

# Implementación de técnicas de diseño e impresión 3D en un curso de Desarrollo de Productos

Área Temática: La Educación en la Ingeniería Industrial,  
Emprendedorismo e Ingeniería Industrial

Ramírez, Oscar\*, Nicolini, Jorge, Fernández, Marcelo, Braidot, Nestor, Abrevaya, Claudio

*Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento*  
*Juan María Gutiérrez 1150 - C.P. 1613 - Los Polvorines - Pcia de Bs. As. – Argentina*  
[jnicolin@ungs.edu.ar](mailto:jnicolin@ungs.edu.ar), [oramirez@ungs.edu.ar](mailto:oramirez@ungs.edu.ar), [mfernand@ungs.edu.ar](mailto:mfernand@ungs.edu.ar), [nbraidot@ungs.edu.ar](mailto:nbraidot@ungs.edu.ar),  
[cabrevay@ungs.edu.ar](mailto:cabrevay@ungs.edu.ar)

## RESUMEN

Este trabajo describe la experiencia de la implementación de técnicas de diseño e impresión 3D en un curso de "Desarrollo de Productos" perteneciente a la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto de Industria la Universidad Nacional de General Sarmiento.

Inicialmente se realiza una descripción del curso y de las etapas en las que se organiza y a continuación se detalla la forma en la que se incluye el recurso de diseño e impresión 3D en las etapas de prototipado.

Finalmente se exponen las conclusiones arribadas por el equipo docente luego de transcurridos dos años de su inclusión.

**Palabras Clave:** Desarrollo de Productos, Diseño en 3D, Impresión 3D.

## **1. INTRODUCCIÓN.**

“Desarrollo de Productos” es una asignatura ubicada en el séptimo semestre de la currícula de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto de Industria de la UNGS. En este curso se incluye el trabajo sobre un conjunto de competencias consensuadas por el CONFEDI (Confederación de Decanos de Ingeniería de la República Argentina) [1].

Un elemento de particular relevancia al momento del diseño de esta asignatura fue que el ámbito de la universidad no siempre provee a los estudiantes de contextos en los procesos de enseñanza aprendizaje que emulen en alto grado aquellos en los que deberán desempeñarse en su vida profesional. Una forma de aporte en esta línea fue simular en el trabajo áulico condiciones de trabajo típicas de la labor del ingeniero industrial. Es así que en el curso “Desarrollo de Productos” los alumnos transitan a lo largo de las distintas etapas que la componen por diversas y típicas situaciones a las que se ven exigidos los ingenieros en su práctica profesional utilizando los métodos propios de la ingeniería. Los estudiantes deben realizar el desarrollo de un producto innovador a partir de la detección de una necesidad insatisfecha en la sociedad, atravesando todas las etapas del desarrollo de un producto, lo que incluye desde la concepción de las ideas previas hasta la elaboración del prototipo y planos constructivos.

En este documento describiremos en primera instancia como se organiza el dictado del curso, también se detallarán las etapas en las que se estructura en su versión original.

Como consecuencia de que en las últimas dos ediciones se adoptaron dos nuevas herramientas que son la utilización de programas de diseño e impresión 3D, realizaremos una descripción detallada de las etapas en las que se incluyeron con el objetivo de lograr los mejores resultados y presentaremos varios proyectos realizados por los estudiantes.

## **2. DESCRIPCION DE LA ASIGNATURA.**

La asignatura Desarrollo de Productos propone a los estudiantes el desafío de desarrollar un producto innovador en forma integral, partiendo de la detección de una necesidad insatisfecha hasta la elaboración de un prototipo final, atravesando todas las etapas intermedias del desarrollo. Este curso se enmarca en un esquema teórico práctico, con la participación activa de los estudiantes de manera que, a través de una metodología de trabajo y herramientas específicas, les permite conjugar la utilización de un proceso creativo junto a la aplicación de conocimientos adquiridos en el primer ciclo de la carrera.

Es así que la asignatura promueve el desarrollo de habilidades y competencias que son claves en la formación de ingenieros, pues se ven expuestos a problemáticas que deben resolver por sus propios medios con el soporte de una metodología de trabajo, de los conocimientos y capacidades adquiridas en otras materias, y del vínculo con otros profesionales vinculados y/o especialistas de la problemática específica que involucre el proyecto elegido. Los estudiantes trabajan en equipo y deben necesariamente interactuar con potenciales usuarios del producto que desarrollen, con especialistas en las temáticas que se vinculen con sus proyectos y con los docentes que toman un rol de guías y facilitadores a lo largo de todo el curso. En esta asignatura interactúan las dos componentes del conocimiento tecnológico, el saber interdisciplinario y el saber pragmático, ambos coadyuvando a una solución integral.

