

Definición de las guías instruccionales para la asignatura Trabajo de Grado I del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander.

Jean Carlos Palencia Molina y María Fernanda Pinzón Sánchez

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero Industrial

Directora

Piedad Arenas Díaz

M. Sc. Política y Gestión de la ciencia y tecnología

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico - mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2020

**Tabla de Contenido**

Introducción ..... 11

1. Planteamiento del Problema ..... 13

2. Objetivos ..... 16

2.1 Objetivo General ..... 16

2.2 Objetivos Específicos ..... 16

2.3 Cumplimiento de Objetivos ..... 17

3. Marco de Referencia ..... 18

3.1 Marco de Antecedentes ..... 18

3.2 Marco Conceptual ..... 20

3.2.1 La información en las organizaciones. .... 20

3.2.2 Flujo de información ..... 22

3.2.3 Generalidades de los proyectos y su aplicación en la academia. .... 23

3.2.4 Competencias en la elaboración de proyectos en ingeniería. .... 28

3.2.5 Diseños Instruccionales. .... 31

4. Desarrollo Metodológico ..... 39

5. Prácticas identificadas mediante Benchmarking ..... 45

5.1 Análisis comparativo de universidades de referencia nacionales. .... 46

5.2 Análisis de prácticas de universidades de referencia internacionales. .... 52

5.2.1 Universidad de Princeton. .... 52

5.2.2 Universidad de California, Berkeley. .... 53

5.2.3 Universidad de Illinois. .... 53

5.2.4 Universidad de Washington. .... 54

5.2.5 Universidad de Deakin. ....	57
5.2.6 Universidad Autónoma de México.....	58
5.2.7 Universidad Pontificia Católica de Chile. ....	59
6. Análisis Situacional .....	61
6.1 Evolución de las modalidades.....	61
6.2 Trazabilidad de tiempos de Proyectos de Grado. ....	64
6.3 Estudio de causas de reprocesos. ....	69
6.4 Percepciones de los directores y codirectores de proyectos. ....	73
6.5 Competencias de la asignatura Trabajo de Grado I.....	75
7. Guías Instruccionales para Trabajo de Grado I .....	79
7.1 Guía Preliminar.....	80
7.1.1 Generalidades del Trabajo de Grado .....	80
7.1.2 Modalidades del Trabajo de Grado .....	80
7.1.3 Generación de la idea .....	81
7.2 Guía instruccional por modalidad para estudiantes .....	81
7.2.1 Propósito de Trabajo de Grado I - Modalidad.....	81
7.2.2 Criterios de evaluación de Trabajo de Grado I.....	82
7.2.3 Contenido para la formulación del Plan de Proyecto .....	82
7.3 Guía instruccional por modalidad para profesores .....	83
7.3.1 Propósito de Trabajo de Grado I - Modalidad.....	83
7.3.2 Criterios de evaluación de Trabajo de Grado I.....	83
7.3.3 Contenido para la formulación del Plan de Proyecto .....	83
7.3.4 Consideraciones de la modalidad .....	84

8. Validación y Socialización de los resultados.....	84
8.1 Validación por Comité de Trabajos de Grado y profesores EEIE.....	84
8.2 Socialización con estudiantes de Trabajo de Grado II.....	85
9. Conclusiones.....	87
10. Recomendaciones .....	90
Referencias Bibliográficas .....	92

**Lista de Tablas**

**Tabla 1.** Cumplimiento de Objetivos ..... 17

**Tabla 2.** Características básicas de la información valiosa. .... 21

**Tabla 3.** Puntos en la formulación de un proyecto. .... 27

**Tabla 4.** Recopilación de rubros en matrices de evaluación de universidades de referencia.. 27

**Tabla 5.** Competencias ABET y Saber Pro ..... 30

**Tabla 6.** Metodología del proyecto. .... 39

**Tabla 7.** Relación de Universidades Nacionales e Internacionales consultadas. .... 45

**Tabla 8.** Contenido académico asignatura Proyecto de Grado I- ICESI. .... 47

**Tabla 9.** Metodología Proyecto de Grado I ICESI. .... 48

**Tabla 10.** Estructura de Trabajo de Grado en la Universidad de Deakin. .... 58

**Tabla 11.** Duración Ficha-Plan y Plan-Libro ..... 65

**Tabla 12.** Categorización de razones para fichas rechazadas..... 70

**Tabla 13.** Categorización de razones para fichas aplazadas..... 71

**Tabla 14.** Categorización de razones para planes aplazados..... 72

**Tabla 15.** Resultados de aprendizaje en Trabajo de Grado I y II. .... 76

**Lista de Figuras**

**Figura 1.** Representación de Flujo de la Información en un Sistema. .... 23

**Figura 2.** Representación del ciclo de vida de los proyectos. .... 24

**Figura 3.** Habilidades definidas por el Foro Económico Mundial. .... 30

**Figura 4.** Modelo Gagné y Briggs. .... 34

**Figura 5.** Modelo ASSURE. .... 35

**Figura 6.** Modelo de Dick y Carey. .... 36

**Figura 7.** Modelo Jonassen. .... 38

**Figura 8.** Modelo ADDIE. .... 38

**Figura 9.** Fases del proyecto de grado. .... 40

**Figura 10.** Evolución de las modalidades 2014-2019. .... 62

**Figura 11.** Comportamiento de datos Duración Ficha-Plan. .... 65

**Figura 12.** Comportamiento de datos Duración Ficha-Plan. .... 66

**Figura 13.** Gráfica de probabilidad de Duración Ficha-Plan. .... 67

**Figura 14.** Gráfica de probabilidad de Duración Plan-Libro. .... 67

**Figura 15.** Consolidado solicitudes de Trazabilidad de Proyectos. .... 68

**Figura 16.** Matriz de Competencias Trabajo de Grado I. .... 77

**Figura 17.** Versión Final de las Competencias. .... 78

**Figura 18.** Estructura de las guías instruccionales .... 79

**Figura 19.** Evidencia reunión estudiantes Trabajo de Grado II. .... 86

**Lista de Apéndices**

<b>Apéndice A.</b> Universidades Nacionales .....	46
<b>Apéndice B.</b> Programa Proyecto de Grado II - ICESI .....	49
<b>Apéndice C.</b> Programa Proyecto de Grado I - Andes. ....	50
<b>Apéndice D.</b> Práctica Académica Universidad de Antioquia. ....	50
<b>Apéndice E.</b> Opciones de Titulación UNAM .....	59
<b>Apéndice F.</b> Evolución de las modalidades. ....	61
<b>Apéndice G.</b> Trazabilidad de proyectos. ....	64
<b>Apéndice H.</b> Fichas y Planes Aplazados y Rechazadas 2015-2019 .....	69
<b>Apéndice I.</b> Resultados encuesta.....	73
<b>Apéndice J.</b> Competencias de Universidades Nacionales .....	77
<b>Apéndice K.</b> Guía Estudiantes Preliminar .....	79
<b>Apéndice L.</b> Guía Estudiantes Trabajo de Investigación. ....	79
<b>Apéndice M.</b> Guía Estudiantes Pasantía de Investigación.....	79
<b>Apéndice N.</b> Guía Estudiantes Seminario de Investigación.....	79
<b>Apéndice Ñ.</b> Guía Estudiantes Práctica en Docencia.....	79
<b>Apéndice O.</b> Guía Estudiantes Práctica Social .....	79
<b>Apéndice P.</b> Guía Estudiantes Práctica Empresarial.....	79
<b>Apéndice Q.</b> Guía Estudiantes Práctica Creación de Empresas.....	79
<b>Apéndice R.</b> Guía Profesores Trabajo de Investigación. ....	79
<b>Apéndice S.</b> Guía Profesores Pasantía de Investigación .....	79
<b>Apéndice T.</b> Guía Profesores Seminario de Investigación. ....	79
<b>Apéndice U.</b> Guía Profesores Práctica en Docencia .....	79

<b>Apéndice V.</b> Guía Profesores Práctica Social. ....	79
<b>Apéndice W.</b> Guía Profesores Práctica Empresarial.....	79
<b>Apéndice X.</b> Guía Profesores Práctica Creación de Empresas. ....	79
<b>Apéndice Y.</b> Plantilla de Presupuesto .....	83
<b>Apéndice Z.</b> Matriz de Observaciones – Profesores enlace.....	84

### Resumen

- Título:** Definición de las guías instruccionales para la asignatura Trabajo de grado I del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander.\*
- Autores:** Jean Carlos Palencia Molina y María Fernanda Pinzón Sánchez. \*\*
- Palabras Clave:** Guía Instruccional, Trabajo de Grado I, Ingeniería Industrial.

### Descripción:

La sobre permanencia es un fenómeno que hace referencia al alto número de períodos académicos que los estudiantes dedican al curso de su carrera universitaria. Este fenómeno prolonga de manera innecesaria el tiempo total de formación del estudiante en la universidad (Acuerdo No. 004 de 2007, UIS), aspecto que se ve reflejado de manera acentuada en últimos niveles donde deben cursar las asignaturas de Trabajo de Grado I y II. En consecuencia, la sobre permanencia afecta de manera directa la calidad de los programas académicos, lo que hace necesaria la implementación de herramientas y/o espacios de apoyo que tengan como finalidad aminorar este fenómeno y, por consiguiente, provocar mejoras en lo que a calidad de programas académicos se refiere.

En el presente trabajo, se propone el diseño de una serie de guías instruccionales, que tienen como propósito apoyar a los estudiantes y profesores del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander en la asignatura Trabajo de Grado I, así como contribuir a la mejora de la calidad del programa de Ingeniería Industrial. El trabajo parte de una revisión bibliográfica y web acerca de las metodologías y herramientas utilizadas en trabajos de grado en universidades de referencia, seguido de la elaboración de un análisis situacional de las competencias aplicadas en el desarrollo de la asignatura Trabajo de Grado I en el programa, con el fin de generar unas guías instruccionales que cumplan el papel de mediaciones pedagógicas para los estudiantes y profesores, que luego de ser sometidas a una validación y socialización, permiten establecer conclusiones y recomendaciones acerca del proyecto realizado.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Directora: Piedad Arenas Díaz, Magíster en Política y Gestión de la ciencia y tecnología.

**Abstract**

**Title:** Definition of the instructional guides for the Undergraduate Project I course of the Industrial University of Santander's Industrial Engineering program\*

**Authors:** Jean Carlos Palencia Molina y María Fernanda Pinzón Sánchez. \*\*

**Key Words:** Instructional guide, Undergraduate Project I, Industrial Engineering

**Description:**

Over permanence is a phenomenon that refers to the high number of academic periods that students dedicate to the study of their university career. This phenomenon unnecessarily extends the student formation total time in the university (2007 Agreement 004, UIS), an aspect that is reflected noticeably in the last levels where they must attend to the Undergraduate Project I and II courses. Consequently, over permanence directly affects the quality of the academic programs, which makes necessary the implementation of tools and/or support spaces that have the goal of mitigating this phenomenon and, therefore, provoking upgrades on the academic programs' quality.

