



## UNA PROPUESTA PARA LA FORMACIÓN POR COMPETENCIAS EN DISEÑO DE PRODUCTO PARA EL INGENIERO INDUSTRIAL DEL MERCOSUR<sup>1</sup>

Héctor Darío Enriquez<sup>2</sup>; Anibal Cofone<sup>3</sup>; Víctor Andrés Kowalski<sup>4</sup>; Ana Daniela Viera<sup>5</sup>; Cecilia Fornari<sup>6</sup>; Rodolfo Saúl Cohen<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Trabajo de Enseñanza de la Ingeniería

<sup>2</sup>Integrante del Proyecto, Facultad de Ingeniería (UNaM), [enriquez@fio.unam.edu.ar](mailto:enriquez@fio.unam.edu.ar)

<sup>3</sup>Investigador invitado, Facultad de Ingeniería (UBA), [anibalcofone@gmail.com](mailto:anibalcofone@gmail.com)

<sup>4</sup>Director del Proyecto, Facultad de Ingeniería (UNaM), [kowal@fio.unam.edu.ar](mailto:kowal@fio.unam.edu.ar)

<sup>5</sup>Investigador invitado, Facultad de Ingeniería (UBA), [anadanielaviera@gmail.com](mailto:anadanielaviera@gmail.com)

<sup>6</sup>Investigador invitado, Facultad de Ingeniería (UBA), [fornaricecilia@gmail.com](mailto:fornaricecilia@gmail.com)

<sup>7</sup>Investigador invitado, Facultad de Ingeniería (UNaM), [rsaulcohen@gmail.com](mailto:rsaulcohen@gmail.com)

### Resumen

En nuestro país, los Alcances del Título del Ingeniero Industrial reservan al Diseño de Productos (DP) un lugar limitado. A nivel del MERCOSUR, la documentación para la acreditación ARCU-SUR establece consignas claras referidas al DP. Asimismo, las Competencias Genéricas propuestas por CONFEDI y adoptadas por la Asociación Iberoamericana de Entidades de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI), proponen varias actividades relacionadas al mismo tema. Sin embargo, al revisar los Planes de Estudio de carreras de Ingeniería Industrial acreditadas en el MERCOSUR, en muchos casos no se percibe un papel significativo para el DP, consistente con dichas normativas. En el marco de un proyecto de investigación en Formación por Competencias (FPC) que se desarrolla en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (FIUNaM), y, en este segmento del proyecto, mediante un trabajo en conjunto entre las asignaturas relacionadas al DP de la FIUNaM y de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA), se aportan posibles respuestas a la disyuntiva mencionada. Mediante la revisión de normativas y documentos sobre acreditación de carreras de ingeniería, y la triangulación, se formula una propuesta para la enseñanza del DP en el marco de la FPC.

**Palabras Clave:** *Diseño de Producto – Formación por Competencias – Ingeniería Industrial*

### Introducción



La satisfacción de las necesidades humanas generadas dentro del entorno de la cultura material, plasmada en un producto, proceso o servicio se materializa a través de un proceso creativo y complejo denominado “diseñar”. El Diseño debe estar presente en la formación de ingenieros, no como un simple objeto de conocimiento, sino como una actividad transversal, ya que la acción de resolver problemas, desde su percepción hasta llegar a la implantación de una solución, es conceptualmente un acto de diseño.

Además el Diseño constituye tanto una disciplina como una mediación para alcanzar el desarrollo de una serie de competencias específicas y genéricas en la formación de ingenieros. Esta cuestión está presente en las normativas de acreditación de la Argentina y a nivel de Mercosur, y también muy sólidamente en las Competencias Genéricas para el Ingeniero Iberoamericano por la Asociación Iberoamericana de Entidades de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI).

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (FIUNaM), se lleva adelante un proyecto de investigación en el área de la Formación por Competencias (FPC) con el objeto de desarrollar un modelo para ser aplicado en la carrera de Ingeniería Industrial. En este contexto, uno de los temas de análisis está centrado en las actividades de Diseño y su relación con la FPC, cuestión que propone una serie de interrogantes: ¿el diseño debe estar presente en el plan de estudio de una carrera de ingeniería industrial en forma de espacio curricular, como ser una asignatura, o debe ser una actividad transversal, mediada por otra disciplina, o a lo largo de la carrera?; en caso que constituya un espacio curricular ¿cuál debe ser el objeto sobre el cual se practica la actividad de diseñar?; ¿se debe presentar como una Competencia Específica de Egreso, o se debe presentar como una serie de Resultados de Aprendizaje que pueden surgir de uno o varios espacios curriculares?; en caso de presentarse como un conjunto de Resultados de Aprendizaje ¿es posible establecer categorías que comprendan desde un mínimo exigible hasta un máximo para la excelencia en esta área?

