

Generación del ambiente para la investigación-acción en las carreras de Ingeniería Industrial

Ana Julia Acevedo Urquiaga

Ana Eloisa Garzón

Siris María López Rodríguez

Resumen:

[36] Los programas universitarios tienen como una de sus misiones desarrollar investigaciones que respondan a los intereses nacionales, al tiempo que den respuesta a los principales problemas del país y aporten al cumplimiento de los Objetivo de Desarrollo Sostenible. En el presente capítulo se presentan algunas reflexiones alrededor de la investigación en el ámbito universitario: la generación de cultura y espacios para la creación-acción; así como la visión, competencias y aportes de un programa de Ingeniería Industrial articulado por ciclos propedéuticos con los programas de Técnica Profesional en Operación de Procesos de Producción y la Tecnología en Gestión de Producción y Calidad.

Palabras clave: investigación, ingeniería industrial, programa por ciclos

La cultura investigativa en el contexto universitario

El desarrollo de la investigación en el ámbito universitario, es un proceso intrínseco como complemento a docencia y la atención a los entornos de la universidad. De ahí que, se busca incorporar a la docencia el enfoque científico para desarrollar habilidades investigativas en los estudiantes [1].

Aun cuando existen preceptos generales para el desarrollo de la investigación, cada universidad debe generar su propia cultura investigativa. Para Restrepo Gómez [2] la cultura investigativa comprende los siguientes elementos:

1. Organizaciones: en sus etapas iniciales de una institución no se encuentran sistemas de organización, pero estos se van formando. Se comienza por profesores individuales que plantean proyectos o ideas investigativas, que con el paso del tiempo se van integrando a equipos, grupos, comités y centros de investigación y desarrollo tecnológico que constituyen en su conjunto el sistema de investigación de la universidad.
2. Normas: las investigaciones deben ser realizadas teniendo en cuenta los estándares establecidos por la comunidad científica a nivel internacional, respetando el rigor y la sistematicidad, someter a prueba los proyectos validándolos por medio de pares académicos, socializar la información publicándola en

medios reconocidos. Por lo tanto, las universidades deben participar activamente en la producción de conocimiento a nivel técnico profesional [3], para ser compartido con la comunidad científica y publicará algunos de ellos en revistas indexadas o de difusión.

3. Actitudes y hábitos: para desarrollar los hábitos y actitudes necesarias para formar en la investigación, se considera necesario el trabajo en equipo, a través del planteamiento de problemas y preguntas problematizadoras en áreas comunes del conocimiento [4]. A través de este a través del diálogo entre pares académicos, se puedan gestar ideas que conlleven al planteamiento de problemas de investigación en el nivel de formación en el cual se encuentra.
4. Valores: para el desarrollo de una formación para la investigación es necesario cultivar valores como el trabajo en equipo, la honestidad, responsabilidad, autonomía. Además, es fundamental asumir una posición crítica ante las problemáticas actuales que conllevan al planteamiento de los proyectos, el debate, intercambio de ideologías, técnicas y descubrimientos, la autovigilancia de las ideologías, porque en su sentido más puro, el conocimiento debe estar por encima de ellas [5].

5. Métodos: en cuanto este aspecto y por el tipo de formación que reciben los estudiantes, se tienen en cuenta los enfoques cualitativos y cuantitativos o mixtos, en cuatro niveles: descriptivo, exploratorio, explicativo y experimental; teniendo en cuenta las necesidades de formación en cada uno de los ciclos propedéuticos que se manejan en las instituciones educativas [6].
6. Técnicas: dependen del tipo de proyecto y en especial del problema de investigación que se esté abordando, pero en general las técnicas cualitativas y cuantitativas se pueden utilizar en el desarrollo de las investigaciones.
7. Temas o líneas y sus fuentes: se entiende por línea de investigación al resultado del cultivo progresivo de los investigadores durante un tiempo determinado para conformar equipos de investigadores que trabajen para la formulación y resolución de problemas de investigación en un campo del conocimiento determinado [7]. Las fuentes están relacionadas con la práctica misma de la academia o de las profesiones, los componentes teóricos de la formación de nuestros estudiantes y los problemas de la sociedad que involucran procesos relacionados con la puesta en práctica del saber técnico profesional, tecnológico o profesional, según sea el caso.

8. Pedagogía de la investigación: una de las mejores alternativas para aprender a investigar es la puesta en práctica del saber, orientado por un docente investigador [7]. Esta metodología permite a los estudiantes interiorizar las habilidades y transferir los conocimientos adquiridos durante su formación académica a contextos diferentes. En estos ámbitos, las habilidades profesionales adquiridas les permitan hacer una mirada crítica y con sentido social, lo que a su vez les puede conllevar a identificar posibles problemas de su entorno para establecer alternativas viables de solución, sustentadas desde el saber teórico, pero con un eminente componente práctico. Por lo tanto, las universidades se proyectan hacia la formación de líneas de investigación a las cuales se puedan vincular los estudiantes con mayores habilidades investigativas y aportar a la construcción de conocimiento en el nivel de formación en el que se encuentran. Para ello emplean los semilleros de investigadores como nicho para la formación de habilidades investigativas de orden superior y que conlleven a la formulación de proyectos de grado [8].
9. Currículo: la formación para la investigación tiene espacios propios dentro del currículo y otros que le permitan movilidad dentro de los programas académicos y en las diferentes áreas del conocimiento. De forma general, en las universidades la línea horizontal está conformada por las asignaturas: meto-

dología del estudio, metodología de la investigación y formulación de proyectos [9]. Transversalmente se plantean alternativas como el aprendizaje basado en problemas, donde los estudiantes deben utilizar los aprendizajes alcanzados desde diferentes áreas del conocimiento para alcanzar los resultados esperados [10]. En ocasiones, se encuentran en los programas académicos seminarios específicos para el desarrollo de habilidades investigativas, la formulación y ejecución de trabajos de grado, teniendo en cuenta el tipo de investigación que se ha definido para cada uno de los ciclos propedéuticos.