In this project, the design of a series of instructional guides is proposed, which has the end goal of supporting the students and teachers of the UIS School of Industrial and Business Studies in the Undergraduate Project I course, as well as contributing to the improvement of the quality of the Industrial Engineering program. This project starts from a bibliographic and web review about methodologies and tools used in graduation projects in reference universities, followed by the making of a situational analysis of the applied competences in the development of the Undergraduate Project I course in the program, with the purpose of generating instructional guides that will fulfill the role of pedagogical mediations for students and teachers, that after been subjected to a validation and socialization, allow to establish conclusions and propose recommendations about the done project.

---

\* Undergraduate Project

\*\*Physical-Mechanical Engineering Faculty. School of Industrial and Business Studies. Director: Piedad Arenas Díaz, M. Sc. in Politics and Science & Technology Management.

## **Introducción**

La Universidad Industrial de Santander estipula en su reglamento académico estudiantil de pregrado al Trabajo de Grado como la oportunidad que tiene el estudiante para aplicar sus conocimientos y habilidades adquiridas en su proceso de formación como profesional y con lo cual se espera generar alternativas de solución a problemas o necesidades presentes en su entorno. Desde el Consejo Superior en el acuerdo 004 de 2007, se definieron nueve (9) modalidades para llevar a cabo el proyecto de grado. Además, se establecieron dos asignaturas Trabajo de Grado I y Trabajo de Grado II, dentro de las cuales se espera completar todas las fases de un proyecto de grado en dos semestres académicos.

En el Proyecto Educativo del Programa (PEP) de Ingeniería Industrial se establece el propósito de la elaboración del trabajo de grado como el medio para consolidar en el estudiante su formación integral, el cual le permitirá diagnosticar, acopiar y analizar la información para plantear soluciones a problemas y necesidades específicas, así como formular, ejecutar y evaluar proyectos que le permitan demostrar su capacidad para la toma de decisiones aplicando el Método Científico a todos los procesos de estudio y decisión.

El programa de Ingeniería Industrial cuenta con la opción de ocho (8) modalidades, las cuales son: Práctica Empresarial, Práctica en Creación de Empresas, Práctica Social, Práctica en Docencia, Trabajo de Investigación, Seminario de Investigación, Pasantía de Investigación y Curso en Programas de Maestría o Doctorado. El estudiante elige una de estas modalidades de acuerdo con sus habilidades e intereses personales. En vista de que no es una asignatura regular, con horarios establecidos o actividades en el aula de clase, se propone optar por crear espacios, herramientas o prácticas que le den al estudiante las bases necesarias para iniciar su proyecto de grado y a su vez, apoyar la orientación del director de proyecto.

Con el desarrollo de este proyecto y por medio de la identificación de diferentes situaciones problemáticas como la sobre permanencia, los reprocesos generados a causa de distintas razones en el proceso de elaboración de un proyecto y falencias en la gestión de la información relacionada a aspectos de las asignaturas de Trabajo de Grado por parte de la Escuela de Estudios Industriales, se espera aportar a la mejora de la experiencia de formación asociada al trabajo de grado de un estudiante y por consiguiente, contribuir a la mejora de la calidad del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander.

Para llevar a cabo dicha contribución, se realizó un análisis de prácticas relacionadas a la elaboración de proyectos de grado en universidades de referencia nacionales e internacionales, se identificó la problemática a resolver por medio de un análisis situacional, se definieron las competencias aplicadas en el desarrollo de un proyecto de grado y se diseñaron y validaron las guías instruccionales para la asignatura Trabajo de Grado I.

El presente documento contiene el desarrollo metodológico mediante el cual fue posible dar cumplimiento a los objetivos planteados para el proyecto de grado y los resultados obtenidos a partir del cumplimiento de los mismos.

## 1. Planteamiento del Problema

El programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander forma profesionales integrales que aplican su creatividad y conocimiento de ingeniería para identificar y resolver problemas con propuestas innovadoras que incrementen la competitividad de las organizaciones. Se dedican al análisis, el diseño, la planeación y el control de procesos, bajo un enfoque de optimización considerando los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales (PEP, 2017).

Para lograr lo anterior, se debe fortalecer hasta el último proceso de formación del estudiante que hace referencia a la elaboración y aprobación de su proyecto de grado en una de las diferentes modalidades existentes.

Para la asignatura Trabajo de Grado I, se tiene establecido desarrollar la formulación del proyecto hasta elaborar un Plan de Trabajo de acuerdo con la modalidad seleccionada (Acuerdo No. 004 de 2007), donde lo que se busca es que el estudiante tenga claramente definidos el problema, el alcance, la metodología, la bibliografía básica, los requerimientos de recursos y la disponibilidad de estos últimos para el desarrollo del Trabajo de Grado.

Según el Acuerdo 004/2007 y la información presentada por UIS en cifras para el año 2017, se han mantenido vigentes los problemas en el trabajo de grado referente al alto número de periodos académicos dedicados por los estudiantes para su cumplimiento, lo cual prolonga innecesariamente el tiempo total de formación del estudiante, efecto que se denomina sobre permanencia. La duración promedio de semestres para Ingeniería Industrial desde el año 2014 se ha mantenido en el rango de 10,8 a 11,4 semestres, generando así un promedio de 0,8 a 1,4 semestres de adicionales a los programados en el plan de estudios (UIS en cifras, 2017). Aparentemente, los reprocesos durante el desarrollo del proyecto de grado, deficiencias en la

formulación reflejadas en las cifras de rechazo (45 temas en promedio/año) y de aplazamiento (113 temas en promedio/año) de los últimos 4 años (Alianza Industrial, 2019), desconocimiento de la información disponible, problemas en la gestión de la información interna de la Escuela y poco o inadecuado uso de los espacios de apoyo existentes, son causas que inciden en la sobre permanencia por trabajo de grado.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las autoevaluaciones realizadas para el proceso de acreditación del programa de Ingeniería Industrial y del proyecto de grado denominado “Modelo de ecuaciones estructurales para el estudio de la percepción de los estudiantes de pregrado de ingeniería industrial con el proyecto educativo del programa PEP” (Buitrago, J. Tovar, L., 2017), se identificó la necesidad de fortalecer los aspectos relacionados al proceso de elaboración de proyectos de grado, que es un foco recurrente desde el año 2007 y de esta forma contribuir a mejorar la calidad del programa.

Por otra parte, los profesores tienen un papel fundamental en el desarrollo del proyecto, ya sea cumpliendo en rol de director, codirector, tutor, evaluador o calificador. A 2019, de los 170 proyectos que se encuentran vigentes, el 58,8% son dirigidos por 14 profesores planta, y el 41,2% por 25 profesores cátedra (Alianza Industrial, 2019). Ellos son los encargados de apoyar a los estudiantes a que orienten sus esfuerzos hacia el cumplimiento de los objetivos, además de evidenciar el fortalecimiento de las capacidades estudiantiles en la realización del trabajo de grado, por lo que es relevante entregar herramientas a los profesores que les permitan fortalecer su labor.

A través de la identificación de los principales factores que causan dificultades en la formulación del proyecto de grado, la definición de guías instruccionales dirigidas a la población del programa de Ingeniería Industrial involucrada en el desarrollo de un trabajo de grado y el

fortalecimiento del flujo de información relacionado a la asignatura Trabajo de Grado I, se espera apoyar las fases de planificación, presentación del tema y plan de proyecto, que aporte fortalecer la experiencia de realización del proyecto de grado y que finalmente, conlleve a la mejora de la calidad del programa de Ingeniería Industrial.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Diseñar guías instruccionales para las diferentes modalidades de trabajo de grado del programa de Ingeniería Industrial.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Efectuar una revisión bibliográfica y web sobre metodologías y herramientas utilizadas en trabajos de grado en Universidades de referencia.

Realizar un diagnóstico situacional de las competencias aplicadas en el desarrollo de la asignatura Trabajo de Grado I.

Diseñar mediaciones pedagógicas a partir de los hallazgos del estudio y de la implementación de herramientas TIC, que orienten a estudiantes y profesores en la formulación de proyectos de grado.

Validar las herramientas diseñadas y priorizadas por el comité de trabajo de grado, con estudiantes matriculados en Trabajo de Grado II y directores de proyecto del programa de Ingeniería Industrial.

### 2.3 Cumplimiento de Objetivos

En la tabla 1 se evidencia el cumplimiento de objetivos y su lugar en el presente informe.

**Tabla 1.**

*Cumplimiento de Objetivos*

<b>Objetivo</b>	<b>Cumplimiento</b>
Efectuar una revisión bibliográfica y web sobre metodologías y herramientas utilizadas en trabajos de grado en Universidades de referencia.	Capítulo 5
Realizar un diagnóstico situacional de las competencias aplicadas en el desarrollo de la asignatura Trabajo de Grado I.	Numeral 6.5
Diseñar mediaciones pedagógicas a partir de los hallazgos del estudio y de la implementación de herramientas TIC, que orienten a estudiantes y profesores en la formulación de proyectos de grado.	Capítulo 7
Validar las herramientas diseñadas y priorizadas por el comité de trabajo de grado, con estudiantes matriculados en Trabajo de Grado II y directores de proyecto del programa de Ingeniería Industrial.	Capítulo 8

### **3. Marco de Referencia**

El presente marco de referencia está compuesto por un marco de antecedentes, en el cual se exploran trabajos que guardan relación con la temática tratada en el desarrollo del presente proyecto. Además, se plantea un marco conceptual donde se recopilan teorías y modelos que funcionan de base para la ejecución de las distintas actividades de este proyecto.

#### **3.1 Marco de Antecedentes**

A continuación, se relacionan una serie de proyectos que comparten temáticas relacionadas a la elaboración de un proyecto, los beneficios de la implementación de un diseño instruccional y las competencias o conocimientos que debe tener un estudiante de ingeniería industrial en su formación como profesional.

Jessica Eugenia Vásquez Báez (2017) describe en su proyecto de grado “Diseño de un plan para el fortalecimiento de las competencias gerenciales en el programa de Ingeniería Industrial de la UIS” las competencias generales que debe desarrollar un futuro egresado del programa de Ingeniería Industrial, las metodologías utilizadas para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las competencias en otras universidades de referencia a nivel nacional e internacional, además de revisar cómo una adecuada planeación del programa académico orientado a las habilidades correctas puede influir directamente en la vida profesional del futuro egresado. Este proyecto resulta interesante de analizar porque plantea un interrogante importante para el diseño de la mediación pedagógica que se pretende realizar y es ¿Qué competencias debe desarrollar o fortalecer un estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander con la elaboración de su proyecto de grado?, para esto sería importante revisar una forma de identificar las competencias necesarias para cada una de las modalidades del proyecto de grado.

Asimismo, Molina & Moncayo (2018) en su proyecto de grado “Guía de proyecto de grado con emprendimiento empresarial” de la Universidad ICESI, plantean una estructura de proyecto de grado para el Programa de Ingeniería Industrial que funcione de guía para estudiantes que deseen realizar emprendimiento empresarial como culminación de su desarrollo académico. Se profundiza sobre las temáticas principales que se deben abordar durante la elaboración de un trabajo de grado bajo la modalidad de emprendimiento, así los autores consiguieron una visión de las diferentes competencias y herramientas que ofrece el programa de ingeniería Industrial y en qué situaciones son aplicables dentro de una creación de empresa.

