



Vicerrectoría Académica  
Instituto de Gestión de la Calidad Académica

Co-creando Excelencia



<http://revistas.uned.ac.cr./index.php/revistacalidad>

Correo electrónico: [revistacalidad@uned.ac.cr](mailto:revistacalidad@uned.ac.cr)

---

## Cartografía Curricular para la incorporación de la investigación en plan estudios de Ingeniería Industrial

### Curricular Cartography for the incorporation of research in the Industrial Engineering study plan

**Ana C. Leandro-Sandí<sup>1</sup>**

[aleandro@uh.ac.cr](mailto:aleandro@uh.ac.cr)

Universidad Hispanoamericana, Costa Rica

<https://orcid.org/0000-0002-0120-5433>

**Jacqueline Brenes-Granados<sup>2</sup>**

[j.brenes@uh.ac.cr](mailto:j.brenes@uh.ac.cr)

Universidad Hispanoamericana, Costa Rica

<https://orcid.org/0000-0002-4604-0222>

*DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v12i1.3468>*

Volumen 12, Número 1

30 de mayo de 2021

pp. 250 – 271

Recibido: 20 de febrero de 2021

Aprobado: 27 de abril de 2020

---

<sup>1</sup> Costarricense, ingeniera en producción industria (miembro del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos – CFIA), sus áreas de investigación son: 1) ingeniería; 2) ambiente; 3) innovación educativa

<sup>2</sup> Costarricense, ingeniera en producción industria (miembro del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos – CFIA), sus áreas de investigación son: 1) ingeniería; 2) logística; 3) innovación educativa

---

**Cartografía Curricular para la incorporación de la investigación en plan estudios de Ingeniería Industrial**

Ana C. Leandro-Sandí, Jacqueline Brenes-Granados

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v12i1.3468>



Artículo protegido por licencia Creative Commons

## Resumen

El presente documento tiene como objetivo mostrar cómo, la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana ha conceptualizado e incorporado en su plan de estudios la investigación como eje curricular, con el fin de promover la participación de los estudiantes en proyectos y acciones de investigación innovadoras, comprometidos en la generación de conocimiento a través de la resolución de problemas principalmente de la industria de bienes y servicios. En el perfil académico o de egreso se ha incluido los elementos de competencias desglosados en comportamientos esenciales de actitudes, actuaciones y conocimientos en la investigación formativa para asegurar su capacidad para adaptarse en un contexto laboral, social y económico cambiante.

**Palabras clave:** competencia investigativa; currículo; investigación en ingeniería; investigación formativa; formación investigativa.

## Abstract

The objective of this document is to show how, the Industrial Engineering Career of the Hispanoamericana University has conceptualized and incorporated research as a curricular axis in its study plan, in order to promote the participation of students in innovative research projects and actions, committed to the generation of knowledge through solving problems mainly in the goods and services industry. In the academic or graduation profile, the elements of competences broken down into essential behaviors of attitudes, actions and knowledge have been included in formative research to ensure their ability to adapt in a changing labor, social and economic context.

**Keywords:** research skills, curriculum, engineering research, formative research, research education.

## Introducción

El conocimiento en cuanto puede ser utilizado y comunicado, es un recurso social universal (Lawrence, 1973), siguiendo esta línea el ser humano como parte de su naturaleza siempre busca comprender su entorno y las situaciones que lo afectan para encontrar una solución, las cuales pueden ser validadas y expuestas a la sociedad para que sirvan de fundamento para futuros estudios, ampliando y construyendo el conocimiento.

En la actualidad la naturaleza cambiante del conocimiento y la complejidad requiere buscar una nueva concepción sobre las formas, métodos y procedimientos que apuntan a una mejor intervención de las situaciones que afectan en el contexto social y económico.

---

### Cartografía Curricular para la incorporación de la investigación en plan estudios de Ingeniería Industrial

Ana C. Leandro-Sandí, Jacqueline Brenes-Granados

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v12i1.3468>



Artículo protegido por licencia Creative Commons

---

Es vital para los centros educativos, desarrollar las competencias investigativas de manera progresiva desde las etapas tempranas y reforzarlas en las adultas por medio de la formación en las universidades. Los procesos pedagógicos y curriculares deben ir enmarcados dentro de las tendencias actuales tanto de la educación como del contexto socioeconómico en que se desarrollen, haciendo énfasis en el desarrollo de la creatividad, dedicación y sensibilidad.

Dentro del análisis realizado se puede evidenciar dos pilares que fundamentan los planes de estudio de ingeniería como lo contempla el Washington Accord<sup>3</sup>: 1) La formación científica aportada por las áreas de ciencias básicas y ciencias de la ingeniería y la formación en matemáticas aportada por esta área, en las cuales desde los primeros niveles se interactúa con experimentación y modelación de fenómenos naturales, generando la capacidad de crear. 2) La naturaleza del perfil de los ingenieros en general, está relacionada con la innovación y el desarrollo tecnológico, lo cual demanda atributos que involucran el logro o desempeño de competencias colaborativas, comunicativas y constructivas.