Estrategias para la formación en investigación de estudiantes universitarios

[41]

A pesar de que nadie tiene la última palabra en cuanto a las estrategias necesarias para formar a los estudiantes para la investigación, si se han realizado experiencias exitosas que merecen ser revisadas, analizadas y adaptadas al contexto particular. A continuación, se desatacan algunos elementos a tener en cuenta en las estrategias de investigación a partir de algunos autores [11-14]:

- Se recomienda la realización de trabajos de grado como opciones de grado [15], siempre y cuando el estudiante cuente con un buen asesor o tutor y en lo posible que sea desarrollado en el seno de los semilleros de investigadores. En segundo lugar, los estudiantes se forman en las habilidades propias de

la investigación, la formulación y el planteamiento de problemas de investigación y las diferentes técnicas investigativas, a partir de trabajos de aula, como ocurre en asignaturas como metodología de la investigación y formulación de proyectos.

- Otra alternativa es el involucrar a los estudiantes como auxiliares de investigación para las líneas, donde se realicen proyectos de investigación de mayor alcance [16]. Estos pueden aprender con el profesor que investiga a formular problemas de investigación, proyectos, hipótesis, a diseñar la metodología más apropiada, a recoger, procesar y analizar datos, argumentar, inferir y defender posturas a partir del análisis de resultados y las conclusiones que se puedan desprender del proyecto.
- Otro método para iniciar procesos de formación para la investigación es la técnica del “Portafolio de desempeño”, con una doble función: evaluativa y formativa. El portafolio permite apreciar el desarrollo de múltiples habilidades en el estudiante [17]. Además, es una herramienta de trabajo muy útil para asignaturas como “Metodología del Estudio” que hace parte de la estructura curricular horizontal en la investigación formativa.
- Para finalizar, observando la misión y la visión de la mayor parte de las instituciones educativas, se deja ver claramente

que la investigación es una de las prioridades para las universidades. Por este motivo, se hace necesario establecer cómo se concibe esta en el marco de la formación en competencias y por ciclos propedéuticos [18], tal y como lo requiere Colombia y el mundo.

Visión de la investigación en los programa de Ingeniería Industrial

En un programa articulado por ciclos propedéuticos se debe realizar investigación aplicada, pero realizando contribuciones a la investigación básica. Además, un componente fundamental en esta visión de investigación, es la innovación como la forma de generar soluciones novedosas y a la medida para el sector productivo y de servicios de nuestro entorno. Todas las vertientes de investigación con que el programa trabaja se apoyan fuertemente en la investigación formativa [11].

Aunque ha sido recientemente reconocido como concepto, el “valor social” de las investigaciones busca tener cada día mayor relevancia e impacto en la sociedad [19]. Esto determina que las investigaciones no solo deben buscar publicar en revistas de alto impacto y aumentar el número de citas, sino tener un impacto real en la sociedad; por lo tanto, las investigaciones requieren un balance entre ambos objetivos [20].

La investigación aplicada son trabajos donde se crea o adquiere nuevo conocimiento, pero están enfocados directamente a la solución de problemas puntuales de la realidad, es este caso con foco en el en-

torno inmediato, regional o nacional. Por su parte, las investigaciones básicas son trabajos experimentales o teóricos que buscan la generación de nuevo conocimiento, pero sin proponerse explícitamente la aplicación de ellos mismos [21, 22].

Para que una acción sea catalogada como innovación es necesario que los elementos a introducir en la empresa o institución sean nuevos o significativamente mejorados. Los elementos en los que se innova en los sectores intervenidos son: productos, procesos, y métodos de comercialización o de organización [22].

Finalmente, la investigación formativa es un componente mediante el cual los estudiantes y docentes se forman integralmente, gracias al conjunto de actividades propias del aula y demás espacios formales del currículo. “Esta se realiza mediante las prácticas específicas en medios y escenarios intencionadamente preparados para el ejercicio de las habilidades analíticas, de pensamiento productivo y solución de problemas, que parten de la familiarización con las diferentes etapas de la investigación y los problemas que de allí se desprenden; fortaleciendo la autonomía para el aprendizaje, capacidad de plantear alternativas de solución y someterlas a prueba, en ambientes donde el formando es protagonista de su propio ritmo y progreso en el aprendizaje” [23].

La figura 1 muestra la relación entre los enfoques investigativos que puede tener una institución universitaria y el impacto en las diferentes áreas de actuación. Así mismo, se ratifica la investigación formativa como eje fundamental de la investigación, donde cada acción

en los diferentes ámbitos se apoya en el desarrollo de habilidades investigativas de los estudiantes.



Figura 1. Visión de investigación de los programas asociados a Industrial de la FUS. *Fuente: elaboración propia*

[45]

La innovación e investigación aplicada tiene su centro en la solución de las situaciones presentes en empresas e instituciones de entorno inmediato de la institución: empresas cercanas, empresas donde trabajan los estudiantes y empresas bogotanas de forma general. La investigación aplicada también soluciona problemas a nivel regional, nacional, e incluso con alcance internacional a través de las alianzas con universidad extranjeras [24].

Una de las marcadas expresiones de innovación en los programas de educación superior, se reconoce en la creación de empresas a partir

de desarrollo de proyectos de emprendimiento novedosos; ya sea por la generación de nuevos productos por parte de los estudiantes, o por la aplicación de procesos y métodos innovadores.

Por su parte la investigación básica sirve de sustento al resto de las vertientes de investigación, con un impacto mayor a nivel latinoamericano e internacional. En general, las instituciones universitarias pequeñas o privadas no realizan mayormente investigaciones básicas [25]; sin embargo, se realizan algunos aportes en este tipo de investigación como una consecuencia de las experiencias acumulada en investigaciones aplicada e innovación. Es decir, se obtienen nuevos conocimientos a partir de la sistematización, generalización o complemento de los resultados de otros tipos de investigaciones.

[46]

Las competencias investigativas en la formación por ciclos propedéuticos en Ingeniería Industrial

La investigación se debe concebir como un elemento transversal dentro del proceso de formación que permite a los estudiantes el abordaje de investigaciones de diferentes tipos. Teniendo en cuenta las políticas de investigación en Colombia [22] y las tendencias a nivel mundial a este respecto, se puede proponer varios tipos de investigación: exploratorias, descriptivas, correlacionales o explicativas.

- Investigación exploratoria: generalmente es el primer acercamiento a un problema, cuando no se tiene mucho conocimien-

to del mismo. Se emplea para comprender mejor el problema, pero sin proporcionar resultados concluyentes [26].