Por otra parte, el proyecto del estudiante de maestría Francisco Javier Montoya (2011) presenta una “Elaboración de una propuesta metodológica para la generación de ideas de proyectos a ser desarrollados a través de las prácticas universitarias de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín”. Se define la universidad, la empresa y el estudiante, la universidad como quien proporciona el conocimiento y las herramientas al estudiante, la empresa quien tiene las necesidades de desarrollo de procesos y procedimientos por parte del estudiante, y el estudiante como la unión entre las dos anteriores y que posee, a su vez, intereses y motivaciones concretos. Se exponen técnicas de generación de ideas y sus respectivas caracterizaciones, se propone un modelo para trabajar de acuerdo a las técnicas y los intereses de los involucrados y finalmente, a partir de la implementación se concluye que las técnicas de generación de ideas surgen como herramientas que pueden aportar a la gestión empresarial a muchos niveles y a todo tipo de industrias lo que permite obtener un mayor provecho de las prácticas universitarias.

Finalmente, los docentes de la Universidad de la Salle Isaza & Rendón (2006) realizaron una “Guía metodológica para la formulación y presentación de proyectos de investigación”,

donde se expone la estructura básica de un proyecto de investigación, consideraciones clave que se deben tener en cuenta al momento de su elaboración, pautas que faciliten la identificación y selección del tema, así como la importancia en la extracción de la pregunta de investigación que se contempla como punto base para el desarrollo del proyecto y cuál es la interrelación de esta pregunta de investigación con las otras partes del proyecto.

### **3.2 Marco Conceptual**

El marco conceptual del presente trabajo contiene teoría referente al flujo de información, su gestión y tratamiento teniendo en cuenta su importancia en las organizaciones, a generalidades de los proyectos y su aplicación en la academia, así como a las competencias como elemento presente en la elaboración de proyectos y a los diseños instruccionales.

#### **3.2.1 La información en las organizaciones.**

Chiavenato (2007) define la información como un conjunto de datos con un significado, es decir, que reduce la incertidumbre o que aumenta el conocimiento de algo. Esta se puede interpretar entonces como un mensaje con significado en un determinado contexto, con disponibilidad para su uso inmediato y que proporciona orientación para las acciones que resulten de las decisiones a tomar con una reducción en su incertidumbre.

En las organizaciones la información es uno de los elementos más valiosos que existe, y el grado en que esta es valiosa depende de la manera en la que sea gestionada. (Martínez, 2013). Es de esperarse que la manera en la que esta se gestiona no sólo varíe de acuerdo a quiénes la manejan, sino también al tipo de información en sí, que a su vez depende del tipo de organización en la que esta esté presente. A manera de ejemplo, la información que se maneja en una organización cuyo propósito es la producción y comercialización de un producto es diferente a la que se maneja en una organización dedicada a la prestación de un servicio educativo, sin

embargo, la información debe cumplir con unas características básicas, debido a que esta condiciona el proceso de toma de decisiones, el cual resulta de vital importancia en el comportamiento diario de una organización. Stair y Renolds (2018) establecen que las características básicas de la información valiosa son:

**Tabla 2.**

*Características básicas de la información valiosa.*

<b>Característica</b>	<b>Definición</b>
<b>Accesible</b>	La información debe ser de fácil acceso para los usuarios autorizados, de tal forma que ellos puedan obtenerla en un formato correcto y en el momento indicado para satisfacer sus necesidades.
<b>Exacta</b>	Cuando la información es exacta, está libre de errores. En algunos casos se genera información imprecisa debido a que el proceso de transformación es alimentado con datos erróneos. Esto es comúnmente llamado basura de entrada, basura de salida)
<b>Completa</b>	La información completa contiene todos los hechos relevantes. Por ejemplo, un reporte de inversiones que no incluya todos los costos importantes no satisface esta característica
<b>Económica</b>	El costo de la producción de la información debe ser relativamente barato. Las personas que toman las decisiones siempre deben balancear el valor de la información con el costo de producirla.
<b>Flexible</b>	La información flexible puede ser usada para una variedad de propósitos. Por ejemplo, información de qué tanto inventario está en manos de una parte en particular puede ser usada por un representante de ventas al momento de cerrar una venta, por un gerente de producción para determinar si se necesita más inventario, y por un ejecutivo financiero para determinar la cantidad de dinero que la compañía ha invertido en inventario.
<b>Relevante</b>	La información relevante es importante para un tomador de decisiones. Por ejemplo: Información que muestra los precios de la madera pueden caer probablemente no sea relevante para un fabricante de chips de computadora.
<b>Confiable</b>	Los usuarios pueden depender de la información confiable. En muchos casos, esta confiabilidad depende de la confianza que se deposita en el método de recolección de datos. En otras instancias, depende de la fuente de la información. A manera de ejemplo, un rumor de origen desconocido acerca de que los precios del petróleo van a subir no representa información confiable.
<b>Segura</b>	Se debe proteger el acceso a la información de los usuarios no autorizados.
<b>Simple</b>	La información debe establecerse en términos simples, esto es, sin complejidades que enturbien su significado. No es necesario que sea sofisticada y detallada. De hecho, demasiada información puede ocasionar saturación, lo cual genera que la persona que tomará las decisiones contará con la información excesiva y no podrá determinar cuál es la que en realidad importa
<b>Oportuna</b>	La información debe proporcionarse en el momento en que se necesita.
<b>Verificable</b>	La información debe ser verificable. Esto significa que se podrá comprobar con el fin de asegurarse de que es correcta, quizás mediante la consulta de la misma información en un gran número de fuentes.

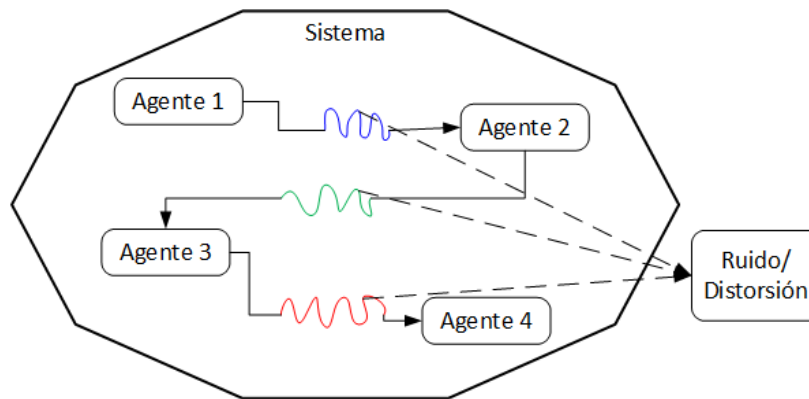
A pesar de que la información valiosa está condicionada a cumplir con estas características, cada una de ellas tiene una importancia que varía con la situación o el tipo de decisión que se desea tomar, esto quiere decir que en ciertos casos la información puede cumplir en menor grado con alguna de estas características sin afectar la toma de una decisión correcta, sin embargo, se debe tener en cuenta cumplir con las características que resultan esenciales para la decisión.

### **3.2.2 Flujo de información**

Entendiendo la organización como una entidad compuesta por personas y recursos, estructurada y orientada deliberadamente a un objetivo común (Chiavenato, 2007), resulta evidente pensar que, al existir interacción entre varios elementos, la información que se genera en cada uno de ellos debe ser comunicada de la manera más eficaz posible. Para ello existen los sistemas de información, que son definidos según Correa y Agusti (2008) como una representación de estructuras observables presentes en una situación de la realidad, que pueden ser comunicadas entre agentes. Un agente que transmite la información es conocido como emisor y el que la recibe se le llama receptor. Al existir más de un elemento que procesa la información, es de esperarse que la información transmitida por uno de los agentes se perciba de igual manera por el mismo u otros agentes, por lo tanto, se puede decir que la comunicación en un sistema de información es el resultado de la acción de un agente que ha asumido lo que desea comunicar a otros agentes. Se entiende entonces, que la información que es recibida por los agentes, puede tener elementos que hacen que esta difiera de lo que se intenta transmitir en un inicio, estos elementos son llamados ruido y distorsión, y son producto precisamente del múltiple paso de la información por los distintos agentes, lo cual nombramos flujo de la información (Ver figura 1).

**Figura 1.**

*Representación de Flujo de la Información en un Sistema.*



Para reducir el efecto que genera el ruido cuando fluye la información por los agentes, es fundamental que el sistema mismo permita que el flujo sea efectivo, es decir, que la información llegue a cada uno de los agentes necesarios y que a su vez la manera de hacerlo sea utilizar los recursos destinados para esto de la mejor manera, evitando que se usen estos para difundir información no valiosa.

### 3.2.3 Generalidades de los proyectos y su aplicación en la academia.

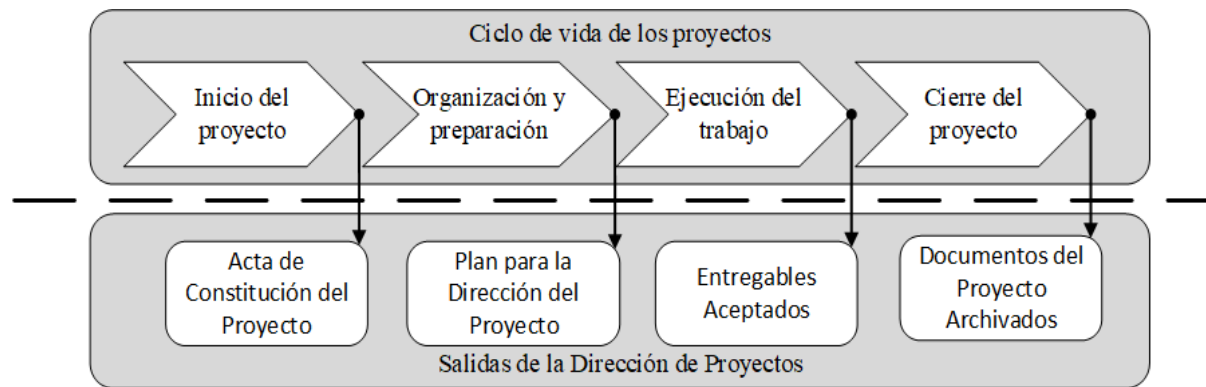
Blumenfeld et al. (1991) plantea el aprendizaje basado en proyectos como un enfoque integral para la enseñanza y aprendizaje en el aula, el cual está diseñado para involucrar estudiantes en la investigación de problemas. En este sentido, los estudiantes buscan soluciones a problemas no triviales haciendo preguntas, debatiendo ideas, realizando predicciones, diseñando planes y/o experimentos, recolectando y analizando datos, planteando conclusiones, comunicando sus ideas y descubrimientos a otros. Además, atribuye la falta de entendimiento de alguna temática y la poca actitud hacia el aprendizaje a la prevalencia de tareas con un nivel de exigencia relativamente bajo, por lo cual propone inclusión de tareas cognitivamente complejas, que proporcionen la oportunidad de resolver problemas reales como un remedio para dicha

situación. Los proyectos están compuestos básicamente por dos componentes esenciales: Una pregunta o problema que sirva para organizar y dirigir el proyecto y unas actividades que tienen como resultado una serie de productos direccionados a la resolución del problema. (Blumenfeld et al. ,1991). Claramente, los proyectos resultan ser diferentes a las actividades convencionales que están diseñadas para ayudar a estudiantes a aprender información en ausencia de una pregunta clave o problema a abordar.