Para abordar este tema, la cátedra de Diseño de Producto (DP) de la FIUNaM y su homónima de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA), que cuenta con amplia trayectoria en la disciplina, a través de un trabajo conjunto interinstitucional, se proponen aportar posibles respuestas para estos interrogantes.

## **Metodología**



Se presenta un segmento de un proyecto de investigación en Formación por Competencias (FPC) que se desarrolla en la FIUNaM, abordando ocho asignaturas de la carrera Ingeniería Industrial. En este segmento trabajan en conjunto las asignaturas relacionadas al DP de la FIUNaM y de la FIUBA, utilizando un enfoque mixto, combinando los enfoques cualitativo y cuantitativo. La investigación general del proyecto se realiza bajo el paradigma pragmático (Mertens, 2010), en tanto la estrategia utilizada aquí es el estudio de caso y el análisis de la práctica interpretativa. Las técnicas e instrumentos comprenden, entre otras, la revisión documental y bibliográfica, grupos de discusión y la triangulación.

En el apartado siguiente es necesario presentar las relaciones conceptuales entre la Ingeniería Industrial y el Diseño, y a su vez las relaciones del Diseño como objeto de conocimiento y como mediación pedagógica, con las Competencias. La investigación bibliográfica se centra fundamentalmente en publicaciones referenciales sobre el DP, así como sobre la enseñanza del Diseño en la formación de ingenieros y, por otra parte, sobre conceptos centrales de la FPC que sostienen el proyecto de investigación.

Se continúa con la revisión de normativas y documentos sobre acreditación de carreras de ingeniería. A partir de la triangulación se formula una propuesta para la enseñanza del DP en el marco de la FPC.

## **Resultados y Discusión**

### **-Ingeniería y Diseño en los Marcos Normativos del MERCOSUR**

Para el proceso de acreditación de la titulación Ingeniería a nivel ARCU-SUR, se utiliza un documento que está elaborado en cuatro Dimensiones: Contexto Institucional, Proyecto Académico, Comunidad Universitaria, e Infraestructura (ARCU-SUR, 2015). En este documento se establece que “el ingeniero debe tener conocimientos, capacidades, actitudes y habilidad para (entre otros): concebir, proyectar y analizar sistemas, productos y procesos” y “planificar, supervisar, elaborar y coordinar proyectos y servicios de ingeniería”. Luego, se fija la Estructura Curricular con cuatro Áreas de Conocimiento. En el área de la Ingeniería Aplicada, que “considera los procesos de aplicación de las Ciencias Básicas y de la Ingeniería para proyectar y diseñar sistemas, componentes o procedimientos que satisfagan necesidades preestablecidas”, se sostiene que se “deben incluir los elementos fundamentales del diseño de la ingeniería”. Entre los indicadores se destaca el siguiente: “existencia de contenidos curriculares que puedan proporcionar una sólida base científica, así como conocimientos de ciencia aplicada y del diseño en la ingeniería”. Hay que tener en cuenta que estos lineamientos son para la titulación ingeniería en general, independientemente de la rama disciplinaria.

El segundo documento considerado es el de ASIBEI (Anónimo, 2014) en cuanto a las Competencias Genéricas, las cuales están divididas en dos grupos: cinco Tecnológicas (CT) y cinco Sociales, Políticas y Actitudinales (CSPyA). El Diseño se encuentra presente en la segunda y quinta CT: “competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos)”; y “competencia para contribuir a la generación de



desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas”.