La metodología utilizada, comprende una primera etapa de Identificación de necesidades, seguida de una clarificación de la problemática a resolver y posterior desarrollo de ideas con la utilización de distintas técnicas creativas implementadas en equipo con el objetivo de buscar alternativas novedosas que permitan dar solución a la “necesidad insatisfecha”.

La etapa creativa comprende tres pasos que son: generación de ideas, luego estas evolucionan a través del croquizado de las mejores ideas y luego la elaboración de los primeros modelos y prototipos básicos, los que son sometidos a las primeras pruebas y consultas con los usuarios que son el factor clave para confirmar las soluciones propuestas.

En una segunda etapa, la correspondiente al Desarrollo Conceptual se analiza lo realizado se procede a realizar las correcciones correspondientes que surgen de las pruebas y consultas realizadas con los usuarios, de manera de poder establecer el “concepto” que define el camino a seguir a partir de todas las ideas generadas.

El diseño del conjunto y de sus partes corresponde a la última etapa que conduce a la elaboración del prototipo final.

Actividades de los docentes	Actividades de los estudiantes
<p>3) Evaluar las necesidades y seleccionar las que presenten mejor potencial para desarrollar los futuros productos.</p> <p style="text-align: center;">↑</p> <p style="text-align: center;">Rol de facilitadores y guías a lo largo de todo el desarrollo</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>10) Evaluación final de proyectos.</p>	<p>1) Conformación de equipos.</p> <p>2) Detectar necesidades insatisfechas.</p> <p>4) Consultas con potenciales usuarios.</p> <p>5) Etapa creativa.</p> <p style="margin-left: 20px;">a) ideas</p> <p style="margin-left: 20px;">b) croquizado de ideas</p> <p style="margin-left: 20px;">c) prototipado tradicional</p> <p>6) Evolución de las mejores ideas.</p> <p style="margin-left: 20px;">a) selección de las mejores ideas</p> <p style="margin-left: 20px;">b) croquizado/Autocad 2D/3D</p> <p style="margin-left: 20px;">c) prototipado tradicional</p> <p>7) Evolución del desarrollo, diseño de detalles y conjunto.</p> <p>8) Producción final:</p> <p style="margin-left: 20px;">a) prototipo final</p> <p style="margin-left: 20px;">b) informe técnico</p> <p style="margin-left: 20px;">c) planos del producto</p> <p>9) Presentación de productos.</p>

Figura 1 Secuencia temporal de actividades desarrolladas a lo largo del curso.

Este proceso evolutivo, tiene una gran importancia especialmente al transformarse las ideas en los primeros modelos físicos del futuro producto, siendo esto altamente estimulante y motivador para los estudiantes, factores importantes para el éxito tanto en el aprendizaje como para el resultado obtenido a través del producto desarrollado [2].

En la Figura 1, se observa la secuencia temporal de las actividades realizadas por los docentes y estudiantes a lo largo de todo el proceso [3].

Las producciones finales a obtener son un prototipo funcional y un informe final en el que figuren el resumen del proceso de desarrollo y los planos del producto. Como cierre del curso se realiza una presentación de los productos ante los miembros de la Universidad y la comunidad, en la que participan todos los integrantes de los equipos de trabajo que exponen el proceso y exhiben los prototipos en funcionamiento.

### 3. INCORPORACIÓN DE PROGRAMAS DE DISEÑO E IMPRESIÓN 3D

Con el objetivo de brindarle a los estudiantes la posibilidad de tener acceso a las últimas herramientas adoptadas en la industria para el desarrollo de productos, se incorporó la utilización del software de diseño 3D solidworks y un equipo de impresión 3D de bajo costo, que utiliza la tecnología "fabricación por filamento fundido" FFF (Fused Filament Fabrication), variante de la tecnología FDM.

La estrategia diseñada por el equipo docente es mantener las primeras instancias del curso con las herramientas tradicionales, por lo tanto la primera etapa de croquizado se mantuvo sin cambios, para permitir que puedan rápidamente bosquejar las mejores ideas que surgen del proceso creativo, e ir haciéndolas evolucionar en el trabajo en equipo.

Por otra parte la intención es que los primeros modelos también se realicen de la forma tradicional, utilizando materiales básicos para llegar a la materialización de esas ideas iniciales.

En una segunda etapa se plantea posibilidad de utilizar un programa de diseño 3D, el uso de este software puede ser reemplazado por otro de diseño 2D generalmente Autocad (usado también en la versión tradicional), en el caso que el proyecto no demande la necesidad de un trabajo en 3D. En este escalón del proceso nos encontramos con algunas variantes según la evolución y el tipo de proyecto, pueden suceder tres posibilidades en cuanto al tipo de tecnología a utilizar en la elaboración del prototipo:

1. prototipo realizado totalmente con técnicas y materiales tradicionales.
2. prototipo realizado con un mix de técnicas tradicionales e impresión 3D.
3. prototipos realizados exclusivamente con impresora 3D.