- Investigación descriptiva: llamada también investigaciones diagnósticas, consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores [27, 28].
- Investigación correlacional: en este trabajo se busca relación entre variables desde el punto de vista conceptual y estadístico [29].
- Investigación explicativa: son métodos estructurados que generan un sentido de entendimiento y determina las causas de los fenómenos [29].

Estas tipologías de investigación que se llevan a cabo en cuanto a la formación por ciclos propedéuticos y que demarcan el nivel de profundidad en la construcción de conocimiento a partir de las investigaciones realizadas [18].

Teniendo en cuenta lo planteado en el documento sobre Política Pública sobre Educación Superior por Ciclos y Competencias, todos los programas de educación superior en Colombia deben tener dentro de su currículo elementos mediante los cuales se desarrollen la cultura investigativa y el pensamiento crítico y autónomo de los estudiantes. El nivel de dicho desarrollo dependerá del nivel de formación. En caso

de ofrecer únicamente programas técnicos profesionales, la institución deberá garantizar entre sus profesores el desarrollo de investigación exploratoria y descriptiva en las áreas profesionales o disciplinares que ofrece. Se espera que un tecnólogo sea capaz de desarrollar en forma autónoma investigación correlacional, que involucre al menos un número bajo de variables. Un profesional deberá tener las habilidades necesarias para llevar a cabo investigaciones explicativas [30].

Por lo tanto, la articulación de esta política conlleva al desarrollo de estrategias y acciones que permitan formular proyectos de investigación, relacionados a las mallas curriculares en lo referente a la formación en investigación de los estudiantes. Así mismo, se requieren acciones para el fortalecimiento y consolidación de las líneas de investigación definidas por la institución y de los programas de semilleros de investigadores, así como la participación en redes de investigación interinstitucionales. Además de lo anterior, las instituciones propenden a la formación de grupos de investigación, la divulgación de los resultados de las investigaciones que se llevan a cabo ya sea en medios propios o en publicaciones de otras instituciones, y la participación en eventos relacionados con la investigación. La formación de los docentes investigadores y de los estudiantes que hacen parte de los semilleros, que se han vinculado como auxiliares en grupos de investigación o que desarrollan trabajos de investigación, debe ser permanente.

En general se precisa la generación de habilidades fuertes y blandas de investigación. Entre las habilidades blandas a desarrollar se

encuentran: el pensamiento crítico [31], el trabajo en equipo, la comunicación interpersonal y técnica, la estructuración de pensamiento lógico, el liderazgo de equipos, la lectura y comprensión de idioma inglés, entre otros.

A continuación, se presenta un ejemplo de la diferenciación de competencias investigativas en la formación por ciclos en Ingeniería Industrial [32]. La investigación de los programas asociados, se ha establecido para cada ciclo, de esta manera en todos los ciclos se desarrollan las competencias con diferente grado de complejidad y como complemento del ciclo inferior (Tabla 1). Así mismo, a partir de las habilidades de investigación aplicada y emprendimiento; se debe fortalecer a lo largo de todo el programa las competencias que le permitan al estudiante realizar innovación y generación de empresa de base tecnológica; aplicación de sus saberes enfocados a la búsqueda de soluciones concretas a problemas del sector productivo, de servicios o sociales; así como actualizarse por sí mismos y mantenerse activos en el mundo laboral.

Tabla 1. Mínimos esperados en investigación por nivel de formación en los programas asociados a Industrial. Fuente: Fundación para la Educación Superior San Mateo [32]

CICLO	Técnico	Tecnólogo	Universitario
	Investigación aplicada		
Competencias de investigación	Explorar y documentar la implementación de una solución, desde el alcance de su nivel de formación, a un problema encontrado en el ámbito del desarrollo de la práctica empresarial alrededor de los procesos de producción.	Proponer desarrollos que involucren la optimización de: sistemas de producción, distribución de planta y en la planeación, cálculo, medición y programación del trabajo	Generar e implementar planes de negocio o proponer soluciones en el campo de la Ingeniería Industrial en lo referente al diseño, implementación, seguimiento y control de los sistemas productivos que permitan, por medio de la interrelación con los avances tecnológicos, dar valor agregado a los productos y servicios, con sentido de autosostenibilidad y respecto al medio ambiente.
Habilidades investigativas específicas	Innovación		
	Ser capaz identificar algún problema de conocimiento específicos de su área de desempeño y proponer una alternativa de solución.	Ser capaz identificar algún problema de conocimiento específicos de su área de desempeño y proponer una alternativa de solución en las que a menudo, se requiere el control y la provisión de orientación a otras personas.	Estar en la capacidad de ofrecer una solución innovadora en los campos de la Ingeniería Industrial.



Figura 2. Mínimos esperados en investigación por nivel de formación

A pesar de que los proyectos de investigación de programas asociados a Ingeniería Industrial son ejecutados, fundamentalmente por estudiantes y profesores investigadores, la formación en competencias de investigación-acción se realizan en varios espacios del programa. Estos espacios se presentan en detalle a continuación.

Espacios para el desarrollo la investigación en las universidades

La articulación entre los espacios curriculares y extracurriculares en un programa académico es fundamental para el desarrolla de las habi-

lidades investigativas, innovadoras y de creación en los estudiantes de ingeniería [33]. Para ello se deban trazar estrategias que articulen todos los espacios de investigación de un programa, alrededor de las líneas y áreas de investigación definidas en el mismo. La figura 3 muestra un ejemplo de cómo se pudieran articular estos espacios para la generación de productos de investigación, tanto de investigación aplicada, innovación o investigación básica.