#### -El Diseño en un Modelo de Formación por Competencias

El modelo de FPC desarrollado en la FIUNaM se apoya sobre tres pilares fundamentales, alineados y articulados entre sí: la Formulación de Competencias a desarrollar, la Mediación Pedagógica (Selección de Métodos y Modalidades de Enseñanza) y el Sistema de Evaluación de Competencias (Kowalski et al., 2015). La pieza fundamental de la articulación es el Diseño Instruccional que propone el cuerpo docente. La definición de competencia asumida es la establecida por Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la Argentina CONFEDI y tomada como propia por la ASIBEI: “competencia es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales”. El aspecto central de una competencia es la “movilización” de recursos para resolver situaciones-problemas (Roegiers, 2007). En este sentido Le Boterf (2010) afirma que “disponer de un equipamiento de recursos es una condición necesaria pero no suficiente para ser reconocido como competente”. Los recursos son los saberes, que pueden ser saberes re-decir y re-hacer en una categoría inferior, en tanto los saberes significativos para un profesional competente, en una categoría superior, son los saberes-hacer cognitivos, gestuales y socio-afectivos. Para que un alumno de ingeniería pueda formarse en competencias es necesario ponerlo ante situaciones donde deba articular e integrar los recursos o saberes.

Como en el presente caso se está trabajando sobre un espacio curricular particular (asignatura, módulo o una parte de éstos) donde se pueda tratar el DP, se debe introducir el concepto de Resultados de Aprendizaje (RA). El Marco Europeo de Cualificaciones para el Aprendizaje Permanente (EQF), define los RA como la “expresión de lo que una persona sabe, comprende y es capaz de hacer al culminar un proceso de aprendizaje” (Comisión Europea, 2009). Un RA se compone de un verbo de desempeño (verbo de acción), de un objeto conceptual (o de conocimiento) y un contexto. De las numerosas taxonomías existentes para la elección del verbo, aquí se propone la de Bloom revisada por Krathwohl (2002) que establece seis niveles, los cuales son, desde el más bajo hasta el superior: recordar, entender, aplicar, analizar, evaluar y crear. A diferencia de la Taxonomía Original de Bloom, en la de Krathwohl se utilizan verbos y no sustantivos, y además el verbo crear está en el nivel cognitivo superior.



La mediación pedagógica para De Miguel Díaz et al. (2006) se divide en Modalidades y Métodos de enseñanza. Para las actividades de Diseño, dentro de la literatura de FPC la metodología de enseñanza recibe diferentes denominaciones: Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP), Método de Proyectos, entre otras. De Miguel Díaz et al. (op cit.) definen el AOP como “la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades”. El alumno desarrolla esta actividad “a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos” (ibídem). Los proyectos comprenden tanto al diseño como al rediseño. El AOP puede contribuir a formar diversas competencias, tanto específicas como genéricas.

Roegiers (op cit.) propone un referencial para el diseño de situaciones de integración que se apoya en tres partes: las “características de una situación” (integración, producción esperada del alumno y rasgos de situación a-didáctica), los “constituyentes de una situación” (soporte, tarea y consigna), y el “carácter significativo de una situación”. En una actividad de diseño las características de situación de integración se presentan en forma natural, es decir son intrínsecas a la propia actividad.

#### -El Producto como Objeto de Conocimiento

Santesmases Mestre et al. (2004) conceptualizan al Producto desde dos enfoques: desde el producto en sí mismo, “es una suma de características o atributos físicos”; y desde el concepto centrado en las necesidades del consumidor, “es cualquier bien material, servicio o idea que posea un valor para el consumidor o usuario y sea susceptible de satisfacer una necesidad”. Este último enfoque “supone que las personas compran los productos no por sí mismos, sino por los problemas que resuelven” (ibídem). El problema a resolver por el producto es entonces la satisfacción de una necesidad, la cual se da en el entorno donde se produce una relación entre el usuario y el producto, en tanto éstos cumplan una función. Si bien, originalmente este aspecto estaba centrado en la relación forma/función en las tradicionales escuelas del Diseño Industrial, el concepto ha evolucionado hacia un campo más complejo. Una propuesta es la de Bürdeck (2005), quien divide a las funciones en prácticas y las del lenguaje del producto. A su vez, estas últimas comprenden las estético-formales y las del signo, que abarcan las funciones simbólicas y las indicativas. Más allá de las formas de conceptualizar a las funciones, lo significativo para un ingeniero industrial es poder reconocer la complejidad de las funciones de los productos, y no limitar su visión a una mera función práctica.

La complejidad de los productos actuales requiere de la contribución del Marketing, el Diseño Industrial y de numerosas ramas de las ingenierías, entre ellas la Ingeniería Industrial, quienes son responsables de aspectos técnicos en cuanto a los materiales, así como de los procesos de manufactura (Ulrich y Eppinger, 2013). Por supuesto que un ingeniero industrial no puede reemplazar a un diseñador industrial o a un licenciado en marketing, lo que si puede, si dispone de las competencias necesarias, es integrarse a un proceso interdisciplinario junto con estos especialistas y de otras ingenierías. Al respecto, el ingeniero industrial puede aportar al trabajo



interdisciplinario, principalmente con métodos cuantitativos y cualitativos para ciertas técnicas sistemáticas de diseño, cada vez más utilizadas por las empresas.