La elección del tipo de técnica a tener en cuenta para la elaboración del prototipo no sólo es a consecuencia de la evolución del diseño. Si bien el tipo de proyecto es el factor fundamental en la decisión de cuál de las tres técnicas referenciadas se va a elegir, también tiene mucha importancia el tipo de impresora 3D con que contamos.

Actividades de los docentes	Actividades de los estudiantes
<p>3) <b>Evaluar las necesidades y seleccionar las que presenten mejor potencial para desarrollar los futuros productos.</b></p> <p style="text-align: center;">↑</p> <p style="text-align: center;">Rol de facilitadores y guías a lo largo de todo el desarrollo</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>10) <b>Evaluación final de proyectos.</b></p>	<p>1) <b>Conformación de equipos.</b></p> <p>2) <b>Detectar necesidades insatisfechas.</b></p> <p>4) <b>Consultas con potenciales usuarios.</b></p> <p>5) <b>Etapa creativa.</b></p> <p style="margin-left: 20px;">a) ideas</p> <p style="margin-left: 20px;">b) croquizado de ideas</p> <p style="margin-left: 20px;">c) prototipado tradicional</p> <p>6) <b>Evolución de las mejores ideas.</b></p> <p style="margin-left: 20px;">a) selección de las mejores ideas</p> <p style="margin-left: 20px;">b) croquizado/Autocad 2D/solidworks</p> <p style="margin-left: 20px;">c) prototipado tradicional/Impresión 3D</p> <p>7) <b>Evolución del desarrollo, diseño de detalles y conjunto.</b></p> <p>8) <b>Producción final:</b></p> <p style="margin-left: 20px;">a) prototipo final: tradicional/Impresión 3D</p> <p style="margin-left: 20px;">b) informe técnico</p> <p style="margin-left: 20px;">c) planos del producto</p> <p>9) <b>Presentación de productos.</b></p>

Figura 2 *Secuencia temporal de actividades desarrolladas en las últimas ediciones del curso.*

En nuestro caso al tratarse de una impresora de código abierto de tecnología del tipo “fabricación por filamento fundido”, nos encontramos con la limitación de no poder imprimir partes en voladizo o tener que diseñar soportes para poder realizar ese tipo impresión. Esto implica también la necesidad de pensar muy bien que parte de la impresión se va a orientar en la base de la impresora, con una buena orientación puede llegar a solucionarse el problema de los voladizos típico de este tipo de impresoras.

En caso de que el prototipo sea más grande que la capacidad de la impresora, se puede realizar la impresión en partes para luego pegarlas o diseñarle encastres para que esas partes puedan acoplarse.

Otro inconveniente que se presenta es la impresión de paredes delgadas de menos de tres milímetros, ante este tipo de necesidad en ocasiones se tomó la decisión de realizar un cambio de escala del prototipo, siempre evaluando la posibilidad que esa modificación no impacte en las pruebas a realizar para confirmar o no el diseño.

Una situación que el equipo docente tiene muy en cuenta es que los estudiantes no se vean tentados en corregir el diseño a consecuencia de las limitaciones del equipamiento de impresión 3D. Llegado el caso se evaluará la estrategia que permita realizar la impresión con la mejor calidad posible y de no poder llegar a una solución de compromiso se opta por realizar un prototipo convencional o un mix de ambos.

A pesar de que la tecnología utilizada tiene las limitaciones descritas, podemos aseverar que en el caso de los proyectos donde se implementó la impresión 3D permitió obtener prototipos en tiempos muy cortos, esto favorece la comprobación del diseño y permite una evolución del proyecto mucho más rápida que en el caso de los proyectos que se realizan con prototipos convencionales.

Podemos ver en las Figuras 3 a 6 varios ejemplos de proyectos realizados en el transcurso de las últimas dos ediciones del curso de Desarrollo de Productos.

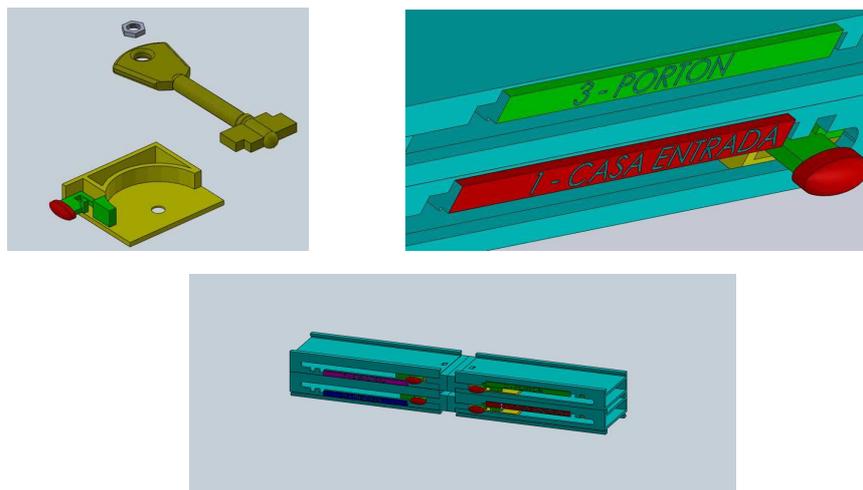


Figura 3 Proyecto "llavero práctico", diseño realizado en software 3D.