Ahora bien, los proyectos al ser de duración definida cuentan con un ciclo de vida. La Guía de los Fundamentos para la Gestión de Proyectos (2013) establece que todos los proyectos pueden configurarse dentro de la siguiente estructura genérica de ciclo de vida (ver figura 2).

**Figura 2.**

*Representación del ciclo de vida de los proyectos.*



*Nota:* Adaptado del PMBOK 5ta edición (2013).

La estructura del ciclo de vida del proyecto no debe confundirse con los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos, ya que estos consisten en actividades que pueden realizarse y repetirse dentro de cada fase de un proyecto, así como para el proyecto en su totalidad (PMBOK 5ed, 2013), además se establece que las fases son un conjunto de actividades en el proyecto, relacionadas de una manera lógica y cuya culminación se da con la finalización de uno o más entregables. En la guía se determina que su uso se da cuando la naturaleza del

trabajo a realizar en una parte del proyecto es única y normalmente están vinculadas al desarrollo de un entregable específico importante. Las fases pueden hacer énfasis en los procesos de un determinado Grupo de Procesos de la Dirección de Proyectos. Suelen completarse en forma secuencial, pero pueden superponerse de acuerdo a las circunstancias de los proyectos. Un proyecto puede tener cualquier número de fases según la Dirección del Proyecto.

Los grupos de procesos que según el PMBOK (2013) se presentan en un proyecto son:

**Grupo de procesos de inicio:** Está compuesto por los procesos que se realizan para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto existente, teniendo con anterioridad la autorización para iniciar dicho proyecto o fase. En los procesos de inicio se define el alcance inicial y se determinan los recursos financieros iniciales del proyecto. A su vez, se identifican los interesados (o stakeholders) que tienen influencia sobre el resultado global del proyecto y se designa un director de proyecto. Todo esto queda registrado en el Acta de Constitución del Proyecto y en el registro de los interesados. Lo que se busca en este grupo de procesos es alinear las expectativas de los interesados con el propósito de un proyecto, así como ofrecer una visión preliminar sobre el alcance y los objetivos del mismo.

**Grupo de Procesos de Planificación:** Se compone de los procesos que permiten establecer el alcance total del esfuerzo, definir y refinar los objetivos preliminares y desarrollar una línea de acción para alcanzar dichos objetivos. En este grupo se desarrolla un plan para la dirección del proyecto y los documentos que se utilizarán para llevarlo a cabo. En dicho plan se exploran los aspectos relacionados con el tiempo, calidad, costo, comunicaciones, alcance, recursos humanos, riesgos, adquisiciones y participación de interesados, así como la determinación de la línea base que permitirá contrastar posteriormente el estado en el que se encuentra el proyecto con las condiciones iniciales.

**Grupo de Procesos de Ejecución:** A este grupo lo componen todos los procesos que se llevan a cabo para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto, con el fin de cumplir las especificaciones plateadas en el mismo. En este grupo resulta necesario realizar una correcta coordinación de personas, recursos, gestión de expectativas de los interesados, así como realizar las actividades del proyecto conforme al plan establecido anteriormente.

**Grupo de Procesos de Monitoreo y Control:** En este grupo se encuentran los procesos requeridos para realizar seguimiento al progreso y desempeño en el proyecto, así se pueden identificar las áreas en las que el plan requiere cambios e iniciarlos según sea correspondiente. Sabiendo que la anterior estructura y Grupos de Procesos están establecidos de manera genérica para todos los tipos de proyectos, es necesario adecuar el desarrollo de estos según el tipo de proyecto que se vaya a elaborar. En el caso de la academia, se busca que, al proponer proyectos evaluables como método de enseñanza, se siga de la manera más cercana posible las características genéricas establecidas en las guías que existen para la realización de proyectos como la del PMBOK.

Sabiendo entonces que las guías para realización de proyectos resaltan la importancia de la formulación en etapas iniciales, resulta clave conocer entonces bajo qué criterios se dice que un proyecto está bien formulado. A lo largo de los años, varios autores han planteado unos puntos que deben cumplirse para que el proyecto sea formulado correctamente. De autores como Narváez (2009), Ander-Egg y Aguilar (1991), se pueden extraer varios puntos con los que debe contar el proyecto para determinar su correcta formulación (ver tabla 3).

**Tabla 3.***Puntos en la formulación de un proyecto.*

<b>Pregunta (Punto a conocer)</b>	<b>Respuesta (Nombre del punto)</b>
¿Qué se va a hacer?	Nombre del Proyecto, Problema a solucionar.
¿Por qué se va a hacer?	Fundamentación del Proyecto, Diagnóstico que soporte el por qué se eligió el problema a solucionar, además de un soporte teórico.
¿Para qué se va a hacer?	Finalidad: Objetivos y propósitos a cumplir en el proyecto.
¿A quién va dirigido el proyecto?	Beneficiarios, Involucrados e Interesados del proyecto.
¿Con qué acciones se generarán los productos?	Actividades del proyecto
¿Dónde se va a llevar a cabo?	Espacio físico, localización del proyecto.
¿Cuándo se va a hacer?	Cronograma (Ubicación en el tiempo)
¿Quiénes lo van a hacer?	Responsables en el proyecto.
¿Qué se necesita para hacer el proyecto?	Recursos con sus cantidades necesarias (Materiales, humanos, financieros, etc.)

En las universidades nacionales de referencia, se acostumbra a tener categorizado el nivel que debe demostrar el trabajo de los estudiantes en cada rubro del proyecto para obtener notas aprobatorias, estos rubros son dispuestos en herramientas como Matrices de Evaluación que proporcionan a los evaluadores una visión completa de lo que deben evidenciar en el trabajo de los estudiantes. En la tabla 4 se presenta una recopilación de rubros presentes en las matrices de evaluación de algunas universidades nacionales. Cabe resaltar que estos apartados son los que se evalúan al final de toda la elaboración del Trabajo de Grado y no solamente en las instancias de Formulación y Defensa escrita.

**Tabla 4.***Recopilación de rubros en matrices de evaluación de universidades de referencia.*

<b>Rubro</b>	<b>Condiciones para dar cumplimiento</b>
Marco Teórico	Se describe y sintetiza de manera adecuada el conocimiento relevante en la temática desarrollada, así como la normativa pertinente en el desarrollo del trabajo.
Propuesta, evaluación y selección de soluciones al problema	Se propone y se contrastan diferentes alternativas para la solución del problema, se selecciona la alternativa que mejor se aplica al caso tratado en particular justificando la selección.

Rubro	Condiciones para dar cumplimiento
Estructura y uso de herramienta	El proceso que se sigue para llegar a la solución del problema tiene una estructura bien definida. En el desarrollo del trabajo se evidencia un uso apropiado de herramientas aplicables al problema.
Validación de resultados	Se realiza la comparación y análisis de los resultados esperados, en relación con resultados publicados por otros autores o expertos en la temática. Se define de manera clara un protocolo de pruebas para las necesidades del problema, se contrastan los resultados esperados con los obtenidos realmente en la solución del problema.
Objetivos	Se demuestra cumplimiento de todos los objetivos.
Comunicación	La presentación del trabajo se realiza de forma agradable, se demuestra un correcto uso del lenguaje y refleja una estructura que facilite el seguimiento del contenido. Se utilizan recursos audiovisuales pertinentes. La redacción, ortografía y material gráfico en el documento escrito son presentados de manera excelente.
Conclusiones	La solución obtenida es contextualizada dentro de las condiciones de la sociedad, se analizan los posibles impactos que esta pueda tener, esperando reflejar efectos de manera cuantificada.
Trabajo en equipo	Las tareas fueron realizadas de manera conjunta por los integrantes del equipo de trabajo, cada integrante comunica lo realizado de manera elocuente y apropiada tanto a nivel individual, como colectivo. Se indican además las dificultades encontradas durante el desarrollo del trabajo.

### 3.2.4 Competencias en la elaboración de proyectos en ingeniería.

En la Organización Internacional del Trabajo, el Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional (2006) define las competencias como un conjunto identificable y evaluable de conocimientos, habilidades, valores y actitudes relacionadas entre sí que permiten desempeños satisfactorios en situaciones reales del trabajo, según estándares utilizados en el área ocupacional. Según Cuartero y Heras (2010), las destrezas, valores y actitudes personales tienen un papel relevante y complementario al de los conocimientos, por esto, en la última década la enseñanza basada en competencias ha tomado gran importancia en la educación actual.

A lo largo de los últimos años, las universidades han planteado en sus planes de estudio nuevas formas de completar los estudios de nivel superior siguiendo el enfoque de la educación por competencias, en donde se tiene claro que existen unas competencias genéricas para todos

los profesionales y unas específicas referidas a aspectos muy técnicos de cada profesión (Tirado et al., 2006).

La formación de estudiantes de ingeniería debe considerar los requerimientos del ejercicio profesional tanto en la actualidad como a tiempo futuro (Heijde & Van Der Heijden, 2006, Hennemann & Liefner, 2010). Estos requerimientos se traducen en competencias que los estudiantes deben adquirir durante su formación profesional, con el fin de atender precisamente las necesidades del globalizado entorno actual.

Generalmente, en el aprendizaje basado en competencias, se considera que existen dos grupos fundamentales: Las competencias genéricas y las competencias específicas.

Las genéricas son de carácter transversal, ya que deben incluirse a lo largo de la formación del estudiante de acuerdo a cualquier título en un determinado nivel educativo, mientras que las específicas están relacionadas con el conocimiento concreto de una temática particular y caracterizan a alguien como “experto” o capacitado para un ejercicio profesional determinado (Fortea, 2009).

El Foro Económico Mundial (WEF) resulta ser un referente para reconocer las principales competencias en los profesionales de la actualidad, además de que también tiene en cuenta posibles necesidades futuras del mercado laboral para establecer competencias que se acoplen a ellas.

Las competencias profesionales en general propuestas por el Foro Económico se presentan a continuación en la figura 3.

**Figura 3.**

*Habilidades definidas por el Foro Económico Mundial.*

Capacidades	Habilidades Básicas	Habilidades Interdisciplinarias
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad Cognitiva</li> <li>• Creatividad</li> <li>• Razonamiento Lógico</li> <li>• Sensibilidad al Problema</li> <li>• Razonamiento Matemático</li> <li>• Visualización</li> <li>• Fuerza Física</li> <li>• Destreza Manual y Precisión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendizaje Activo</li> <li>• Expresión Oral</li> <li>• Comprensión Lectora</li> <li>• Expresión Escrita</li> <li>• Conocimiento de las TIC</li> <li>• Escucha Activa</li> <li>• Pensamiento Crítico</li> <li>• Automonitoreo y Monitoreo a otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación con otros</li> <li>• Inteligencia Emocional</li> <li>• Negociación</li> <li>• Persuasión</li> <li>• Orientación al Servicio</li> <li>• Entrenamiento y Enseñanza a otros.</li> <li>• Gestión de Recursos Financieros.</li> <li>• Gestión de Recursos Materiales</li> <li>• Gestión de Personal</li> <li>• Gestión del Tiempo</li> <li>• Juicio y Toma de Decisiones</li> <li>• Análisis de Sistemas</li> <li>• Diagnóstico y Solución de Problemas Complejos</li> <li>• Mantenimiento/Reparación de Equipos</li> <li>• Operación y Control de Equipos</li> <li>• Programación</li> <li>• Control de Calidad</li> <li>• Diseño de Tecnología y Experiencia del Usuario</li> </ul>

*Nota:* Tomado de Foro Económico Mundial. (2016). The Future of Jobs. Global Challenge Insight Report. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf)

ABET y las pruebas de estado para profesionales Saber Pro concretan unas competencias que aplican para los profesionales de Ingeniería específicamente (ver tabla 5).