El proceso de educación debe replantearse constantemente para poder responder a las necesidades de la sociedad, esto implica dos retos: **el primero** adaptar los programas de estudio fortaleciéndolos en el cumplimiento de la trilogía: docencia, investigación y extensión para que los resultados estén alineados a las necesidades del contexto laboral, social y económico, y a dar solución a problemáticas emergentes asociadas y **el segundo** desarrollar las competencias para que los educadores construyan en sus prácticas pedagógicas cotidianas un ambiente investigativo orientado a la innovación educativa.

Dentro de los procesos de aseguramiento de la calidad de la Carrera de Ingeniería Industrial, se formulan los lineamientos para los programas de bachillerato y licenciatura, analizando y mejorando las prácticas

---

Es un acuerdo internacional entre organismos responsables de la acreditación de programas de ingeniería que reconoce la equivalencia sustancial de los programas acreditados por esos organismos.

---

### Cartografía Curricular para la incorporación de la investigación en plan estudios de Ingeniería Industrial

Ana C. Leandro-Sandí, Jacqueline Brenes-Granados

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v12i1.3468>



Artículo protegido por licencia Creative Commons

e incorporando y validando innovaciones didácticas que aportan al aprendizaje de los estudiantes, dentro de las estrategias para impulsar con mayor énfasis la actividad investigativa se distinguen:

- La integración con la docencia: ha permitido que el estudiante forme parte de su propio aprendizaje y la naturaleza de esta investigación.
- La integración con la extensión: permite que por su relación con la industria defina la ruta a seguir por medio de la incursión en la sociedad para conocer las necesidades sociales, económicas, políticas y asistenciales que estas tienen y proponer soluciones, de esta forma también se plantea la responsabilidad social como centro educativo.

El compromiso latente está en promover, el cumplimiento de la misión y alinear hacia la visión, a través de la capacitación de los docentes que no han sido formados en pedagogía, y fortalecer el área disciplinar, con actitud crítica e investigativa para alcanzar la profundización de sus conocimientos, así como una mayor autonomía intelectual para problematizar su realidad educativa y buscar su mejoramiento.

## Contenido

Se requiere evidencias de las estrategias de enseñanza – aprendizaje que utilizan los centros educativos dentro de los pilares de docencia, investigación y extensión, lo cual usualmente representa una oportunidad de mejora en los procesos de autoevaluación de las carreras y para lo cual se requiere establecer acciones en los compromisos de mejoramiento en las cuales se incluyan propuestas curriculares actualizadas que contemplen las problemáticas del contexto y las necesidades del mercado, se realice una revisión y comparación con referentes pares y paradigmáticos así como las tendencias de la educación que establece la política educativa 2030 de la UNESCO. Estas propuestas se validan con los actores educativos que intervienen en el proceso: estudiantes, docentes, administrativos, egresados y empleadores.

---

### Cartografía Curricular para la incorporación de la investigación en plan estudios de Ingeniería Industrial

Ana C. Leandro-Sandí, Jacqueline Brenes-Granados

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v12i1.3468>



Artículo protegido por licencia Creative Commons

---

La Carrera de Ingeniería Industrial, ha establecido un modelo que permite la inclusión de la investigación como un eje curricular en el plan de estudios, para lo cual se describen cada una de las acciones para incentivar y desarrollar capacidades investigativas en los estudiantes, en el entendido que no necesariamente se genere conocimiento nuevo sino más bien se desarrolle una cultura y espíritu investigador.

### **1. Identificación de atributos de enseñanza y aprendizaje involucrados en el proceso de construcción de la competencia investigativa dentro del perfil de egreso**

La construcción de la competencia investigativa se genera a partir de la identificación de ámbitos fundamentales y que desde una concepción de integralidad pueden clasificarse en tres: saber ser, saber conocer y saber hacer.

La formación en ingeniería involucra el desarrollo de un espíritu investigador para que el egresado en su ejercicio profesional pueda encontrar soluciones a problemas del contexto donde se desarrolle, por lo que los programas de estudio deben asegurar el desarrollo de atributos en el perfil de egreso. Los atributos de los egresados se definen como: “(...) conjunto de resultados individuales evaluables, que son los componentes indicativos del potencial del graduado para adquirir la competencia para la práctica profesional” (Washington Accord, 2015).

A continuación, se muestra en el cuadro 1, un modelo de los atributos involucrados en el desarrollo de la competencia investigativa para el plan de estudios de la carrera de ingeniería industrial que plantea la *Agencia de Acreditación de programas de Ingeniería y de Arquitectura en el documento de Criterios y Procedimientos de Acreditación 2017*, que permita que el egresado sea capaz de diseñar soluciones que resuelvan las problemáticas del contexto donde se desempeñen, los mismos identificados en los ámbitos del saber ser, saber hacer y saber conocer.