Figura 4 Proyecto "mesa para pescadores", bosquejo inicial manual y posterior trabajo en software 3D.

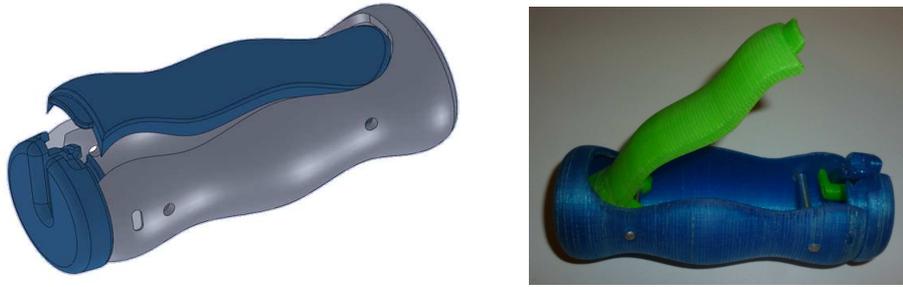


Figura 5 Proyecto "llavero para personas que sufren artrosis", prototipo integralmente hecho en impresión 3D.

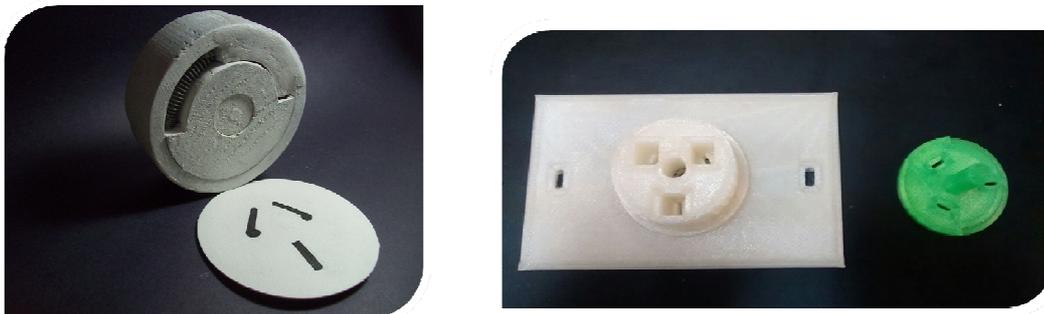


Figura 6 Proyecto "enchufe de seguridad" prototipo inicial convencional y versión final en impresión 3D.

#### 4. CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos luego de estos dos años de implementación de tecnologías de diseño e impresión 3D son auspiciosos en varios factores.

Por un lado se evidenció una muy buena predisposición por parte de los estudiantes en la incorporación de estas tecnologías. En todas las ediciones anteriores a la incorporación de técnicas de impresión 3D, los estudiantes mostraron un compromiso destacable en todo el proceso de diseño, pero ante la inclusión de estas nuevas herramientas, se comprueba una motivación aún mayor.

Otro factor importante es que la obtención de los primeros prototipos impresos se realiza en tiempos mucho menores a los que demandaba la variante de prototipos con metodologías tradicionales, permitiendo esto comprobar los beneficios o no de los diseños y por tanto poder tomar las acciones para realizar las correcciones al desarrollo de ser necesario. En este curso el factor tiempo es un recurso muy importante debido a que se desarrolla en un cuatrimestre, con lo que poder tener prototipos en poco tiempo es indispensable para poder concluir la cursada con un desarrollo de un grado de funcionalidad óptimo.

#### 5. REFERENCIAS.

- [1] CONFEDI (2006). "Documento de Definiciones de Competencias Genéricas de la Carreras de Ingeniería". XL Reunión Plenaria CONFEDI, Bahía Blanca, Argentina.
- [2] Nicolini, J.; Ramírez, O.; Cusolito, F.; Abrevaya, C. (2003). "Creatividad e innovación en la enseñanza de la ingeniería". American Society for Engineering Education.
- [3] Abrevaya, Claudio; Braidot, Néstor; Cusolito, Fernando; Ramírez, Oscar (2012). "Una asignatura concebida para el desarrollo de competencias: "Laboratorio de Desarrollo de Productos" en V Congreso Argentino de Ingeniería Industrial COINI 2012, Lomas de Zamora.