enseñanza-aprendizaje, son:

- Proyectos de materia
- Proyectos de Ingeniería
- Propuestas de apoyos para la docencia

Dichos casos de estudio se analizan en los resultados como parte fundamental de este trabajo, para fomentar la investigación en diversas ramas de la ingeniería, con base en metodologías de esta índole que tienen aplicación académica e industrial.

### 2.3 Resultados

Como parte de los resultados del prototipado 3D como proceso de enseñanza-aprendizaje, se tienen diversos casos de estudio desarrollados hasta este momento, los cuales favorecen el aprendizaje de estudiantes en las áreas de ingeniería aplicada y básica; se mencionan de manera general para la comprensión dentro del proceso planteado en este trabajo.

Caso 1: Apoyo a un proyecto de ingeniería, en donde los alumnos tienen que aplicar los aspectos profesionales para lograr un proyecto de gran impacto para la sociedad en la cual culminan sus estudios. En este caso se desarrolló un prototipo de un brazo robótico, el cual tiene diversas tareas a realizar. La parte fundamental del prototipado es ofrecer el producto de manera tangible para lograr la

aplicación física del mecanismo. Hasta el momento, el proceso ha resuelto los inconvenientes de diseño, la parte dimensional y las tolerancias para el ensamble del sistema.

A continuación se muestran algunas imágenes del brazo a elaborar.

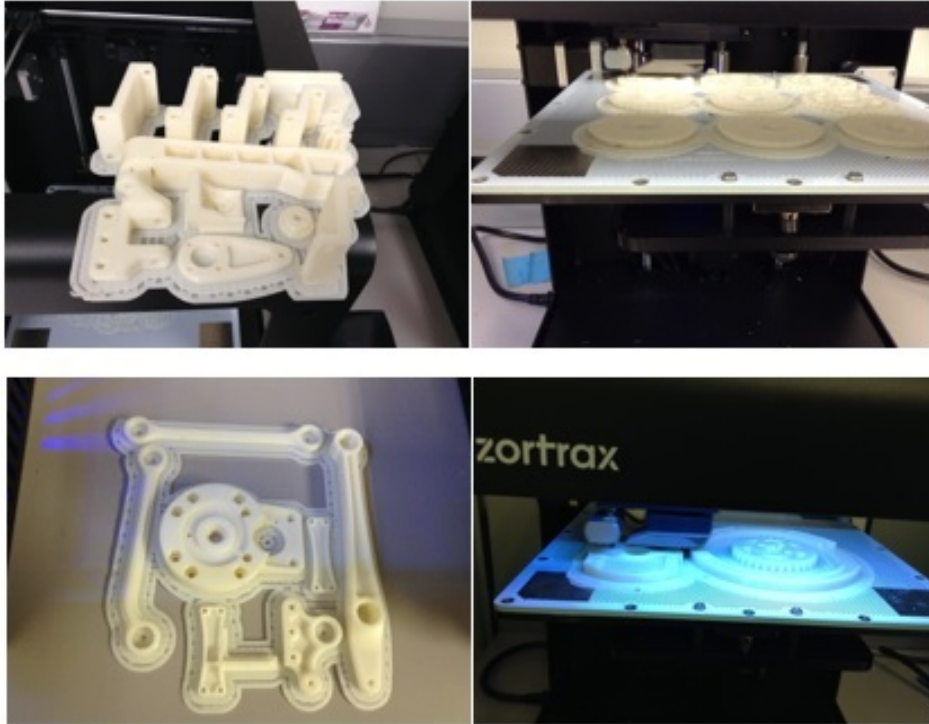


Figura 2: Impresión de piezas para un brazo robótico

Al momento de realizar la impresión y tener los elementos, se logró comprender cuán complejo y compacto debe trabajarse en el desarrollo de esta área de la ingeniería, y se observó que la vida profesional no es sencilla de llevar a la práctica por todo lo que contiene el proceso de aplicación.

Caso 2: Proyectos de materia. En la actualidad, el uso de la impresión 3D tiene una amplia aplicación. Uno de los casos para este proceso de enseñanza-aprendizaje es la elaboración de un producto con material de ingeniería de nueva generación. El proceso permite identificar dimensionalmente los errores de diseño del producto, y con ello establecer la optimización correspondiente.