[52]

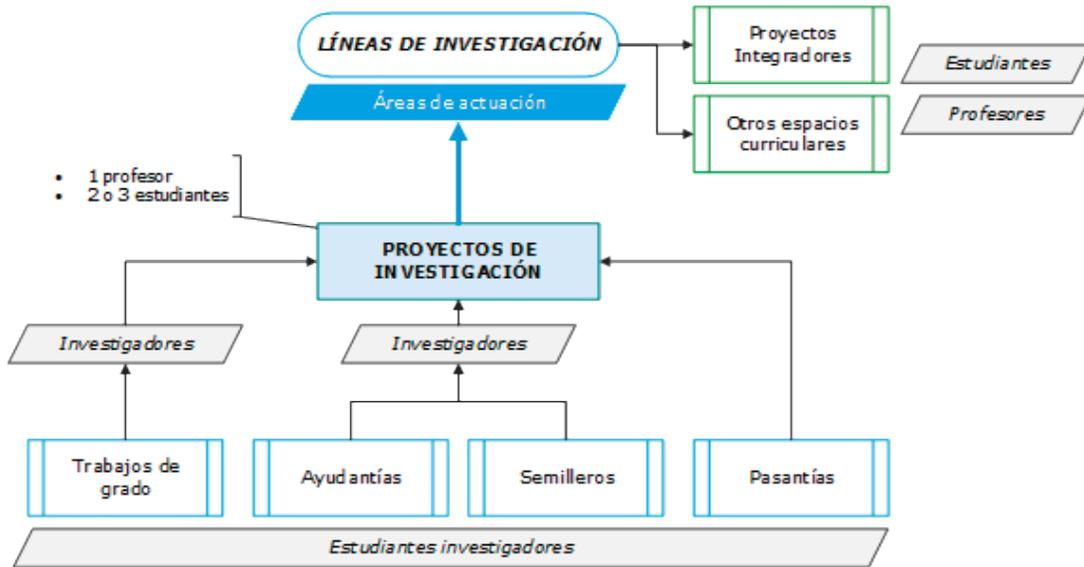


Figura 3. Relación de actividades de investigación curricular y extracurricular en un programa de ingeniería. Fuente: elaboración propia

En el caso de los Proyectos Integradores, permite que todo los estudiantes y profesores participen y aporten a los resultados de investigación del programa; mientras que el resto de las acciones son

ejecutadas por los investigadores del programa y los estudiantes que realizan actividades de investigación extracurricular. Generalmente se desarrollan proyectos de investigación donde participa un investigador y de uno a tres estudiantes.

Espacios curriculares

Dentro de las mallas curriculares deben existir varias materias que directamente contribuyan a la formación de las habilidades investigativas, estas constituyen el componente de formación investigativa [34]. En el mismo el estudiante fortalecerá competencias en el área de la investigación, orientada hacia la formulación y desarrollo de un proyecto de fin de carrera [35].

En los programas de formación por ciclos propedéuticos, se sugiere la existencia de materias relacionadas con la metodología de la investigación en cada uno de los ciclos. La figura 2 muestra un ejemplo de la formación en investigación en los programas articulados por ciclos propedéuticos de Ingeniería Industrial en [32]. En el nivel de Técnica en Profesional en Operación de Procesos de Producción: en primer semestre, metodología del estudio; en tercer semestre, metodología de la investigación; en cuarto semestre, opción de grado del correspondiente ciclo. En el caso del programa Tecnología en Gestión de la Producción y Calidad se trabaja en las materias siguientes: sexto semestre, metodología de la investigación aplicada y en séptimo semestre la correspondiente opción de grado del ciclo. En el caso del ciclo de Ingeniería Industrial se desarrollan los seminarios de investigación en el octavo semestre y la opción de grado del ciclo en el décimo.

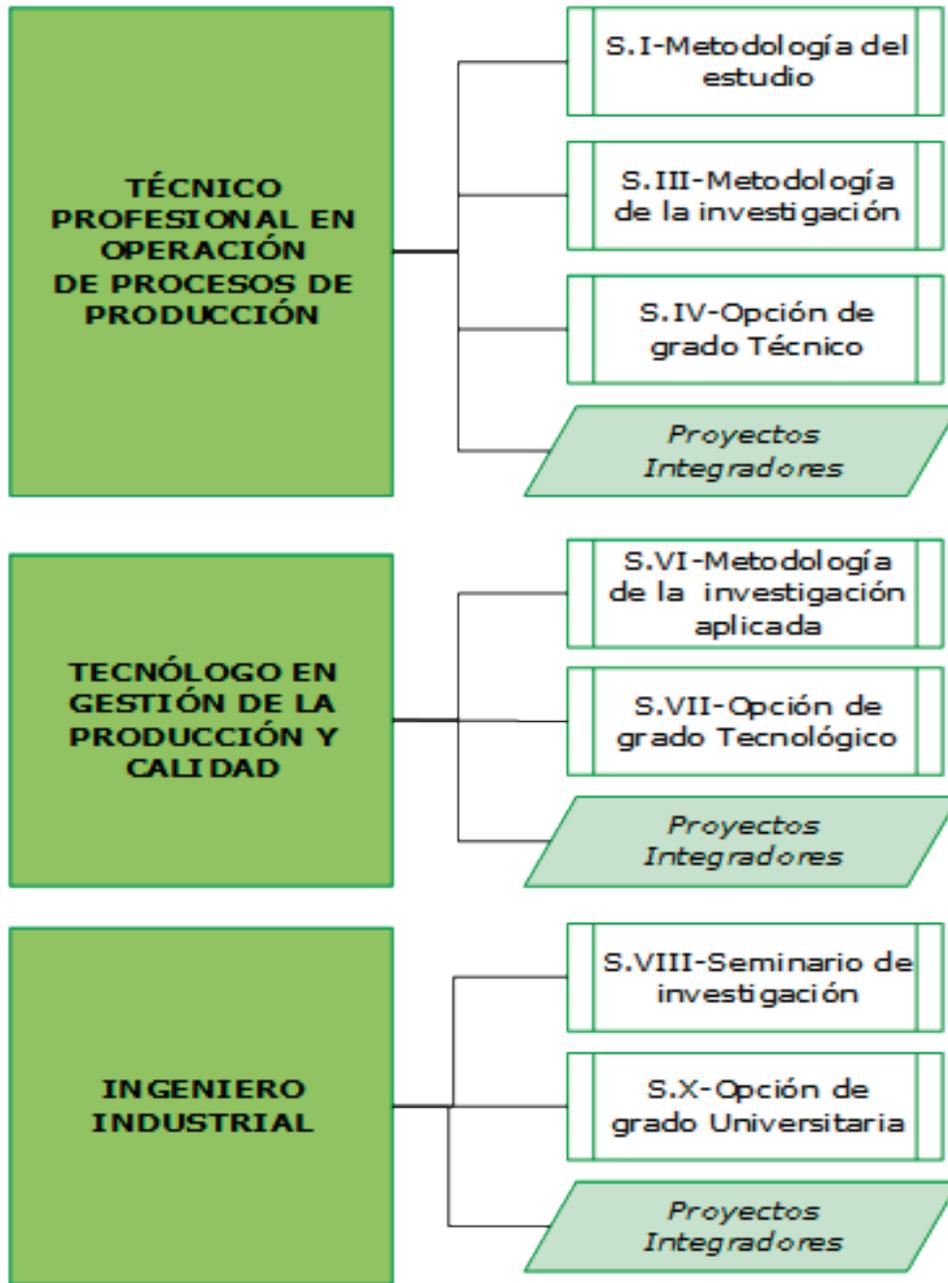


Figura 4. Espacios curriculares para la formación en investigación-acción de los programas asociados a Industrial de la FUS. Fuente: [32]

Por otra parte, el resto de las materias contribuyen, en mayor o menor medida, a la generación de habilidades de investigación. Muchas de ellas emplean tareas investigativas y talleres como forma de acercar a los estudiantes a la realidad empresarial del país, donde tienen que conocer el contexto e indagar sobre las mejores soluciones para los casos estudiados [36].