**Tabla 5.**

*Competencias ABET y Saber Pro*

Competencias ABET	Competencias Saber Pro
La capacidad de aplicar conocimientos de matemáticas, Ciencias, ingeniería y TIC.	Capacidad de identificar y comprender los contenidos locales que conforman un texto, además de cómo se articulan para darle un sentido global al mismo y permitir una interpretación crítica.
Una habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer necesidades deseadas dentro de las limitaciones realistas como económica, ambiental, social, política, ética, salud y seguridad, mano facturable y sustentable.	Capacidad de comprender y transformar la información cuantitativa y esquemática presentada en distintos formatos.
Una capacidad de trabajar en equipos multidisciplinares.	Analiza y evalúa la pertinencia y solidez de enunciados-discursos.
La capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, involucrando elementos como el diseño de experimentos, interpretación de datos, objetos matemáticos, entre otros.	Capacidad del estudiante de analizar problemáticas sociales, ambientales, económicas, políticas, desde diferentes perspectivas.
La habilidad de comunicarse de manera efectiva, ya sea por escrito u oralmente.	Capacidad para formular proyectos de ingeniería, así como para caracterizar los proyectos en general para cualquier contexto.
Un reconocimiento de la necesidad y capacidad para participar en el aprendizaje de por vida.	

Es común encontrar que al plantear competencias se presenten confusiones con el término resultados de aprendizaje, que, a su vez pueden ser confundido con los objetivos de aprendizajes. Los resultados de aprendizaje son declaraciones de lo que se espera que un estudiante conozca, comprenda y/o sea capaz de hacer al final de un periodo de aprendizaje (Bologna Working Group, 2005), se diferencian de los objetivos de aprendizaje en que estos últimos están directamente relacionados con las intenciones del profesor, además, suelen ser declaraciones generales que indican contenidos fundamentales, el enfoque, la dirección y los propósitos que hay detrás de la asignatura o el programa, mientras que los resultados de aprendizaje están directamente relacionados con el estudiante y sus logros, por ende, resultan ser evaluables, medibles y observables, aspectos que no caracterizan a los objetivos dada su naturaleza de estar establecidos como propósitos o intenciones (ANECA, 2013). Las competencias resultan ser más completas que los resultados de aprendizaje, ya que involucran un conjunto vasto de habilidades y conocimientos aplicados, mientras que los resultados se definen de manera más específica y con menor complejidad.

### **3.2.5 Diseños Instruccionales.**

A lo largo de los años, distintos autores han expresado distintos puntos de vista acerca del concepto de Diseño Instrucciona (DI por sus siglas). Para Bruner (1972), el DI engloba la planeación, preparación y diseño de los ambientes y recursos que se necesitan para generar aprendizaje en las personas.

El DI incluso fue definido como una disciplina por Reigeluth (1983), siendo esta la dedicada a establecer métodos óptimos de instrucción mientras se generan cambios deseados en los conocimientos y habilidades de los estudiantes.

Por otro lado, Berger y Kam (1996) definen el DI como una ciencia dedicada a la creación de especificaciones detalladas para el desarrollo, implementación, evaluación y mantenimiento de situaciones que facilitan el aprendizaje de unidades de contenidos de distintos tamaños y con diferentes niveles de complejidad. De manera más amplia, Richey, Fields y Foxon (2001) establecen que el DI implica una planificación instruccional sistemática que abarca la valoración de necesidades, el desarrollo, la evaluación, la implementación y el mantenimiento de materiales y programas.

Para Belloch (2013), los diseños instruccionales permiten establecer fases a tener en cuenta dentro de los procesos involucrados en el desarrollo de algún curso o de algún conjunto de actividades formativas, además establece los criterios que deben seguirse dentro de dichos procesos y establecer modelos que permitan direccionar acciones formativas de calidad.

Las distintas interpretaciones de los Diseños Instruccionales son presentadas por medio de modelos, los cuales funcionan como guía a los profesionales que deseen sistematizar la forma en que se lleva a cabo el proceso de formación de los estudiantes. Belloch (2013) expone algunos de los modelos utilizados en el diseño instruccional:

**Modelo de Gagné:** En este modelo, el autor plantea llevar a cabo el diseño instruccional desde un enfoque integrador, basándose en un comportamiento entorno al estímulo-respuesta y en distintos modelos de procesamiento de información. El modelo considera que deben cumplirse, por lo menos, diez funciones en la enseñanza para que se presente un verdadero aprendizaje:

1. Estimular la atención y motivar.
2. Informar sobre los resultados esperados.

3. Incitar el recuerdo de conocimientos y habilidades previas que resulten esenciales y relevantes.
4. Presentar el material a aprender.
5. Orientar y estructurar el trabajo del aprendiz.
6. Provocar una respuesta en el aprendiz.
7. Proporcionar retroalimentación.
8. Promover la generalización del aprendizaje.
9. Facilitar la aprehensión y recuerdo de lo aprendido.
10. Evaluar el desempeño.

**Modelo de Gagné y Briggs:** Este modelo se propone un enfoque de sistemas, donde existen 4 niveles:

1. **Nivel de Sistema:** En este nivel se lleva a cabo la planeación partiendo del establecimiento de las necesidades, prioridades e implicaciones instruccionales, se analizan los recursos y restricciones que existen planteándose interrogantes como: ¿Qué métodos se consideran efectivos en este caso?, ¿Qué materiales serán necesarios?, ¿Qué actividades apoyarían el aprendizaje de los estudiantes? y, además, se determina el alcance en conjunto con el planteamiento de la secuencia del currículum y cursos, siendo claros en los detalles que determinen la manera en que se distribuirá cada elemento.
2. **Nivel de Curso:** Se analiza lo que el docente quiere lograr en el curso, estructurando la manera en el que este se llevará a cabo y la secuencia en la que se desarrollará.
3. **Nivel de la lección:** Se definen los objetivos a desempeñar en cada lección impartida del curso, preparando los contenidos a desarrollar, utilizando distintos recursos y

medios que faciliten dicho desarrollo y finalmente evaluando el desempeño del estudiante.

4. **Nivel de Sistema Final:** Este nivel aplica para los diseñadores de sistemas de aprendizaje globales, donde se plantean métodos para entrenar a los profesores, se llevan a cabo evaluaciones formativas por medio de cursos pilotos o lecciones individuales para identificar necesidades de revisión.

La figura 4 muestra un esquema de la composición del modelo de Gagné y Briggs.

**Figura 4.**

*Modelo Gagné y Briggs.*

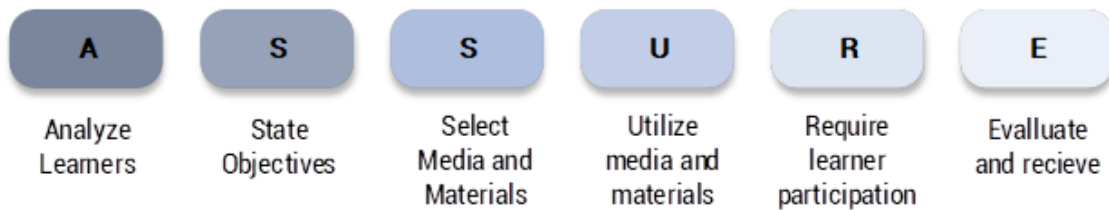


*Nota:* Adaptado de Diseño Instruccional. Belloch, C. (2013).

**Modelo ASSURE:** En este modelo se incorporan los eventos de instrucción de Robert Gagné para usar efectivamente los medios en la instrucción, además parte de las características concretas del estudiante, sus estilos de aprendizaje y fomenta la participación activa y comprometida del mismo (Belloch, 2013). El modelo es descrito a lo largo de 6 fases integradas entre sí (Benítez, 2010), la figura 5 muestra el significado de las siglas del modelo.

**Figura 5.**

*Modelo ASSURE.*



*Nota:* Adaptado de Diseño Instruccional. Belloch, C (2013).

La primera fase consta de analizar las características del estudiante en relación a:

1. Características generales: Nivel de estudios, edad, características sociales, físicas, etc.
2. Capacidades específicas de entrada: conocimientos previos, habilidades y actitudes.
3. Estilos de aprendizaje.

En la segunda fase se establecen los objetivos de aprendizaje, determinando los resultados que los estudiantes deben alcanzar al realizar el curso e indicando el grado en que serán conseguidos.

La tercera fase abarca la selección de estrategias, tecnologías, medios y materiales.

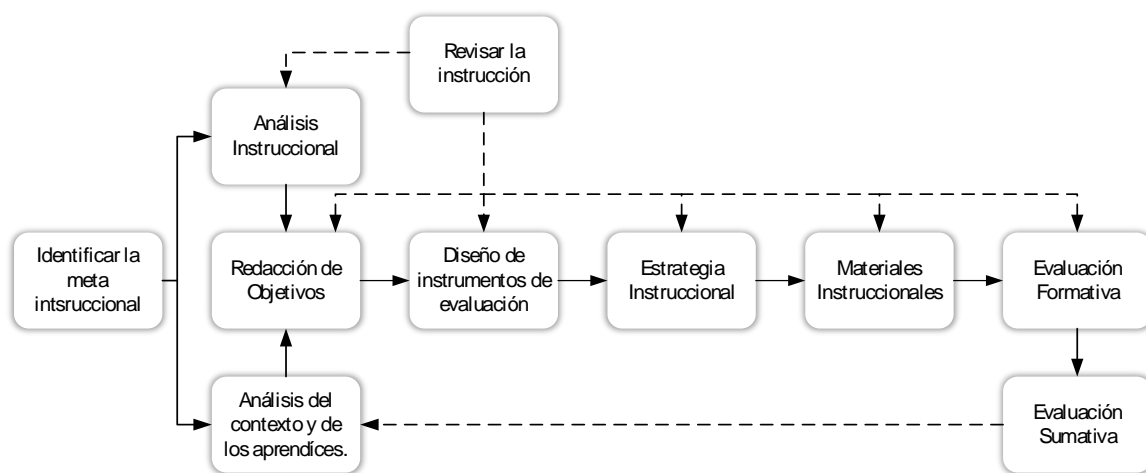
La cuarta fase requiere de organizar el escenario de aprendizaje, creando un espacio propicio para el aprendizaje, utilizando los medios, materiales y demás elementos seleccionados en la fase anterior. Es importante verificar el funcionamiento de los recursos seleccionados, de manera que se eviten posibles fallas al momento de su utilización.