Entonces, el ingeniero industrial debe tener al Producto como uno de sus objetos de conocimiento, y las acciones que podrá practicar sobre este objeto dependerán del perfil del egresado propuesto para la carrera, lo que en definitiva determinará si se enmarca en un Dominio de Competencias, en una Competencia Específica, o en Resultados de Aprendizaje, que contribuyen a formar otras Competencias Específicas. Es así que el DP en la formación de ingenieros industriales se puede jerarquizar en tres niveles: N1: solamente como objeto de conocimiento; N2: como mediador de la práctica del diseño; y N3: como dominio disciplinar. El detalle que estos niveles se comenta en un apartado posterior, en función de los RA propuestos para cada nivel.

#### -El Diseño de Producto en Carreras de Ingeniería Industrial Acreditadas por ARCU-SUR

De los países asociados al ARCU-SUR, solamente Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Paraguay y Uruguay tienen carreras de ingeniería acreditadas por este mecanismo, sumando un total de 86 carreras en diferentes titulaciones, de las cuales 13 corresponden a Ingeniería Industrial. Éstas se distribuyen de la siguiente manera: Argentina y Bolivia con cuatro cada una, Brasil y Paraguay con dos, en tanto Colombia tiene una carrera en este sistema.

Se realizó un análisis de la presencia de los contenidos relacionados al DP en los planes de estudio (PE) de las carreras acreditadas en el sistema ARCU-SUR, diferenciándose tres categorías: Alto, Medio y Bajo. La categoría “Alto” se corresponde a carreras con una presencia del DP en las cuales se realizan prácticas de diseño efectivas. En tanto la categoría “Medio” corresponde a carreras donde el DP está como contenido dentro de asignaturas que corresponden a otra disciplina, como ser el Marketing, pero el DP es abordado como objeto de conocimiento sin que se desarrollen prácticas específicas. Finalmente la categoría “Bajo” corresponde a carreras donde el DP también está incluido en disciplinas como las de la categoría anterior, pero su tratamiento es muy limitado o casi nulo. Del análisis se obtuvo que 5 (38%) de las carreras tienen al DP en la primera categoría, 1 (8%) en la segunda y 7 (54%) en la tercera.

#### -El Diseño de Producto en las Carreras de Ingeniería Industrial de la FIUNaM y FIUBA

El DP en las carreras de Ingeniería Industrial de la FIUBA y la FIUNaM ocupa un lugar relacionado con la categoría “Alto”, como se definió en el apartado anterior. En la FIUNaM es una asignatura que comparte contenidos de Marketing, pero vistos como parte del DP, en tanto en la FIUBA está abocada completamente al DP. Los contenidos, bibliografía, mediación pedagógica, así como las producciones esperadas de los alumnos tienen una situación de equivalencia. La asignatura, en ambas universidades, se desarrolla en base al AOP. El objetivo es que, al finalizar el proyecto de DP, los alumnos hayan adquirido una metodología de resolución de problemas aplicable a cualquier situación. Las actividades del proyecto se organizan en fases



de: a) diagnóstico, b) desarrollo, y c) presentación. Para la evaluación, se tiene presente que el producto final es un componente del proyecto, por lo que se evalúa el proyecto en sí y, en concordancia con lo que plantea De Miguel et al. (op cit.), se exige a los alumnos la presentación un informe escrito grupal y la exposición grupal e individual del proyecto ante los docentes y compañeros.

El resultado del proyecto es un prototipo virtual en el caso de la FIUNaM y un prototipo funcional en la FIUBA. En su desarrollo se integran contenidos de otras asignaturas, como ser marketing, procesos y tecnologías de producción, costos, gestión ambiental, calidad, entre otras. Esto es, en esencia, asegurar el cumplimiento de lo expuesto con las normativas de ARCU-SUR y con la definición de Competencia expuesta anteriormente, así como con las situaciones de integración.