El desarrollo de laboratorios en diferentes materias, fomenta las habilidades de investigación desde la pregunta, curiosidad y comprobación de resultados. El método de desarrollo de experimentos es uno de las bases de la investigación, por lo que la familiarización de los estudiantes con el mismo, fortalece este tipo de competencias.

Proyecto Integrador (PI)

Durante todos los semestres se recomienda desarrollar proyectos integradores, como expresión de la forma de Enseñanza Basada en Proyectos (PBL, *por sus siglas en inglés; Project Based Learning*). Esta metodología permite que el estudiante pruebe sus ideas de forma semiautónoma, al tiempo que despliega sus competencias innovadoras [37]. Estos proyectos tienen como objetivo fundamental fortalecer las competencias propias del programa que se han trabajada en cada materia individualmente, a vez que refuerza las habilidades innovadoras, de trabajo en equipo y de investigación aplicada de los estudiantes [38].

Desde el punto de vista metodológico los proyectos integradores articulan diferentes saberes en un solo proceso investigativo, desde la perspectiva de estudiantes y docentes. Se generan a partir de una ma-

teria eje en cada semestre, a lo que se suman las materias complementarias. Este constituye una dimensión entre asignaturas obligatorias y transversales del plan de estudio, con el fin de desarrollar las competencias investigativas para los estudiantes en formación [39].

El desarrollo de los proyectos integradores comprenden encuentros académicos y socialización de los resultados a lo largo del semestre. Cada equipo de estudiantes trabaja conjuntamente con los profesores del semestre, en completar su propuesta cumpliendo con los requerimientos integrales del proyecto [32]. Adicionalmente, los estudiantes pueden trabajar en los semilleros para cumplimentar o profundizar sus propuestas en los proyectos integradores, lo que supone un apoyo extra en el desarrollo de habilidades investigativas, innovadoras y creativas.

[56]

Espacios extracurriculares

Los espacios extracurriculares de investigación contribuyen al fortalecimiento de la inteligencia investigativa, entendida como un saber consciente generado por rutinas cognitivas que sistematizan las ideas para construir el conocimiento. En consecuencia, el enfoque integrador de la investigación estudiantil curricular y extracurricular permite construir una inteligencia investigativa, en términos de capacidad para desarrollar el trabajo científico y valores ciudadanos [40].

Semilleros de investigación

Los semilleros de investigación son un colectivo donde los estudiantes profundizan sus habilidades investigativas y de generación

de productos de investigación [41]; son el colectivo de estudiantes investigadores del programa académico. Los profesores juegan un papel primordial al capacitar y acompañar a los estudiantes en el descubrimiento de los temas más novedosos en el la línea de investigación del semillero y en los contenidos propios de la investigación aplicada. Los semilleros deben contribuir a los resultados de los proyectos de investigación del programa, de forma directa o indirecta; a partir de la formación de habilidades necesarias para luego realizar opciones de grado de investigación de calidad [8].

Ayudantías

En estos espacios los estudiantes obtienen una formación adicional, pues están se vinculados a proyectos de investigación del orden institucional y bajo la responsabilidad de docentes investigadores. El problema a resolver es planteado por el profesor, el que asigna tareas de investigación a los estudiantes en correspondencia con el ciclo de formación en que se encuentran [42].

[57]

Pasantías

La pasantía de investigación se desarrolla de forma semiautónoma por el estudiante en un entorno laboral real, donde debe resolver una problemática planteada por el empresario. Esta permite al estudiante poner en práctica los conocimientos adquiridos hasta el momento, al tiempo que absorbe la experiencia de los trabajadores que lo rodean e indaga sobre los conocimientos necesarios para resolver el problema asignado [43].

Trabajos de grado

Es aquella opción de fin de carrera en la cual el estudiante presenta una propuesta de investigación desde su área disciplinar. La misma se desarrolla bajo el acompañamiento y direccionamiento de un tutor disciplinar con la asistencia desde la parte metodológica del área de investigación [44].

Aportes a la sociedad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible desde el programa de Ingeniería Industrial

Los tres programas por ciclos asociados a la Ingeniería Industrial realizan sus procesos de investigación formal a través líneas y áreas de investigación. Sin embargo, cada programa tiene algunas líneas donde concentran al mayor número de sus proyectos en correspondencia con las materias y habilidades formadas en cada ciclo. Seguidamente se presentan las principales líneas de investigación que se trabajan en la Fundación Universitaria San Mateo en los programas relacionados con Ingeniería Industrial.

- Ingeniería proto - investigativa aplicada y simulada: La línea de investigación propone como estrategia ampliada la generación, formulación, desarrollo y presentación de iniciativas investigativas. La investigación se realizará y consolidará desde las tecnologías de innovación y producción de artefactos, software y aplicaciones, equipos y modelos robóticos y/o automatizados

[45]. Lo anterior aplicado como propuesta para la evolución y productividad de diferentes sectores sociales, industriales y educativos. Tiene como objetivo desarrollar propuestas investigativas en diversos campos aplicados de la ingeniería que integren conceptos metodológicos y prácticos donde se evidencie la producción de resultados proto-investigativos traducidos en artefactos, software, aplicaciones, equipos, modelos robóticos y automatizados y simulados.