En la quinta fase los estudiantes hacen su participación, la cual es fomentada a través estrategias activas y cooperativas. Se realiza la evaluación y revisión de lo implementado, además se observan los resultados de aprendizaje. El evaluar el propio proceso en esta fase permitirá establecer puntos de mejoras que permitan generar mayor calidad en la formación de los estudiantes.

**Modelo de Dick y Carey:** El modelo de Walter Dick y Louc Carey tiene como base también una relación entre un estímulo (material didáctico) y una respuesta del alumno (el aprendizaje de los que transmite el material). La idea es que el diseñador identifique las competencias que el alumno debe dominar y, a partir de eso, seleccionar el estímulo y estrategia instruccional más adecuada. La figura 6 muestra como el modelo inicia desde la identificación anteriormente mencionada, luego se despliega hacia los análisis de los aprendices y del contexto instruccional adecuado para dar lugar al establecimiento de los objetivos. Posteriormente se diseñan los instrumentos para evaluar, se define la estrategia y materiales a utilizar para ello (estímulo) y antes de finalmente evaluar, se lleva a cabo una revisión de la instrucción completa.

**Figura 6.**

*Modelo de Dick y Carey.*



*Nota:* Adaptado de Diseño Instruccional. Belloch, C (2013).

**Modelo de Jonassen:** En contraste a los demás modelos, el modelo de Jonassen se enfoca en el diseño de ambientes de aprendizajes donde el estudiante/aprendiz tiene el papel principal en la construcción del conocimiento.

El estudiante establece su meta partiendo de una pregunta, caso, problema o proyecto a resolver o concretar. El problema mismo conduce el aprendizaje, lo que hace de esto un aprendizaje constructivista. Resulta importante tener en cuenta que, al escoger el problema, se debe analizar el contexto, la representación del problema junto con las maneras posibles de simularlo y el espacio de la manipulación. Como apoyo, este modelo considera hacer uso de casos relacionados al problema escogido, cuyo acceso a ellos debe ser facilitado al estudiante con el fin de que le sea posible obtener referencias importantes. Dentro del proceso de aprendizaje, el contar con recursos de información que faciliten la construcción de modelos mentales y la formulación de hipótesis, permite que el aprendiz dirija sus actividades en la resolución del problema.

Sabiendo que en muchas ocasiones los problemas analizados se caracterizan por tener alta complejidad, ser novedosos y con tareas auténticas, el modelo plantea que proveerle al estudiante herramientas cognitivas permitirá establecer las relaciones necesarias para llevarlas a cabo.

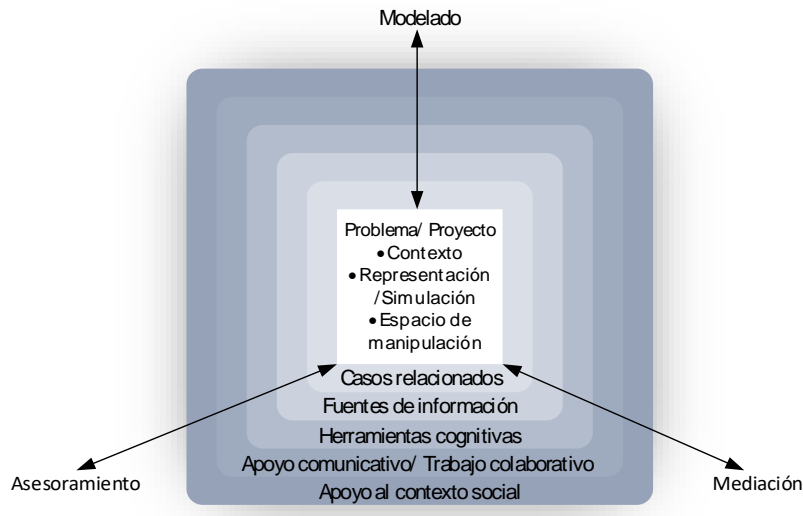
Jonassen también considera necesario apoyar a los estudiantes a través de la comunicación mediada por computadora, lo que provee mejorías en el trabajo colaborativo, así como en la comunicación.

Finalmente se plantea un apoyo al contexto y/o factores ambientales que afecten la puesta en práctica del ambiente de aprendizaje constructivista.

La figura 7 muestra una representación del modelo de Jonassen.

**Figura 7.**

*Modelo Jonassen.*



*Nota:* Adaptado de Diseño Instruccional. Belloch, C- (2013).

**Modelo de ADDIE:** El modelo de Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación (ADDIE) aborda el diseño instruccional de manera más interactiva, en donde los resultados de evaluación formativa en cada una de las fases dan al diseñador instruccional la posibilidad de regresar a cualquiera de las fases previas. Además, el producto final de cada fase es el producto inicial de la fase siguiente. Este modelo resulta ser básico, ya que contiene las fases más esenciales del diseño instruccional (ver figura 8).

**Figura 8.**

*Modelo ADDIE.*



*Nota:* Adaptado de Diseño Instruccional. Belloch, C- (2013).

El primer paso del modelo es el análisis de los alumnos, del contenido y del entorno, con el fin de generar una descripción inicial de la situación y la identificación de necesidades formativas. Posteriormente se diseña un programa para el curso, dándole gran importancia al enfoque pedagógico y al modo de secuenciar y organizar el contenido, con esto se da paso al desarrollo (creación) de los contenidos y de los materiales de aprendizaje correspondientes y se pone en práctica la acción formativa con la participación de los alumnos (implementación). Finalmente, se realiza una evaluación formativa de cada una de las fases del proceso y, además, una evaluación sumativa a través de una serie de pruebas específicas que permitan el análisis de los resultados de la acción formativa.

#### 4. Desarrollo Metodológico

A continuación, se presenta en la tabla 6 la relación existente entre cada uno de los objetivos específicos planteados para el presente trabajo de grado, las actividades en concreto que se realizarán en el marco metodológico y los resultados que se obtendrán al finalizar el proceso.

**Tabla 6.**

*Metodología del proyecto.*

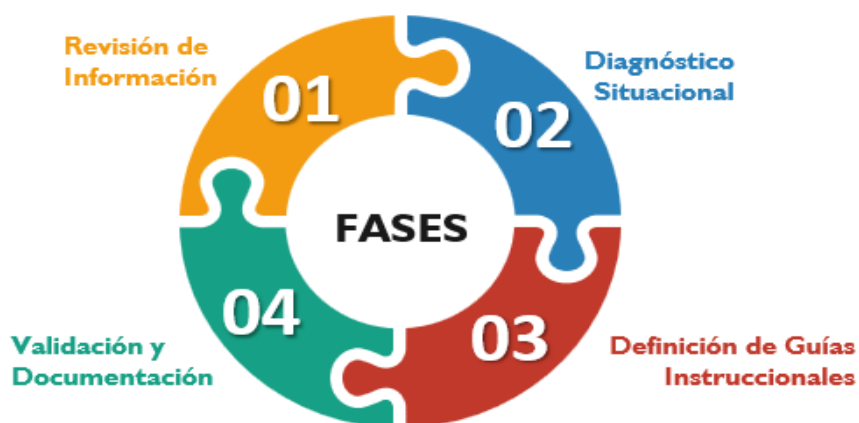
Objetivo Específico	Actividades	Resultados
1. Efectuar una revisión bibliográfica y web sobre metodologías y herramientas utilizadas en trabajos de grado en Universidades de referencia.	1.1 Recolección de información interna del programa de Ingeniería Industrial.	Marco de Antecedentes.
	1.2 Consulta sobre proyectos de grado, libros o artículos relacionados a aspectos del proyecto de grado.	Recursos para el Diagnóstico Inicial.
	1.3. Revisión de la existencia y estructura de la asignatura Trabajo de Grado I en Universidades Nacionales.	Benchmarking de Universidades Nacionales.
	1.4. Búsqueda de prácticas sobresalientes en la elaboración del proyecto de grado en Universidades Internacionales.	Benchmarking de Universidades Internacionales.

Objetivo Específico	Actividades	Resultados
2. Realizar un diagnóstico situacional de las competencias aplicadas en el desarrollo de la asignatura Trabajo de Grado I.	2.1. Construcción del Marco Conceptual.	Marco Conceptual.
	2.2. Recolección de bases de datos del programa de Ingeniería Industrial.	Evolución de las modalidades.
	2.3. Aplicación de encuesta a profesores plantas y cátedra del programa de Ingeniería Industrial.	Trazabilidad de tiempos de proyectos de grado. Causas de reprocesos en proyectos de grado.
	2.4. Determinación de las competencias de la asignatura Trabajo de grado I.	Percepciones de directores y codirectores de proyectos. Competencias para Trabajo de Grado I.
3. Diseñar mediaciones pedagógicas a partir de los hallazgos del estudio y de la implementación de herramientas TIC, que orienten a estudiantes y profesores en la formulación de proyectos de grado.	3.1. Consensos de Guías Instruccionales con el Comité de Trabajos de Grado.	Guías instruccionales para cada una de las modalidades del Trabajo de Grado.
	3.2 Revisión de material de apoyo existente.	
	3.3 Diseño de las Guías Instruccionales.	
4. Validar las herramientas diseñadas y priorizadas por el comité de trabajo de grado, con estudiantes matriculados en Trabajo de Grado II y directores de proyecto del programa de Ingeniería Industrial.	4.1 Socialización de los resultados.	Validación de las Guías Instruccionales.
	4.2 Implementación de la herramienta TIC.	Disposición digital de la Herramienta.
	4.3 Documentación.	Informe final.

En la figura 9 se presentan las cuatro (4) fases a partir de las cuales se desarrolló este proyecto de grado:

**Figura 9.**

*Fases del proyecto de grado.*



**Fase 1. Revisión de Información.**

En esta fase se recolectó la información necesaria para establecer un referente sobre el estado inicial de la asignatura Trabajo de Grado I, del programa de Ingeniería Industrial. Se consultó documentación interna del programa de Ingeniería Industrial - UIS, se construyó el marco de antecedentes a partir de proyectos, artículos e informes que trataran temas relacionados al Trabajo de Grado y, además, se analizaron mediaciones pedagógicas activas utilizadas en universidades de referencia a nivel nacional e internacional.

*Actividad 1.1 Recolección información interna del programa de Ingeniería Industrial:* La información interna hace referencia a la recolectada en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales y en la Universidad Industrial de Santander, como el Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Industrial (PEP), los acuerdos emitidos por el Consejo Superior y Académico – UIS relacionados a aspectos de Trabajo de Grado y contenidos web del programa de Ingeniería Industrial existente para los proyectos de grado.

*Actividad 1.2 Consulta sobre proyectos de grado, libros o artículos relacionados a aspectos del proyecto de grado:* Para la construcción del marco de antecedentes se revisó la práctica en docencia de una egresada de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, una guía de proyecto de grado para la modalidad de emprendimiento empresarial, una propuesta metodológica para los proyectos en prácticas universitarias y una guía metodológica para los proyectos de investigación.