#### -Propuesta de Inclusión del Diseño de Producto en la Ingeniería Industrial del MERCOSUR

A continuación se presentan y discuten tres RA, correspondientes a los niveles señalados antes, para que la formación de Ingenieros Industriales del MERCOSUR sea consistente con lo que se establece en el marco normativo. Los mismos están redactados siguiendo la estructura: [verbo] [objeto de conocimiento] [finalidad] [contexto]:

N1. Solamente como objeto de conocimiento: [Interpretar] [el proceso de diseño de productos] [para determinar la factibilidad de su elaboración industrial] [considerando las características de los productos en cuanto a todas las funciones que cumple para satisfacer las necesidades de los usuarios, diferenciando las distintas metodologías proyectuales y de diseño y relacionarlas con los procesos de producción, integrando equipos interdisciplinarios].

N2. Como mediador de la práctica del diseño: [Proponer] [un producto de complejidad baja, o un componente de un producto] [para satisfacer necesidades, demandas u oportunidades detectadas] [aplicando análisis y métodos sistemáticos de diseño, representando gráficamente, trabajando en equipo].

N3. Como dominio disciplinar: [Elaborar] [el prototipo, real o virtual, de un producto de complejidad moderada] [para satisfacer necesidades, demandas u oportunidades detectadas] [considerando su fabricación, distribución y comercialización, evaluando la viabilidad técnica-económica-ambiental del proyecto, aplicando herramientas de la ingeniería y el marketing, trabajando en equipo].

## Conclusiones



Las características de las carreras acreditadas en el sistema ARCU-SUR no demuestran que el DP, de acuerdo a lo enunciado por la normativa, se encuentre garantizado en la formación de ingenieros industriales. Es un asunto de ser revisado, tanto en el marco de la conceptualización de la ingeniería industrial, como en el de la FPC.

La propuesta que se ha realizado aquí es clara y concisa, y al presentarse en tres niveles permite adaptarse a las diferentes características de cada institución, sin que esto pueda interpretarse como el establecimiento de restricciones y/o condicionamientos, o una invasión a las autonomías de las instituciones.

La propuesta plantea un asunto a discutir en ámbitos más amplios, con mayor participación. Pero el sentido es justamente ése: proponer una base de partida para iniciar la discusión. Y la base está construida a partir de la experiencia, muy positiva por cierto, de dos cátedras de dos instituciones diferentes, cuyo único objetivo es contribuir a la mejora continua en la formación de Ingenieros Industriales cada vez más competentes.

## Referencias

- Anónimo. Documentos de CONFEDI (2014). *Competencias en Ingeniería*. Mar del Plata: Universidad Fasta.
- ARCU-SUR (2015). Criterios de Calidad para la Acreditación ARCU-SUR. Ingeniería. Recuperado de: <http://edu.mercosur.int/arcusur/index.php/es/descripcion>. Acceso en: 01 jul. 2016.
- Bürdeck, B. (2005). *Design: History, Theory and Practice of Product Design*. Germany: Publishers for Architecture.
- Comisión Europea (2009). *El Marco Europeo de Cualificaciones para el aprendizaje permanente (EQF-MEC)*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- De Miguel Díaz, M. (Dir.). (2006). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias: orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior*. Oviedo: Ediciones de la Universidad de Oviedo.
- Kowalski, V., Erck, M. & Enriquez, H. (2015). Formación por competencias en Ingeniería Industrial: Moda o Mejora Académica? *Anais do III Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica – CIECITEC. NTI-URI*. Santo Ângelo, 1-10.





- Krathwohl, D. (2002). A revision of bloom's taxonomy: an overview. *Theory into Practice*. Vol. 4 (2), 212-218.
- Le Boterf, G. (2010). *Professionnaliser. Construire des parcours personnalisés de professionnalisation*. 6 Ed. Paris: Éditions d'Organisation Groupe Eyrolles.
- Mertens, D. (2010). *Research and Evaluation in Education and Psychology: Integrating Diversity with Quantitative, Qualitative, and Mixed Methods*. 3rd ed. California, London, New Delhi: SAGE Publications.
- Roegiers, X. (2007). *Pedagogía de la integración: Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza*. San José: Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana y AECI. Colección IDER (Investigación y desarrollo educativo regional).
- Santemases Mestre, M., Sánchez de Dusso, F. & Kosiak de Gesualdo, G. (2004). *Marketing: conceptos y estrategias*. Madrid: Pirámide.
- Ulrich, K. & Eppinger, S. (2013). *Diseño y Desarrollo de Productos*. 5. ed. México: McGraw-Hill.