**Cuadro 1.** Atributos involucrados en el desarrollo de la competencia investigativa.

| Competencia: Investigación  |  |  |
|---|--|--|
| <p>“Demostración de idoneidad en la integración de conceptos, actitudes y procedimientos para la planeación, desarrollo y divulgación de iniciativas conducentes a la generación y gestión de nuevo conocimiento en ingeniería”. (Parra- Castrillón, s.f.)</p>              |  |  |
| Aporte  |  |  |
| Ser (dominio actitudinal, saber ser)  | Hacer (dominio psicomotor, saber hacer)  | Conocer (dominio cognitivo, saber conocer)   |
| <p>Ética: Capacidad para conducir investigaciones de problemas complejos por medio de conocimientos y métodos apropiados, incluyendo el diseño de experimentos, análisis e interpretación de datos y síntesis de información para proveer conclusiones válidas.</p>         |  | <p>Conocimientos de Ingeniería: Capacidad para aplicar los conocimientos a nivel universitario de matemáticas, ciencias naturales, fundamentos de la Ingeniería y conocimientos especializados de ingeniería para la solución de problemas complejos de Ingeniería.</p>  |
|   |  | <p>Análisis de problemas: Capacidad para utilizar los conocimientos y habilidades apropiados para identificar, formular, investigar en la literatura, analizar y resolver problemas complejos de Ingeniería, logrando conclusiones sustanciales, utilizando principios de matemáticas, ciencias naturales y ciencias de la Ingeniería.</p> |
| <p>Investigación: Capacidad para conducir investigaciones de problemas complejos por medio de conocimientos y métodos apropiados, incluyendo el diseño de experimentos, análisis e interpretación de datos y síntesis de información para proveer conclusiones válidas.</p> |  |  |
|   | <p>Diseño/desarrollo de soluciones: Capacidad para diseñar soluciones para problemas de Ingeniería complejos, así como para diseñar sistemas, componentes o procesos que satisfagan necesidades específicas teniendo en cuenta las consideraciones apropiadas para la salud pública, la seguridad, los estándares pertinentes, así como los aspectos culturales,</p> |  |

**Cartografía Curricular para la incorporación de la investigación en plan estudios de Ingeniería Industrial**

Ana C. Leandro-Sandí, Jacqueline Brenes-Granados

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v12i1.3468>



Artículo protegido por licencia Creative Commons

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
|  | sociales, económicos y ambientales. |
| Comunicación: Capacidad para comunicar conceptos complejos de Ingeniería dentro de la profesión y con la sociedad en general. Estas habilidades incluyen: la habilidad de comprender y escribir efectivamente informes, documentación de diseños, realizar presentaciones efectivas, dar y responder instrucciones claras. Es conveniente incentivar la capacidad de comunicarse en un segundo idioma. |                                     |

**Fuente:** Agencia de Acreditación de programas de Ingeniería y de Arquitectura, 2018.

## 2. Incorporación de cursos de investigación en el plan de estudios de la carrera

Se realizó un mapeo en la tabla 1 de los cursos del plan de estudios vinculados con el eje de investigación, estos preparan al estudiante para realizar revisiones bibliográficas actualizadas y consultas de artículos científicos recientes, elaborar una propuesta que incluye: justificación y antecedentes de un problema investigativo, estructuración de un marco teórico que sustente el proyecto, definición de un marco metodológico, generación de diagnósticos en empresas y proponer soluciones para su posterior implementación, así como la evaluación económica y resultados.

**Tabla 1.** Cursos del plan de estudios que abordan el eje de investigación.

| Abordaje   | Cursos  |
|--|---|
| Estos cursos tienen como objetivo brindar la base metodológica para la producción del conocimiento.  | Técnicas de Comunicación<br>Métodos de Investigación  |
| Estos cursos generan conocimientos en forma de teoría o métodos que se estima que un período mediano podría desembocar en aplicaciones al sector productivo. | Informática I<br>Dibujo por computadora<br>Administración de Recursos Humanos<br>Mecánica y electromecánica<br>Diseño de experimentos<br>Ingeniería Económica |

### Cartografía Curricular para la incorporación de la investigación en plan estudios de Ingeniería Industrial

Ana C. Leandro-Sandí, Jacqueline Brenes-Granados

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v12i1.3468>



Artículo protegido por licencia Creative Commons

| Abordaje  | Cursos   |
|---|--|
| <p>Estos cursos implican la generación de conocimiento a través del uso de métodos aplicados al sector productivo de bienes y servicios con el fin de mejorarlo y hacerlo más eficiente, o con el fin de obtener productos nuevos y competitivos en dicho sector.</p> | <p>Fundamentos de ingeniería industrial<br/>           Diseño de métodos<br/>           Procesos de producción<br/>           Diseño de planta<br/>           Investigación de operaciones I<br/>           Seguridad y salud ocupacional<br/>           Administración y control de inventarios<br/>           Control de calidad o producción<br/>           Programación y control de producción<br/>           Mejoramiento productividad<br/>           Administración de calidad<br/>           Investigación de Operaciones II<br/>           Estrategia de empresas<br/>           Gestión tecnológica de la empresa<br/>           Evaluación de producción<br/>           Gerencia</p> |

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Estos cursos son aportes para el saber conocer, pero no son suficientes si solo tiene alcance de aula, pues debe estar fortalecido con vínculos con el entorno investigativo tanto interno como externo a lo que se desarrolla en la carrera.