*Actividad 1.3. Revisión de la existencia y estructura de la asignatura Trabajo de Grado I en Universidades Nacionales:* Por medio de la recopilación de información en los reglamentos académicos, planes de estudios y acuerdos o resoluciones del Consejo Superior disponibles en la web como información pública de cada una de las Universidades, se logró realizar un cuadro

comparativo con diez (10) universidades nacionales que cuentan con acreditación de Alta Calidad y que ocuparon los primeros lugares en la Prueba Saber Pro-2018 discriminando por el programa de Ingeniería Industrial.

*Actividad 1.4. Búsqueda de prácticas sobresalientes en la elaboración del proyecto de grado en Universidades Internacionales:* Usando como criterio base el Ranking Académico de las Universidades del mundo Shanghai en 2019, se revisaron prácticas sobresalientes aplicadas en la realización de proyectos de grado en dichas universidades, además se recolectó información de los procesos de titulación, proyecto o trabajo de grado en universidades de Sudamérica.

## **Fase 2. Diagnóstico Situacional.**

Se inició con la búsqueda de la información pertinente para la elaboración del marco conceptual, se determinó una muestra representativa de proyectos a estudiar de los cuales fue posible analizar la evolución de las modalidades desde el año 2014, las causas recurrentes de aplazamiento o rechazo en los temas o planes de proyecto, la revisión de los tiempos transcurridos entre la entrega del tema y el plan de proyecto, entre otros factores referentes a la asignatura Trabajo de grado I.

Por otra parte, se conocieron las percepciones de los directores o codirectores de proyectos de grado por medio de una encuesta y finalmente, se definieron las competencias relacionadas a las modalidades del Trabajo de Grado.

*Actividad 2.1. Construcción del Marco Conceptual:* Como marco conceptual se indagó sobre la teoría referente a la información en las organizaciones, los flujos de información, la conceptualización de los proyectos y su aplicación en el ámbito académico, las competencias que se buscan aplicar en la elaboración de un proyecto de ingeniería y los conceptos existentes acerca de los diseños instruccionales.

*Actividad 2.2. Recolección de bases de datos del programa de Ingeniería Industrial:* Se analizaron las bases de datos suministradas por la oficina de Alianza Industrial y mediante la utilización de la plataforma industrial.uis.edu.co, se tomó una muestra representativa de proyectos con el fin de tener una visión general de la cantidad de proyectos terminados entre 2014 y 2019, de allí se extrajeron los tiempos involucrados en cada una de los entregables de un proyecto de grado, se estudiaron las razones por las cuales se presentaron reprocesos en el desarrollo de estos y se analizó como ha sido la evolución de las modalidades.

*Actividad 2.3. Aplicación de encuesta a profesores plantas y cátedra del programa de Ingeniería Industrial:* Se formuló una encuesta virtual para conocer las percepciones y sugerencias de mejora que tienen los directores y codirectores de los trabajos de grado.

*Actividad 2.4. Determinación de las competencias de la asignatura Trabajo de grado I:* Por medio de una revisión previa de información de la Universidad, del programa de Ingeniería Industrial, de fuentes como ABET, Saber Pro y algunas universidades nacionales de referencia, fue posible definir las competencias para cada una de las siete modalidades de Trabajo de Grado estudiadas en este proyecto.

### **Fase 3. Definición de Guías Instruccionales.**

De acuerdo con las necesidades evidenciadas por parte de los estudiantes y profesores en las fases anteriores, se procede a definir las guías instruccionales para siete de las ocho modalidades contempladas en el acuerdo 004 de 2007 del Consejo Superior de la Universidad Industrial de Santander y una guía base que servirá de introducción a aquellas personas que están iniciando con la generación de la idea de su proyecto.

*Actividad 3.1. Consensos de Guías Instruccionales con el Comité de Trabajos de Grado:* En la sesión del Comité de Trabajos de Grado del 11 de marzo de 2020, se realizó la

presentación de las competencias definidas para la asignatura Trabajo de Grado I, con el fin de obtener una retroalimentación y aprobación de las mismas. Adicionalmente, se definió el número de guías instruccionales a desarrollar y el nombre de los profesores enlace encargados de la revisión del material.

*Actividad 3.2 Revisión de material de apoyo existente:* Para establecer la estructura que componen las guías instruccionales, fue necesario consultar los documentos, contenidos, presentaciones, anexos y demás material de apoyo existente para la asignatura Trabajo de Grado I. Esto con el fin de seleccionar la información pertinente para el desarrollo de las guías instruccionales.

*Actividad 3.3 Diseño de las Guías Instruccionales:* A partir de la revisión de la literatura, el diagnóstico situacional, la participación de profesores y estudiantes, el análisis de los datos y demás actividades mencionadas anteriormente, se realizó el diseño de las quince (15) herramientas guía dirigidas hacia la orientación y mejoramiento de las competencias asociadas a la planificación y argumentación de lo establecido como trabajo de grado.

#### **Fase 4. Validación y Documentación.**

En la fase final del proyecto, se realizó la validación de la herramienta con profesores y estudiantes, con el propósito de evaluar su funcionalidad para el fortalecimiento de la asignatura Trabajo de Grado I. Toda la comunidad educativa involucrada en el desarrollo de proyectos de grado, podrá acceder a las guías instruccionales mediante la implementación de herramientas TIC y finalmente, se dejó evidencia escrita del presente proyecto.

*Actividad 4.1. Socialización de los resultados:* Con las guías diseñadas en la fase anterior, se llevó a cabo una presentación a un grupo focal de estudiantes que se encontraban cursando la asignatura Trabajo de Grado II y que contaran con experiencia en el proceso de planificación y

desarrollo de un proyecto de grado. Del mismo modo, se hizo una socialización a los profesores cátedra y planta, mediante un video explicativo del material y su utilización. Asimismo, las guías fueron presentadas a la profesional de la oficina de Alianza Industrial.

*Actividad 4.2. Implementación de la herramienta TIC:* En busca de que la herramienta se encuentre disponible para toda la comunidad educativa, se hizo utilización de la página *industrial.uis.edu.co*. Esta plataforma está al alcance de profesores y estudiantes que deseen iniciar su trabajo de grado o que se encuentren desarrollando su Ficha o Plan de Proyecto.

*Actividad 4.3. Documentación:* A partir del desarrollo del trabajo y los resultados obtenidos en las fases anteriores, se formularon las conclusiones y recomendaciones de acuerdo con las percepciones y oportunidades de mejora expresadas por los estudiantes y profesores en la actividad de validación y socialización, con el objeto de mantener vigente el material en periodos posteriores.

### 5. Prácticas identificadas mediante Benchmarking

Para obtener una visión general del contexto en el que se encuentra el programa de Ingeniería Industrial – UIS en cuanto a mediaciones pedagógicas activas y prácticas utilizadas en el proceso de elaboración de un proyecto de grado, se realizó un análisis de contenido en páginas web de universidades de referencia a nivel nacional e internacional. En la tabla 7, se presentan las universidades seleccionadas para la revisión.

**Tabla 7.**

*Relación de Universidades Nacionales e Internacionales consultadas.*

Universidades Nacionales	Universidades Internacionales
Universidad de los Andes	Universidad de Princeton
Universidad EIA	Universidad de California, Berkeley
Universidad del Norte	Universidad de Washington.
Universidad ICESI	Universidad de Deakin

Universidades Nacionales	Universidades Internacionales
Universidad Nacional de Colombia	Universidad Autónoma de México.
Universidad Distrital "Francisco José de Caldas"	Universidad Pontificia Católica de Chile.
Pontificia Universidad Javeriana	
Universidad de la Sabana	
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	
Universidad de Antioquia	

### 5.1 Análisis comparativo de universidades de referencia nacionales.

Para analizar desde fuentes externas la forma en la que se lleva a cabo el proceso de elaboración del proyecto de grado, se revisaron 10 universidades nacionales de referencia con el propósito de identificar las prácticas utilizadas en el desarrollo de proyecto de grado.

El criterio para escoger las universidades nacionales a analizar fue establecido según los resultados obtenidos por los estudiantes de Ingeniería Industrial en la Prueba Saber Pro del año 2018, escogiendo así las 10 primeras universidades con mejor calificación obtenida. La intención de tomar cómo criterio de selección el examen Saber Pro, fue el de poder analizar instituciones públicas y privadas y así conseguir una visión global de las universidades colombianas. Para facilitar la interpretación de la información, se elaboró un cuadro comparativo (ver Apéndice A).

De las universidades seleccionadas, se analizaron seis (6) privadas y cuatro (4) públicas. El nombrar Trabajo de Grado I a la asignatura dónde se desarrolla el proyecto de grado, no se hace de igual forma en todas las universidades revisadas, en varias de ellas el nombre resulta diferente, pero conservando relación en el contenido. Por lo tanto, fue necesario definir un lenguaje común en la búsqueda dentro de los planes de estudios de estas universidades. De los resultados de la indagación, es relevante mencionar que 4 de las universidades consultadas desarrollan el proyecto de grado para el programa de Ingeniería Industrial en un sólo

periodo académico y se encuentra comprendido en una sola asignatura.

Por otra parte, se presentaron aspectos comunes en las universidades consultadas como el iniciar el proyecto de grado en los últimos semestres de la carrera, la existencia de una asignatura relacionada al desarrollo del proyecto y en la mayoría de los casos la existencia de una figura orientadora que puede ser un profesor o un profesional de la universidad, lo que indica las grandes similitudes que existen en la educación superior a nivel nacional. En el programa de Ingeniería Industrial - UIS, la práctica empresarial es una modalidad para el desarrollo del proyecto de grado y no un requisito indispensable para obtener el título profesional. De acuerdo con lo consultado, tan solo 2 de las diez universidades tienen la práctica empresarial como obligatoria dentro de su plan de estudios.

La universidad ICESI de la ciudad de Cali presenta un factor diferenciador dado que considera la asignatura Proyecto de Grado I como una materia regular (ver tabla 8), cuenta con horas de clase, metodología establecida, profesor de grupo y una nota cuantitativa de aprobación por su progreso en el aula de clase, lo que resulta diferente a la metodología que se maneja en la Universidad Industrial de Santander.

### **Tabla 8.**

#### *Contenido académico asignatura Proyecto de Grado I- ICESI.*

<b>Tema</b>	<b>Objetivos Específicos</b>
Unidad 1. El tema objeto de estudio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar el contexto de la situación bajo estudio, dimensionando las variables claves e identificando la brecha en el conocimiento.</li> <li>• Formular claramente la situación de estudio o preguntas de investigación, justificando su importancia.</li> </ul>
Unidad 2. Objetivos del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el objetivo del proyecto.</li> <li>• Definir los objetivos específicos y sus entregables para lograr el objetivo del proyecto.</li> </ul>
Unidad 3. Marco de referencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar, seleccionar, interpretar, analizar y sintetizar la actualidad en el conocimiento o estado del arte relevante y pertinente a su investigación.</li> <li>• Contextualizar el estado del arte para construir el marco teórico y sus antecedentes o estudios previos.</li> <li>• Identificar su aporte intelectual con respecto al tema de estudio.</li> </ul>

Tema	Objetivos Específicos
Unidad 4. Metodología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar metodología de trabajo para el logro de cada objetivo específico justificando su escogencia.</li> <li>• Realizar y presentar un cronograma claro de trabajo para la ejecución del proyecto en PDG II.</li> </ul>
Unidad 5. Documentación y sustentación de la propuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentar una propuesta de intervención de acuerdo a las normas de presentación vigentes e incorporadas en la plantilla del curso.</li> <li>• Comunicar oralmente la propuesta argumentando clara y precisamente la información del proceso a desarrollar.</li> </ul>

*Nota:* Adaptado del programa de la asignatura Proyecto de Grado I de la Universidad ICESI.  
<https://www.icesi.edu.co/facultad-ingenieria/ingenieria-industrial#tab-41>

Como se puede apreciar en la tabla 8, los contenidos académicos que se abordan en la asignatura Proyecto de Grado I de la universidad ICESI, son similares a lo que se solicita ejecutar en un plan de proyecto en la Universidad Industrial de Santander.