- Desarrollo sostenible y ambiental desde la ingeniería: esta línea propone como estrategia general el desarrollo de proyectos con aplicaciones y soluciones medioambientales que ofrezcan desarrollos ingenieriles sostenibles ambiental y socialmente. Estos proyectos pueden ser formulados, desarrollados y aplicados en medios rurales o urbanos. Las iniciativas fundamentadas bajo esta línea de investigación se realizan pensando en los beneficios sociales y ambientales que surgen desde diversos campos ingenieriles bajo conocimientos y técnicas propias disciplinares que den sus aportes a la resolución o mitigación de problemas que afectan los medios naturales de las sociedades humanas [46]. Tiene como objetivo desarrollar proyectos de investigación científica en el ámbito del avance de la sustentabilidad en la relación del medio ambiente – humanidad a través de las técnicas de ingeniería teóricas y prácticas para la transferencia de conocimiento experimentales.

- Innovación tecnológica, social y educativa desde la ingeniería: propone la generación propuesta investigativas sociales, educativas y tecnológicas encaminadas a desarrollar posibles soluciones haciendo uso de herramientas ingenieriles. Las perspectivas de estas propuestas deben ser entendidas como implementaciones de nuevos modelos, diseños, productos, servicios o procedimientos vistos como aplicaciones exitosas, impactando aspectos tecnológicos, sociales y educativos.

Las propuestas investigativas generadas desde la línea de investigación buscarán posibles soluciones innovadoras en el ámbito social, tecnológico o educativo. Las nuevas ideas deben satisfacer las necesidades sociales y crear nuevas relaciones de colaboración [47]. Desde la innovación tecnológica la generación de ideas debe ser vista como la satisfacción de las necesidades del ser humano, el progreso social y económico de los pueblos y el medio ambiente e industrial desarrollados bajo conocimientos técnicos y científicos [48]. Respecto a las innovaciones educativas, las propuestas deben estar encaminadas en la implementación y generación de herramientas de tecnología, información y las comunicaciones, las cuales han permitido generar competencias innovadoras entre la población educativa [49]. Entonces, esta línea tiene como propósito el desarrollo de proyectos de investigación científica en el ámbito de la innovación tecnológica, social y educativa teniendo en cuenta como métodos de solución las herramientas ingenieriles.

La figura 5 describen la relación entre las líneas, antes mencionadas, y áreas de investigación de los programas asociados a Industrial en la Fundación Universitaria San Mateo [50].



[61]

Figura 5. Relación de líneas y áreas de investigación de Ingeniería Industrial y los programas asociados en la Fundación Universitaria San Mateo. Fuente: elaboración propia a partir de [50].

La tabla 2 describe el contenido de cada una de las áreas de aplicación de las investigaciones de Ingeniería Industrial y sus programas relacionados.

ÁREA	DESCRIPCIÓN
Seguridad e higiene industrial	La seguridad industrial e higiene industrial, son dos áreas complementarias, pero se debe establecer diferencias entre ellas. La seguridad industrial se encarga de estudiar accidentes de trabajo estableciendo actos y condiciones inseguras, a partir de conocimientos técnicos que permitan la reducción, control y eliminación de las causas de los accidentes ¹ . Mientras que la higiene industrial se encarga de prevenir las enfermedades laborales derivadas de agentes físicos, químicos y biológicos, con el propósito aplicar conocimientos en la gestión del riesgo ² . Por lo tanto, para esta área de investigación se estudiarán ambientes laborales desde una visión higienista y de seguridad industrial.
Ergonomía	La ergonomía destaca tres elementos como área de investigación: estudiar a las personas con su interacción con el medio, análisis de la actividad humana en sus diversas vertientes para mejorar la salud, eficacia, eficiencia, etc. y visión prevencionista ³ , por lo tanto, la ergonomía presenta un amplio espectro de investigación.
Sistemas de Gestión	Los sistemas de gestión evalúan constantemente a las organizaciones desde sus planes estratégicos, de esta forma se hace necesario aplicar competencias de investigación desde el pensamiento sistémico, gestión del cambio, pensamiento basado en riesgos y planes mejora articulando diagnóstico, diseño, implementación y seguimiento de los sistemas de gestión.
Innovación y nuevas tecnologías	La innovación es la generación de nuevas ideas que satisfacen necesidades sociales y crean nuevas relaciones de colaboración ⁴ , de esta forma es la formulación y ejecución de proyectos de investigación empleando nuevas tecnologías desde las diferentes áreas específicas de la seguridad y salud para el trabajo.

[62]

-
1. Puede ampliar más en Zarazúa Vilchis, J. L. (2014). Seguridad Industrial: Concepto y resignificaciones prácticas. Gestión y Estrategia, 91-108.
 2. Puede ampliar más en Baraza, X. C. (2016). Higiene industrial. Editorial UO.
 3. Puede ampliar más en lvarez, F. J. (2009). Ergonomía y psicología aplicada: manual para la formación del especialista. Lex Nova.
 4. Puede ampliar más en Murray, R. C.-G. (2010). The open book of social innovation. The young foundation.

Procesos de Formación – Educación	Las organizaciones deben generar ambientes de formación, para propiciar valores de autocuidado y cultura de la prevención haciendo uso de estrategias educativas. Los procesos investigativos permitirán la creación de estrategias educativas inmersas desde las concepciones de la seguridad y salud para el trabajo para la formación del trabajador.
Producción y Logística	Procesos de producción y logísticos debe ser contemplados desde los sistemas productivos desde diferentes etapas de diseño, implementación, control y seguimiento, interrelacionando la tecnología, autosostenibilidad y responsabilidad ambiental. Teniendo en cuenta el concepto de “cadena de suministros que planea, implementa y controla la eficiencia y efectividad del flujo, flujo de retorno y almacenamiento de bienes y servicios, y la información relacionada, entre el punto de origen y el punto de consumo, con el propósito de satisfacer los requerimientos del consumidor” ⁵
Gestión de Operaciones	Formulación y modelado de problemas de optimización y decisión, conocerán las diferentes alternativas de modelado y las técnicas existentes para resolver modelos de investigación operativa.