### 3. Determinación de líneas de investigación y descripción de su abordaje en el plan de estudios

A continuación, se presenta en la tabla 2 un resumen de las líneas, sublíneas y temas de investigación definidas para la carrera de Ingeniería Industrial considerando las necesidades del contexto costarricense y la experticia e intereses de los docentes de la carrera.





**Tabla 2.** Líneas de investigación y abordaje para la carrera de Ingeniería Industrial.

| Abordaje de la línea    | Línea de investigación    | Sublíneas de investigación                         | Temas   | Cursos asociados  |                           |   |   |   |
|-------------------------|---------------------------|--|---|---|---------------------------|---|---|---|
| Investigación académica | Modalidades de graduación | Cursos que abordan el eje de investigación         |   |   |                           |   |   |   |
|                         |                           |  |   |   | Administración industrial | Administración general  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gestión de recursos humanos</li> <li>○ Ingeniería comercial</li> <li>○ Sistemas de ventas</li> <li>○ Comercialización</li> <li>○ Mercadotecnia industrial</li> <li>○ Soluciones de soporte en sistemas, comunicaciones o informática.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Contabilidad de costos</li> <li>○ Estrategia de empresas</li> <li>○ Ingeniería económica</li> <li>○ Gerencia</li> <li>○ Comercio global</li> </ul> |
|                         |                           |  |   |   | Contabilidad              | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gestión contable y financiera</li> <li>○ Administración de presupuestos</li> </ul> |   |   |
|                         | Calidad                   | Calidad y confiabilidad<br><br>Sistemas de gestión | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Control de calidad</li> <li>○ Confiabilidad</li> <li>○ Metrología</li> <li>○ Estadística</li> <li>○ Diseño de experimentos</li> <li>○ Sistemas de gestión de calidad</li> <li>○ Normalización de procesos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Control de calidad o producción</li> <li>○ Administración de calidad</li> <li>○ Diseño de experimentos</li> <li>○ Ética profesional</li> </ul> |                           |   |   |   |
|                         | Gestión tecnológica       | Automatización                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gestión de procesos integrados de diseño y manufactura utilizando sistemas computacionales.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dibujo por computadora</li> <li>○ Simulación industrial</li> <li>○ Gestión tecnológica</li> </ul>  |                           |   |   |   |

**Cartografía Curricular para la incorporación de la investigación en plan estudios de Ingeniería Industrial**

Ana C. Leandro-Sandí, Jacqueline Brenes-Granados

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v12i1.3468>

Artículo protegido por licencia Creative Commons

|  |  |                                  |   |  |   |
|--|--|----------------------------------|---|--|---|
|  |  |                                  | Innovación industrial   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aplicaciones informáticas como soporte en los procesos industriales</li> <li>○ Innovación tecnológica en productos industriales</li> <li>○ Gestión de la innovación</li> <li>○ Investigación y desarrollo de productos y servicios</li> <li>○ Simulación de procesos</li> <li>○ Soluciones con técnicas de inteligencia artificial</li> </ul> |   |
|  |  | <b>Sostenibilidad industrial</b> | <p>Gestión ambiental</p> <p>Ergonomía y factores humanos</p> <p>Desarrollo sostenible</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sistemas de gestión y producción</li> <li>○ Movilidad</li> <li>○ Uso eficiente de la energía</li> <li>○ Antropometría</li> <li>○ Ergonomía</li> <li>○ Higiene industrial</li> <li>○ Prevención de accidentes y lesiones</li> <li>○ Salud ocupacional</li> <li>○ Optimización de energía en procesos industriales</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Procesos de producción</li> <li>○ Seguridad y salud ocupacional</li> </ul> |