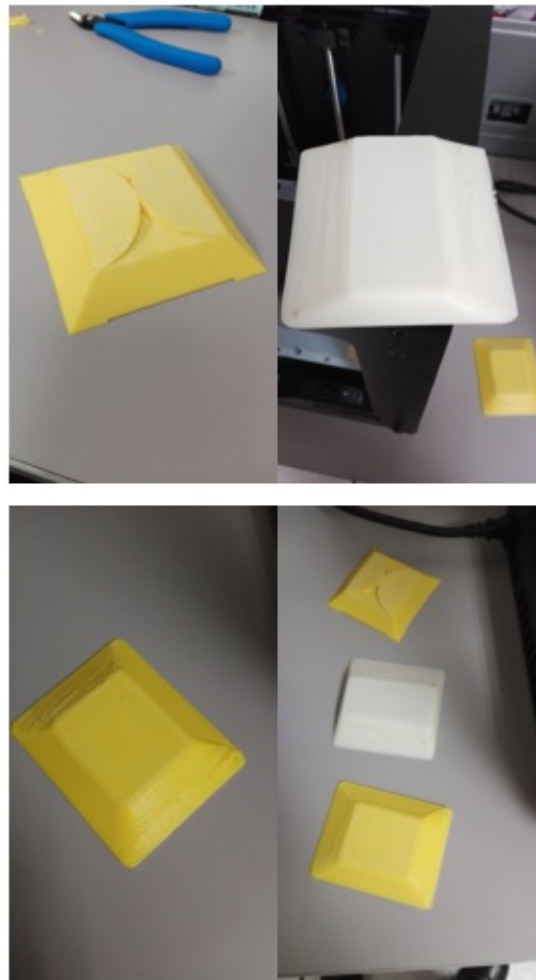


Figura 3: Elaboración de vialetas para el diseño de un molde

En esta figura se observan los productos elaborados con impresión 3D. Se puede contemplar el diseño de un molde para la inyección de plásticos de dicho producto, que posteriormente se evalúa a través de las normas de la Secretaria de Comunicación y Transporte.

Ha generado gran interés para los estudiantes, ya que los procesos de ingeniería no se quedan solo en papel, sino que se desea incorporarlos en la vida profesional, en donde existirán diversos factores que no siempre permitirán el desarrollo del diseño de productos.

Caso 3: Propuestas de apoyo para la docencia. Es claro que las instituciones educativas deben fomentar la iniciativa por el desarrollo de tecnología, y para ello se requieren elementos básicos para su aplicación. En este proceso de enseñanza-aprendizaje se desean elaborar elementos que apoyen a la docencia desde diversos aspectos, por ejemplo la realización de prácticas para la formulación de elementos didácticos, productos tangibles y apreciación de la enseñanza básica. Con este fin se muestran una serie de elementos fabricados con el prototipado para apoyar algunos aspectos básicos de la enseñanza.



Figura 4: Elaboración de diversas piezas para ejemplificación en la docencia

En esta sección se elaboraron una serie de elementos viables para su demostración en un salón de clases, y así aprovecharlos para ejemplificar diversos aspectos sobresalientes en cada una de las materias en donde se aplican.

#### **2.4 Discusión (análisis e interpretación de resultados)**

Como se explicó en el contenido de este trabajo, el prototipado rápido es de suma importancia para la industria, ya que permite obtener una buena retroalimentación del sistema, y con ello es posible pasar a la implementación con una certeza de su comportamiento. Cabe resaltar que la base de datos propuesta ayudaría de forma significativa a los procesos de prototipado, haciendo eficiente la parte del diseño para la impresión en 3D, de forma que los costos de manufactura podrían verse reducidos.

La base de datos propuesta provee información para proceder a imprimir confiablemente los distintos productos requeridos, con la garantía de que el producto trabajará mecánicamente de la mejor forma posible, entregando los mayores ciclos por fatiga y fractura, independientemente del esfuerzo al que estén sometidos.

La adecuada impresión de materiales ahorra tiempo en el proceso y economía de la materia prima. En la industria de impresión 3D, por ser un mercado emergente, es indispensable tener competitividad frente a otros mercados.

De igual forma, se encontró la tendencia a desarrollar una línea de investigación y trabajo en donde el siguiente paso es analizar la reingeniería a través de esta metodología, para así crear nuevos métodos de enseñanza dentro de la ingeniería, tanto básica como aplicada y científica. La experiencia con la metodología es desarrollar una línea de investigación comparando diversas

metodologías de aprendizaje por medio de diversas tecnologías, para lograr comparativos viables en la enseñanza de la ingeniería. Como trabajo a futuro, se vislumbran diversas aplicaciones de esta tecnología que no solo se basan en aplicaciones de ingeniería, sino de algunos otros campos de la ciencia.

### **Referencias**

- [1] Dorta, N. M. (2014). Prototipado digital, fabricación de impresión 3D. Talleres Prácticos. España: Bubok.
- [2] <http://www.siliconweek.es/workspace/impresion-tridimensional-llega-el-futuro-de-los-sistemas-de-produccion-49043>. (s.f.).
- [3] <http://www.stratasys.com/es>. (s.f.).
- [4] H., Prof. Dr. (2016, January). Selected Topics in Automotive Engineering. Lecture presented in Germany, Esslingen.
- [5] Thermoplastic Material - Stack Plastics. (n.d.). Retrieved January, 2016, from <http://www.stackplastics.com/thermoplastic-material>
- [6] Zortrax M200. (n.d.). Zortrax. Retrieved from <https://zortrax.com/printers/zortrax-m200/>