*Fuente: Documento maestro del grupo de investigación DIySST
2016-2019*

[63]

Aporte a los Objetivos de Desarrollo Sostenible por parte de los programas asociados a Ingeniería Industrial

Un foco general en todas las líneas y áreas de investigación del programa está en el aporte al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo⁶. De forma general el programa trabajo con los 17 objetivos, aunque existen

-
5. Puede ampliar más en Cárdenas Aguirre, D. M. (2007). Logística de operaciones: Integrando las decisiones estratégicas para la competitividad. Ingeniería Industrial, 34-41.
 6. Puede ampliar en PNUD. (2012). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

algunos que de forma directa se ven reflejados en las líneas y áreas de investigación. La tabla 3 ejemplifica la contribución directa a algunas metas de los ODS, que se persigue con el desarrollo de las líneas y áreas de investigación de los programas asociados a Industrial.

Tabla 3. Relación entre los ODS y las líneas y áreas de investigación de los programas asociados a Industrial

Línea / área investigación	ODS	Ejemplo de metas a las que se contribuyen
Línea_ Ingeniería proto - investigativa aplicada y simulada	Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura	9.4: modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales...
Línea_ Desarrollo sostenible y ambiental desde la ingeniería	Objetivo 4: Educación de calidad	4.7: asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible...
	Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles	11.8: Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales...
	Objetivo 12: Producción y consumo responsable	12.5: reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización...
Línea_ Innovación tecnológica, social y educativa desde la ingeniería	Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura	9.7: Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo...

Área_ Sistemas de Gestión	Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento	6.5: implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles...
	Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico	8.2: Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra
	Objetivo 12: Producción y consumo responsable	12.6: Alentar a las empresas, en especial las grandes empresas y las empresas transnacionales, a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes
Área_ Innovación y nuevas tecnologías	Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico	8.3: ...que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas...
	Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura	9.5: Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación... 9.8: Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones...
Área_ Procesos de Formación – Educación	Objetivo 4: Educación de calidad	4.4: aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.
	Objetivo 13: Acción por el clima	13.3: Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático...

<p>Área_ Producción y Logística</p>	<p>Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura</p>	<p>9.1: Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano ...</p> <p>9.4: modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales...</p>
-------------------------------------	--	---

Fuente: Documento maestro del grupo de investigación DIySST 2016-2019

Conclusiones

[66]

A manera de síntesis, se debe tener en cuenta que una vez se hace la revisión de la literatura existente, la elaboración del estado del arte y se ha afinado el planteamiento del problema, considerando los alcances inicial y final del proyecto, se establece el nivel de profundidad de la investigación, escogiendo el tipo de estudio a realizar: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. Ningún tipo de estudio es superior a los demás, todos son significativos y valiosos, el nivel escogido estriba en el grado de desarrollo del conocimiento respecto al tema sobre el cual se va a llevar a cabo la investigación y los objetivos planteados.

Los proyectos que para este fin se desarrollen, deben alcanzar la adecuada correspondencia entre las necesidades económicas, sociales y ambientales, con los más modernos avances y tecnologías en el área de acción del programa.

Referencias

- [1] H. M. R. Betancur, "Docencia y formación científica universitaria," *Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación*, vol. 4, no. 7, pp. 121-136, 2011.
- [2] B. Restrepo Gómez, "Investigación de aula: formas y actores," vol. 21, no. 53, 2009/// 2009.
- [3] D. N. Ospina Rúa, "Caracterización de la producción científica y visibilidad de los investigadores de la universidad nacional de Colombia sede Medellín en la isi web of science (1990-2007)," *Ingeniería Administrativa*, 2009.
- [4] M. A. West, *Effective teamwork: Practical lessons from organizational research*. John Wiley & Sons, 2012.
- [5] C. H. Becker Jr, "Student values and research: Are Millennials really changing the future of reference and research?," *Journal of Library Administration*, vol. 52, no. 6-7, pp. 474-497, 2012.
- [6] C. Ruíz Bolívar and V. Torres Pacheco, "La enseñanza de la investigación en la universidad: el caso de una universidad pública venezolana," *Investigación y Postgrado*, vol. 20, no. 2, pp. 13-34, 2005.
- [7] L. A. E. Villamizar, W. M. R. Contreras, and M. d. P. S. Delgado, "Modelo de investigación en gestión de proyectos para la investigación en ingeniería," *Revista Escuela de Administración de Negocios*, no. 74, pp. 54-71, 2013.

- [8] C. J. S. Cantor, A. I. M. Sánchez, C. A. Figueroa, Y. L. R. Mesa, and A. H. P. Guerrero, "Semilleros de investigación: desarrollos y desafíos para la formación en pregrado," *Educación y educadores*, vol. 18, no. 3, p. 3, 2015.
- [9] J. M. Miyahira Arakaki, "La investigación formativa y la formación para la investigación en el pregrado," *Revista médica here-diana*, vol. 20, no. 3, pp. 119-122, 2009.
- [10] B. Galand, M. Frenay, and B. Raucant, "Effectiveness of problem-based learning in engineering education: a comparative study on three levels of knowledge structure," *International Journal of Engineering Education*, vol. 28, no. 4, p. 939, 2012.
- [11] T. A. Viteri Briones and S. Vázquez Cedeño, "Formación de habilidades de investigación formativa en los estudiantes de la carrera de ingeniería comercial de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad de Guayaquil," *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 8, no. 1, pp. 36-44, 2016.
- [12] Y. Arce-Villavicencio and Y. Angulo-Bazán, "¿ Qué investigan los estudiantes? Experiencias obtenidas en la Revista CIMEL (2001-2007)," *CIMEL Ciencia e Investigación Médica Estudiantil Latinoamericana*, vol. 13, no. 1, pp. 4-5, 2008.
- [13] Y. Roque Herrera, N. Blanco Balbeito, A. D. R. Criollo Criollo, Y. Ugarte Martínez, and Y. Reyes Orama, "Experiencias de una estrategia pedagógica para desarrollar habilidades investigativas en estudiantes de Medicina," *Edumecentro*, vol. 4, no. 1, pp. 65-73, 2012.