### Cartografía Curricular para la incorporación de la investigación en plan estudios de Ingeniería Industrial

Ana C. Leandro-Sandí, Jacqueline Brenes-Granados

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v12i1.3468>



Artículo protegido por licencia Creative Commons

|  |  |                                 |  |  |   |
|--|--|---------------------------------|--|--|---|
|  |  |                                 |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Producción más limpia</li> <li>○ Ecología industrial</li> <li>○ Protección ambiental y gestión de residuos</li> </ul>   |   |
|  |  | <b>Procesos de producción</b>   | <p>Logística industrial</p> <p>Proyectos industriales</p>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gestión de la cadena de suministro</li> <li>○ Gestión de almacenamiento, inventario y distribución</li> <li>○ Logística de abastecimiento, operaciones, proyectos y de residuos</li> <li>○ Formulación de proyectos</li> <li>○ Gestión de proyectos</li> <li>○ Evaluación de proyectos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mecánica y electromecánica</li> <li>○ Programación y control de la producción</li> <li>○ Evaluación de la producción</li> <li>○ Mejoramiento de la productividad</li> </ul>  |
|  |  | <b>Operaciones industriales</b> | <p>Investigación de Operaciones</p> <p>Ingeniería de métodos</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Optimización de operaciones y procesos</li> <li>○ Programación de rutas y transportes</li> <li>○ Localización de instalaciones</li> <li>○ Diseño de instalaciones industriales</li> <li>○ Diseño de puestos de trabajo</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fundamentos de ingeniería industrial</li> <li>○ Diseño de métodos</li> <li>○ Diseño de planta</li> <li>○ Investigación de operaciones I</li> <li>○ Administración y control de inventarios</li> <li>○ Investigación de operaciones II</li> </ul> |

**Cartografía Curricular para la incorporación de la investigación en plan estudios de Ingeniería Industrial**

Ana C. Leandro-Sandí, Jacqueline Brenes-Granados

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v12i1.3468>



Artículo protegido por licencia Creative Commons

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Análisis de tiempos y movimientos</li> <li>○ Análisis de procesos y operaciones industriales</li> <li>○ Gestión de la productividad</li> <li>○ Ingeniería de valor agregado</li> </ul>   |  |
|  |  | <b>Tecnología e Innovación educativa</b> | <p>Gestión del aprendizaje en ingeniería</p> <p>Mejora continua en los programas</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Áreas de formación del ingeniero</li> <li>○ Habilidades blandas</li> <li>○ Habilidades duras</li> <li>○ Infraestructura y equipamiento en la enseñanza</li> <li>○ Estrategias de enseñanza – aprendizaje</li> <li>○ Estrategias de evaluación</li> <li>○ TICs en la enseñanza aprendizaje</li> <li>○ Formulación y actualización de planes de estudio</li> </ul> |  |

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La carrera de ingeniería industrial tiene una serie de cursos vinculados con el eje de investigación, estos preparan al estudiante para realizar:

**Cartografía Curricular para la incorporación de la investigación en plan estudios de Ingeniería Industrial**

Ana C. Leandro-Sandí, Jacqueline Brenes-Granados

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v12i1.3468>



Artículo protegido por licencia Creative Commons

### Bachillerato

I y II cuatrimestre: definición de situaciones problemáticas que dan origen y fundamentan el proyecto, formulaciones de objetivos y establecimiento de resultados esperados.

IV cuatrimestre: revisiones bibliográficas actualizadas, consultas de artículos científicos recientes, estructuración de un marco teórico que sustente el proyecto.

V cuatrimestre: definición de un marco metodológico.

VI cuatrimestre: generación de diagnósticos en empresas.

VII y VIII cuatrimestre: propuesta de soluciones para su posterior implementación, relación costo – beneficio, ingresos – egresos de la propuesta.

### Licenciatura

I, II, III cuatrimestre: análisis del impacto de la implementación de las propuestas de mejora y evaluación económica del proyecto

Para la carrera de Ingeniería Industrial, el eje de investigación se refleja en los cursos del plan de estudios que se detallan en la figura 1.



| Bachillerato   |  |                                 |  |  |  |   |  | Licenciatura           |   |   |   |                        |
|--|--|---------------------------------|--|--|--|---|--|------------------------|---|---|---|------------------------|
| I Cuatrimestre                                       | II Cuatrimestre                          | III Cuatrimestre                | IV Cuatrimestre                        | V Cuatrimestre                                     | VI Cuatrimestre                                | VII Cuatrimestre  | VIII Cuatrimestre                                    |                        | I Cuatrimestre                                  | II Cuatrimestre                                   | III Cuatrimestre                            |                        |
| Fundamentos de Ingeniería Industrial<br>INDU-101   4 | Inglés I<br>GIDI-101   4                 | Algebra lineal<br>GMAT-105   4  | Física III<br>INDU-123   4             | Administración de Recursos Humanos<br>GADM-103   4 | Ecuaciones diferenciales<br>GMAT-106   4       | Seguridad y Salud Ocupacional<br>GIND-101   4           | Programación y Control de Producción<br>INDU-118   4 | Proyecto de graduación | Administración de Calidad<br>INDU-221   4       | Diseño de Experimentos<br>INDU-222   4            | Ética Profesional<br>INDU-218   4           | Proyecto de graduación |
| Técnicas de comunicación<br>GHUM-031   4             | Métodos de investigación<br>GHUM-103   4 | Inglés II<br>GIDI-102   4       | Diseño de métodos<br>INDU-106   4      | Estadística II<br>INDU-122   4                     | Diseño de planta<br>INDU-103   4               | Administración y Control de Inventarios<br>INDU-116   4 | Métodos numéricos<br>GMAT-108   4                    |                        | Comercio Global<br>INDU-220   4                 | Estrategia de Empresas<br>GADM-207   4            | Evaluación de la Producción<br>INDU-217   4 |                        |
| Cálculo I<br>GMAT-103   4                            | Cálculo II<br>GMAT-104   4               | Física II<br>INDU-119   4       | Estadística I<br>INDU-121   4          | Mecánica y electromecánica<br>INDU-107   4         | Contabilidad I<br>GCON-101   4                 | Control de Calidad<br>INDU-113   4                      | Mejoramiento Productividad<br>INDU-111   4           |                        | Investigación de Operaciones II<br>INDU-212   4 | Gestión Tecnológica de la Empresa<br>INDU-214   4 | Gerencia<br>INDU-219   4                    |                        |
| Informática I<br>INDU-120   4                        | Física I<br>INDU-117   4                 | Química General<br>INDU-104   4 | Dibujo por computadora<br>INDU-102   4 | Procesos de producción<br>INDU-115   4             | Investigación de Operaciones I<br>INDU-109   4 | Contabilidad de Costos<br>INDU-112   4                  | Simulación Industrial<br>INDU-215   4                |                        | Sistemas de Información I<br>GSIS-101   4       | Ingeniería Económica<br>INDU-216   4              |   |                        |
|  |  |                                 |  |  |  |   |  |                        |   |   |   |                        |

**Figura 1.** Cartografía curricular para la incorporación de la investigación en el plan de estudios.

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Cartografía Curricular para la incorporación de la investigación en plan estudios de Ingeniería Industrial**

Ana C. Leandro-Sandí, Jacqueline Brenes-Granados

DOI: <http://dx.doi.org/10.22458/caes.v12i1.3468>



Artículo protegido por licencia Creative Commons

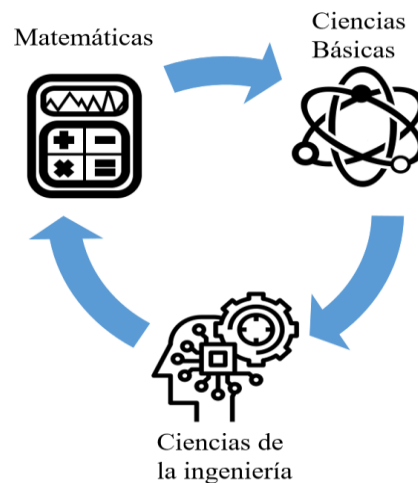
Como se puede evidenciar en la figura anterior, la carrera de ingeniería industrial apuesta en la investigación como herramienta de la docencia que permite tanto a estudiantes como docentes su propio aprendizaje. La naturaleza de la investigación se ha venido desarrollando a través de cursos que abordan el eje de investigación, proyectos de graduación y por medio de la investigación académica, todas aportan a las líneas de investigación y evidencian su cumplimiento, en el caso de la primera su fin es formativo, y en el caso de las últimas dos, su fin es dejar productos que pueden sumar conocimiento que transforma la sociedad

#### **4. Formación para la resolución de problemas**

El currículo de las ingenierías en general presenta una oportunidad relevante y es la relacionada con la formación en matemáticas y su relación con la experimentación, los cuales influyen positivamente ya que los mismos desde etapas iniciales “provee a los estudiantes de las herramientas necesarias que le permitan enfrentar exitosamente problemas que requieren de capacidad analítica e innovación, se mejoran las actitudes y habilidades que permiten tener logros en el aprendizaje” (Trejo Trejo, Camarena Gallardo, & Trejo Trejo, 2013).

De acuerdo con la clasificación de áreas de la ingeniería visualizadas por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, tres de ellas aportan en la formación del ingeniero para que sean capaces de resolver problemas, tal como se muestra en la figura 2:





**Figura 2.** Etapas de la metodología de trabajo.

**Fuente:** Agencia de Acreditación de programas de Ingeniería y de Arquitectura. (2018).

Para contribuir en el desarrollo del espíritu investigador, las acciones formativas de estas asignaturas deben relacionarse con estrategias para la investigación formativa y a la formación para la investigación, que se lograrán vinculando situaciones problemáticas reales de la cotidianeidad que inciten la preocupación por la indagación y la investigación, creando a la vez hábitos de trabajo individual y en equipo.

## 5. Diseño de una propuesta pedagógica para la investigación formativa

La propuesta pedagógica para la investigación formativa debe tener como fin, la generación de un espíritu investigador, que motive una participación más vivencial de los estudiantes, parte del precepto de aprender a aprender y aprender a investigar investigando. Es decir, las competencias del ser, del hacer y del conocer se forma más decididamente desde la vivencia del estudiante.