- [14] A. B. RODRÍGUEZ, RAMÍREZ, L.J., "Aprender haciendo-Investigar reflexionando: Caso de estudio paralelo en Colombia y Chile," *Revista Academia y Virtualidad*, vol. 7, no. 2, pp. 53-63, 2014.
- [15] R. Hernández Barbosa, C. Patricia Orjuela, J. Cabrera Paz, and L. M. Cabrera González, "Sistematización trabajos de grado: propuesta investigativa para la reconstrucción de rutas de conocimiento," *Actualidades investigativas en Educación*, vol. 15, no. 2, pp. 308-329, 2015.
- [16] E. Boscán and L. P. de Homes, "Flexibilidad laboral en el trabajo investigativo: auxiliares de investigación," *Contaduría y Administración*, no. 219, pp. 43-58, 2006.
- [17] G. A. Carreto Arámburo and M. P. Ibarra Olguín, "Utilización del portafolio como un instrumento de evaluación formativa en el nivel superior," 2009.
- [18] S. Tobón, "El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos," *Acción pedagógica*, vol. 16, no. 1, pp. 14-28, 2007.
- [19] G. Cáceres Castellanos, "La importancia de publicar los resultados de Investigación," *Revista Facultad de Ingeniería*, vol. 23, no. 37, pp. 7-8, 2014.
- [20] H. A. R. Jas-Sarmiento, "El impacto de la Investigación Científica en Ingeniería," *Revista Facultad de Ingeniería*, vol. 24, no. 39, pp. 7-9, 2015.

- [21] D. J. Greenwood, "12. Theoretical Research, Applied Research, and Action Research," *Engaging contradictions: Theory, politics, and methods of activist scholarship*, vol. 6, p. 319, 2008.
- [22] *Acuerdo 09/2006*, COLCIENCIAS, 2006.
- [23] *ACUERDO No 21/2012. ESTATUTO DE INVESTIGACIONES.*, F. p. l. E. S. S. Mateo., 2012.
- [24] Z. R. V. Cordero, "La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica," *Revista educación*, vol. 33, no. 1, pp. 155-165, 2009.
- [25] L. H. Fabila Castillo, "Diez años de apoyo a la Investigación Científica Básica por el CONACYT," *Perfiles latinoamericanos*, vol. 22, no. 43, pp. 55-76, 2014.
- [26] J. Abreu, "Hipótesis, método & diseño de investigación (hypothesis, method & research design)," *Daena: International Journal of Good Conscience*, vol. 7, no. 2, pp. 187-197, 2012.
- [27] R. A. Stebbins, *Exploratory research in the social sciences*. Sage, 2001.
- [28] C. K. Waters, "The nature and context of exploratory experimentation: An introduction to three case studies of exploratory research," *History and Philosophy of the Life Sciences*, pp. 275-284, 2007.
- [29] R. Hernández-Sampieri and C. P. M. Torres, *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Interamericana México, 2014.

- [30] *POLÍTICA PÚBLICA SOBRE EDUCACIÓN SUPERIOR POR CICLOS SECUENCIALES Y COMPLEMENTARIOS (PROPEDÉUTICOS)*, 2010.
- [31] A. Ahern, T. O'Connor, G. McRuairc, M. McNamara, and D. O'Donnell, "Critical thinking in the university curriculum—the impact on engineering education," *European Journal of Engineering Education*, vol. 37, no. 2, pp. 125-132, 2012.
- [32] *DOCUMENTO MAESTRO PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL*, F. P. L. E. S. S. MATEO, 2013.
- [33] G. L. Herrera Miranda, "Concepción pedagógica del proceso de formación de habilidades investigativas," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 18, no. 4, pp. 639-652, 2014.
- [34] M. J. R. Hurtado, R. V. Baños, and V. B. Silvente, "La investigación formativa como metodología de aprendizaje en la mejora de competencias transversales," *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 196, pp. 177-182, 2015.
- [35] A. J. D. Caballero, M. C. C. Lorduy, and R. L. B. Verbel, "La interacción entre el currículo y la investigación," *Duazary*, vol. 4, no. 1, pp. 52-59, 2007.
- [36] M. M. Miguélez, "La investigación-acción en el aula," *Agenda académica*, vol. 7, no. 1, p. 27, 2000.
- [37] S. Bell, "Project-based learning for the 21st century: Skills for the future," *The clearing house*, vol. 83, no. 2, pp. 39-43, 2010.

- [38] A. Kolmos, "Problem-based and project-based learning," in *University science and mathematics education in transition*: Springer, 2009, pp. 261-280.
- [39] A. C. Alves, D. Mesquita, F. Moreira, and S. Fernandes, "Teamwork in Project-Based Learning: engineering students' perceptions of strengths and weaknesses," 2012.
- [40] L. M. Reyes, J. Aular de Durán, J. Palencia Piña, and D. Muñoz Cabas, "Una visión integradora de la investigación estudiantil en pregrado," *Revista de Ciencias Sociales*, vol. 16, no. 2, pp. 250-259, 2010.
- [41] J. Quintero-Corzo, A. M. Molina, and F. I. Munévar-Quintero, "Semilleros de investigación: una estrategia para la formación de investigadores," 2008.
- [42] M. G. Di Franco, S. E. Siderac, and N. B. Di Franco, "Las ayudas como reflexión del curriculum real," 2011.
- [43] E. L. Sánchez Jiménez, "evaluación del sistema de pasantías pre-profesionales de los estudiantes del octavo semestre de la carrera de Ingeniería Comercial para cumplir con los objetivos de su formación," Universidad de Guayaquil. Unidad de Post-Grado Investigación y Desarrollo ..., 2013.
- [44] A. Martínez and F. Ríos, "Los conceptos de conocimiento, epistemología y paradigma, como base diferencial en la orientación metodológica del trabajo de grado," *Cinta de Moebio. Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, no. 25, 2006.

- [45] C. C. Cely, H. B. Mora, and J. A. Romero, "Artefactos: resultado de investigación en diseño," *Iconofacto*, vol. 11, no. 17, pp. 30-52, 2015.
- [46] G. Ezquerra Quintana, J. E. Gil Mateos, and F. Márquez Sánchez, "Educación para el desarrollo sostenible, su dimensión ambiental.: Una visión desde y para las universidades en América," *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, vol. 4, no. 3, pp. 72-81, 2016.
- [47] R. Murray, J. Caulier-Grice, and G. Mulgan, *The open book of social innovation*. Nesta London, 2010.
- [48] J. Stewart and S. Hyysalo, "Intermediaries, users and social learning in technological innovation," *International Journal of Innovation Management*, vol. 12, no. 03, pp. 295-325, 2008.
- [49] MEN, "La Innovación Educativa en Colombia: Buenas Prácticas para la Innovación y las TIC en Educación," ed, 2016.
- [50] *Documento maestro líneas de investigación programas de ingeniería en seguridad y salud para el trabajo e ingeniería industrial*, 2016.