La carrera de Ingeniería Industrial, incorpora estrategias como los proyectos de aula, los proyectos integradores, los proyectos de grado o los proyectos para participar en convocatorias externas o internas



para estudiantes, apuesta en ese sentido a la incorporación de metodologías activas como lo es la simulación, Aprendizaje Basado en Problemas o Aprendizaje Basado en Proyectos, que son de fácil aplicación en ingeniería, en este sentido se proyecta como compromiso de mejoramiento continuo, la definición de la estrategia para cumplimentar este objetivo.

Asimismo, se promueven los semilleros de investigación, grupos de estudio, convocatorias de proyectos para estudiantes y eventos de divulgación o revistas para las publicaciones de los estudiantes, promocionando el aprendizaje y la motivación del estudiante con nivel racional de exigencia y con la pedagogía suficiente de profesores y asesores para llevar de la mano al estudiante.

Es importante que todas las estrategias fomenten una estructura en la que se tenga una formulación, un desarrollo y una divulgación de los conocimientos generados.

## 6. Formación de docentes no formados como educadores

Se requiere empoderar a los docentes a partir de la inclusión a procesos de formación y vinculación con experiencias investigativas, para que se logre un cambio en la realidad educativa de los centros universitarios.

La estrategia planteada se basa en el desarrollo de tres ejes tal como se visualiza en la figura 3. (Buendía-Arias, Zambrano-Castillo, & Insuasty, 2018):



**Figura 3.** Ejes a desarrollar en los docentes.

**Fuente:** Buendía-Arias, Zambrano-Castillo, & Insuasty, 2018

La carrera de ingeniería industrial busca mejorar los procesos y resultados dentro del aula de clase, contribuir en la formación de docentes y profesionales no docentes con motivación y seguridad (enseñanza reflexiva). Por otra parte, la investigación en educación se ha concebido como estrategia que permite al docente a entender su quehacer pedagógico y en consecuencia mejora el proceso de enseñanza- aprendizaje en relación con el currículo, métodos de enseñanza, medios y materiales, organización y clima de la clase, procesos de interacción o comunicación. Finalmente, las competencias investigativas dan al profesional no docente la oportunidad del autoconocimiento y la búsqueda sistemática de solución de problemas que se presentan en los entornos académicos, potenciando su capacidad de respuesta frente a las exigencias conceptuales y procedimentales que impone la realización de investigaciones en el ámbito de la educación, por lo que los planes de capacitación para docentes que permitan un desempeño académico en un área para la cual no fue formado.

### 7. Establecimiento de estímulos para los estudiantes

Las universidades pueden generar estrategias para que los estudiantes se sientan atraídos y busquen acercarse cada vez más a los procesos de generación de conocimiento, estos deberán estar alineados a los intereses reales de los estudiantes y fortalecidos con la estrategia de la carrera para promover adecuadamente las actividades con convocatorias adecuadas, apoyadas por los profesores y alineadas a la estructura curricular establecida, el cuadro 2 muestra ejemplo de estos estímulos.

**Cuadro 2.** Estímulos por participación en investigación

| Dentro del plan de estudios  | Fuera del plan de estudios  |
|--|---|
| Puntaje dentro de la evaluación  | Descuentos, Becas, Remuneración, Patrocinios para participar en redes, Viajes, Pasantías, Premios |
| Publicación de artículos en revistas, Divulgación de resultados en boletines y redes sociales, Programación de ponencias |   |

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

La carrera de ingeniería industrial, ha promovido concursos y grupos de investigación en diversos períodos cuya convocatoria ha incluido además de beneficios monetarios, algunos entre los que se encuentran: la oportunidad de aprender habilidades técnicas gratuitas, mejora de habilidades interpersonales, enriquecer hoja de vida, aumentar red de contactos, los cuales han motivado la participación y éxito de las estrategias.

## 8. Aseguramiento de los recursos

Tanto la investigación formativa como la formación para la investigación requieren destinación directa de recursos y definición de estrategias específicas, para poder asegurar la continuidad de las actividades que se definan dentro de los programas de estudio. Dentro de los recursos que se requieren están los que se representan en la figura 4:

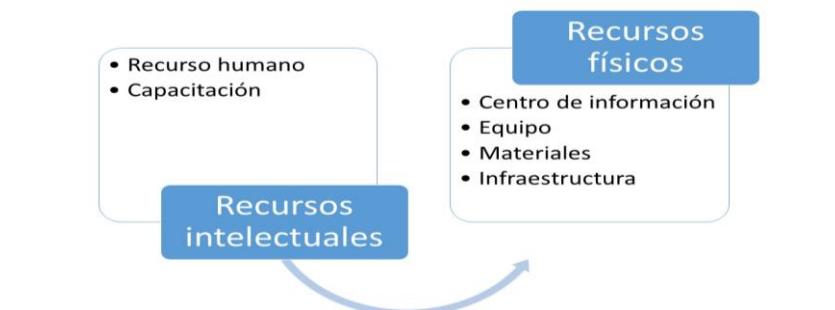


Figura 4. Recursos para procesos de investigación.

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

La universidad en estudio es auto-sostenible, pues cuenta con su propio presupuesto asignado anualmente obtenido a través de la matrícula, así como de reservas de contenido presupuestario que realizan para garantizar el funcionamiento ininterrumpido de las carreras, en caso de que se requiera. La administración busca el aprovechamiento de los recursos mediante la integración de proyectos y la

dotación de equipos comunes a las diferentes carreras, sin menoscabo de las adquisiciones requeridas por una sola carrera, dentro de su especificidad funcional.

## **Conclusiones**

Un reto para las universidades es la calidad en el perfil de los profesionales, donde no implique que el conocimiento se genere solo en las aulas, sino que los integrantes participan de su formación a través de la investigación y extensión; esto no implica cambios radicales en los planes de estudio, sino que se desarrollan espacios bajo la lógica de construcción de conocimiento a partir de los problemas del entorno encaminando al estudiante a un aprendizaje más alineado con las necesidades reales.

Aunque es posible una disgregación de competencias específicas en clases para el saber ser, saber hacer y saber conocer, la construcción de la competencia investigativa en su globalidad implica propuestas pedagógicas que encierren la integralidad de estas desde una mirada sistémica, integrando elementos actitudinales, prácticos y cognitivos.

La existencia de una propuesta curricular pertinente debe considerar como parte del proceso educativo la investigación, la cual sin debe fomentarse con estímulos reales para los estudiantes. La exigencia de los mercados actuales nos hacen ver el currículo como todo aquello que incide en la formación de los estudiantes, y no solo el grupo de asignaturas, contenidos, objetivos de aprendizaje, y debe permear como un proceso continuo para lo cual la motivación y la construcción del espíritu investigador se convierten en un reto para los centros educativos de formación profesional para que incidan en el desarrollo de esta competencia en nuestros egresados.

Para la carrera de ingeniería industrial, la investigación se ha utilizado como estrategia de aprendizaje que promueve la capacidad de aprender a aprender, que es un reto al que se enfrentará una vez que esté en un contexto laboral profesional y que logrará desarrollando y conociendo sus capacidades. Los

---

trabajos de investigación que se realizan en la carrera son congruentes con la naturaleza de la carrera y cumplen principalmente con los siguientes propósitos:

1. Propuesta de mejora: Se identifica un proceso o producto, y se determinan las características de que lo hacen sujeto de mejora, se plantea como un problema a resolver, y se establece el mecanismo que será necesario implementar. Para ello se utilizan las herramientas metodológicas de mejora con el fin de encontrar la solución óptima. Es importante señalar que la propuesta de mejora incluye la fase de realización de una prueba piloto que valide en parte la calidad de la propuesta realizada y eventualmente permita saber o adecuar una implementación futura.
2. Implementación de una corrección de un problema (mejoramiento continuo): Se identifica un problema (que no entra en la categoría de mejora) se establece mediante la metodología recomendada los pasos de la solución del problema, y se establece el mecanismo para la implementación de la solución.
3. Diseño e implementación de un nuevo proceso, producto o servicio: Para esta categoría el proceso deductivo establece el o los productos que deberán diseñarse, se deberá ampliar en el tema de los beneficiarios o clientes de dicho producto, proceso o servicio. Este tipo de proyectos deberá respaldar muy bien el proceso creativo, enmarcado en una norma internacional apropiada. El proceso de investigación deberá estar ampliamente documentado, los principales hitos del proceso creativo y de producción de un prototipo de desarrollo.

## Referencias

- Agencia de Acreditación de programas de Ingeniería y de Arquitectura. (2018). *Atributos de los graduados*. Recuperado de: de <http://cfia.or.cr/documentacionAgencia.html>
- Buendía-Arias, X. P., Zambrano-Castillo, L. C., & Insuasty, E. A. (2018). *El desarrollo de competencias investigativas de los docentes en formación en el contexto*. 179-195.
- International Engineering Alliance. (2015). *Washington Accord*. Obtenido de <http://www.ieagreements.org/accords/washington/>

- Leandro, A., Córdoba, D. (2018). *Revolución en la Formación y la Capacitación para el Siglo XXI: Modelo educativo universitario para los retos de la educación en el siglo XXI*. Medellín - Antioquia: Instituto Antioqueño de Investigación.
- Parra-Castrillón, J. E. (s.f.). Construcción de la competencia investigativa en ingeniería. *Educación en ingeniería*.
- Lawrence, P., Lorsch, R. (1973). *Desarrollo de las organizaciones: diagnóstico y acción*. México: Fondo Educativo Interamericano.
- Trejo, E. T., Gallardo, P. C., & Trejo, N. T. (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: una propuesta metodológica. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 11(1), 397.