Se espera que el estudiante al tener mayor interacción y supervisión por parte del profesor de la asignatura, este pueda realizar su anteproyecto en el semestre académico establecido, no se presenten mayores reprocesos y se asuma mayor compromiso por parte del estudiante.

La metodología utilizada en el aula de clase se puede ver a continuación en la tabla 9.

### Tabla 9.

#### *Metodología Proyecto de Grado I ICESI.*

Antes de la clase	Durante la clase	Después de la clase
El estudiante deberá estudiar de temas asignados por el profesor y prepararse para los talleres si es el caso.	Se realizarán talleres, que permitan apropiar los conocimientos del proceso de investigación.	El profesor proveerá retroalimentación a cada grupo de cada informe entregado.
Preparar los informes y presentaciones de avance.	El estudiante expondrá los avances de su proyecto de investigación al igual que informes de avance sobre el mismo. El estudiante sustentará oralmente al final del curso su propuesta de Investigación y entregará un anteproyecto escrito vía Moodle.	Seguimiento a los objetivos de aprendizaje y planes individuales de trabajo.

*Nota:* Adaptado del programa de la asignatura Proyecto de Grado I de la Universidad ICESI.  
<https://www.icesi.edu.co/facultad-ingenieria/ingenieria-industrial#tab-41>

Por último, es importante aclarar que la asignatura Proyecto de Grado II en la ICESI (ver Apéndice B) maneja una metodología similar a la descrita en la tabla 9 y como requisito para cursarla el estudiante debe haber aprobado Proyecto de Grado I y el anteproyecto.

Otro caso particular que merece la pena revisar es la Universidad de los Andes, donde el proyecto de grado se desarrolla en tres asignaturas. Dentro del plan de estudios del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes, se encuentran contempladas las asignaturas Proyecto de Grado Intermedio, Proyecto de Grado I y Proyecto de Grado II.

El Proyecto de Grado Intermedio hace referencia a un taller de trabajo cuyo contenido programático tiene como objetivo que el estudiante integre herramientas y conceptos propios de la carrera, de solución a problemas empresariales reales y proponga soluciones creativas (Universidad de los Andes, 2019). La metodología del curso está compuesta por clases magistrales, conferencias, talleres con profesores, presentaciones de los estudiantes, entre otros. Con esto se espera que el estudiante pueda adquirir competencias propias de un ingeniero industrial. Esta asignatura cuantitativa es el primer acercamiento que tiene el estudiante a los aspectos relacionados a un trabajo de grado y a la vida laboral. Para el desarrollo de los proyectos se conforman grupos de cuatro personas, con lo que se espera fortalecer el trabajo en equipo, así como evidenciar el compromiso y responsabilidades que debe asumir el estudiante con su grupo de trabajo.

La asignatura Proyecto de Grado I que se conoce en la UIS como Trabajo de Grado I, tiene como propósito desarrollar en los estudiantes las competencias necesarias para plantear un problema y una propuesta de investigación. En cuanto al contenido del anteproyecto que se debe entregar al finalizar la materia, se puede notar que cuenta con una estructura muy semejante a la de un plan de proyecto para cualquiera de las modalidades trabajadas en el programa de

Ingeniería Industrial en la Universidad Industrial de Santander. (ver Apéndice C)

Dado que el programa de Ingeniería Industrial en la Universidad de los Andes se encuentra acreditado a nivel internacional, tiene como objetivo principal orientar todas sus asignaturas al desarrollo y fortalecimiento de competencias ABET.

De acuerdo con la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, la acreditación ABET es una prueba de que un programa universitario ha cumplido con los estándares esenciales para producir graduados listos para entrar en los campos críticos de la ciencia aplicada, la informática, la ingeniería, la tecnología y la ingeniería. Los graduados de un programa acreditado por ABET tienen una base educativa sólida y son capaces de dirigir el camino en la innovación, las nuevas tecnologías, y en previsión de las necesidades de bienestar y seguridad del público (ACOFI, 2016).

Al finalizar el curso Proyecto de Grado I en los Andes, se espera que el estudiante haya adquirido y fortalecido las siguientes habilidades: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, comprender la responsabilidad profesional y ética y comunicarse efectivamente de forma oral y escrita (Universidad de los Andes, 2019).

Por otra parte, la Universidad de Antioquia para culminar con su proceso de formación en el programa de Ingeniería Industrial, tiene dispuesto en el décimo semestre de la carrera la asignatura denominada Práctica Académica que es un espacio de formación para los estudiantes, que implica la ejecución de un proyecto de ingeniería en el que se aplican los conocimientos adquiridos en el programa académico en el cual está matriculado el estudiante. (Universidad de Antioquia, 2016). Para cualquiera de las modalidades presentadas en el Apéndice D, la práctica está estipulada para una duración de 6 meses con dedicación de tiempo completo por parte del estudiante.

El desarrollo de Práctica Académica de la Universidad de Antioquia se relaciona con las pasantías empresariales que se realizan de manera voluntaria en el programa de Ingeniería Industrial – UIS, sin embargo, comparte algunos factores con la asignatura Trabajo de Grado I y II como la asignación de una persona orientadora denominada asesor interno, presentación de una propuesta al comité de carrera, desarrollo de un informe final y presentación pública de los resultados obtenidos en la práctica.

De las diez universidades consultadas y relacionadas en el Apéndice A, la única universidad que cuenta con la opción de finalizar su programa de Ingeniería Industrial con una práctica profesional sin necesidad de realizar un informe final o sustentación de los resultados obtenidos es la Universidad de la Sabana. Las prácticas profesionales son períodos de trabajo de tiempo completo que se desarrollan durante seis meses continuos contados a partir de la fecha de inicio del contrato, en los cuales el estudiante de cada carrera de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de La Sabana deberá realizar funciones acordes con el grado de preparación teórica de su carrera. (Universidad de la Sabana, 2019). En el plan de estudios del programa se encuentra estipulado únicamente el desarrollo de la práctica profesional en el último semestre de la carrera y con una ponderación de 16 créditos.

Finalmente, en cuanto a la Universidad EIA, Universidad del Norte, la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Distrital, y Pontificia Universidad Javeriana comparten factores muy similares en su forma de llevar a cabo el proceso de Trabajo de Grado tanto en los parámetros establecidos y las metodologías utilizadas en el programa de Ingeniería Industrial – UIS.

## **5.2 Análisis de prácticas de universidades de referencia internacionales.**

Con el fin identificar prácticas aplicadas en la elaboración de proyectos de grado, se realizó una revisión en universidades de referencia a nivel internacional. La selección de las universidades a analizar se realizó de la siguiente manera:

Inicialmente se tomó como referencia el Ranking Académico de las Universidades del Mundo Shanghái (ARWU), se realizó una búsqueda en las primeras 100 universidades del ranking y dada la disponibilidad de la información se seleccionaron las que llevaron a cabo prácticas interesantes en su forma de realizar los proyectos de grado, teniendo en cuenta la existencia de programas de ingeniería en dichas universidades. Con los resultados de esta búsqueda, se determinó que era necesario ampliar la cantidad de universidades revisadas y se consultaron otras universidades del mismo ranking, pero por fuera de las 100 primeras. Finalmente, para diversificar de mejor manera esta revisión, se optó por indagar en universidades de Sudamérica, y así tener un panorama más completo de prácticas interesantes a analizar.

### **5.2.1 Universidad de Princeton.**

Desde que los estudiantes empiezan sus estudios en Princeton, son animados y desafiados a desarrollar sus intereses académicos y a evolucionar como pensadores independientes. (Universidad de Princeton, 2019).

De acuerdo a la información presente en el portal de la universidad, la culminación de este proceso es la Tesis de Grado, la cual ofrece a los estudiantes una única oportunidad de seguir una investigación original y obtener una beca en un campo de su elección. En Princeton, cada estudiante en esta instancia escribe una tesis o, en caso de algunos departamentos de ingeniería, emprenden un proyecto independiente. Junto al proceso de la Tesis Senior (Tesis del último año), está la oportunidad de trabajar uno a uno con un miembro de la facultad que lo guía

en el proceso del desarrollo del proyecto, de hecho, existe un grupo en las facultades llamado Grupo de Escritores de Tesis Senior (STWG por sus siglas en inglés), que ofrece reuniones, recursos y talleres para ayudar a los estudiantes durante su último año en Princeton. La Tesis del último año se desarrolla durante un año completo, empezando en la terminación del Semestre de Primavera Junior. En el año Junior, el trabajo independiente incluye un documento, una serie de ensayos o una serie de proyectos, que están determinados como el Proyecto Junior, el cual sirve como precursor para la Tesis de último año. Este proyecto funciona como un entrenamiento valioso donde el estudiante recibe retroalimentación de los consejeros de su facultad, con el fin de que aprenda a formular y examinar preguntas de investigación ambiciosas a través del enfoque de la disciplina escogida. Las licenciaturas en ciencia e ingeniería ofrecen además cursos de diseño y prácticas similares en dicho año.

### **5.2.2 Universidad de California, Berkeley.**

En la Universidad de California, Berkeley, los títulos a nivel de pregrado pueden clasificarse en dos grupos, Títulos de Ciencia, y Títulos de Arte (Bachelor of Science y Bachelor of Arts en inglés). Los primeros son alcanzados en programas cuya temática gira en torno a la ingeniería, informática, o ciencias naturales, mientras que los B.A. son alcanzados en programas de humanidades, ciencias sociales e incluso ciencias naturales. En algunos programas con temáticas de ciencias es posible realizar tanto un B.S. como un B.A., los cuales se completan al terminar una serie de cursos diseñados para proporcionar las competencias necesarias a los estudiantes en sus respectivos campos (Universidad de Berkeley, 2019).

### **5.2.3 Universidad de Illinois.**

En el último año del programa de Ingeniería Industrial, los estudiantes amplían y profundizan sus conocimientos con cursos electivos técnicos adicionales, a su vez, todos los

estudiantes participan en el Programa Superior de Ingeniería (Universidad de Illinois, 2019) donde realizan el Proyecto de Ingeniería de Último Año (Senior Engineering Project), considerado como la experiencia final para los estudiantes en esta instancia. Según la información presente en la documentación web de la institución, este proyecto se realiza en grupos compuestos de entre tres o cuatro estudiantes y un consejero de la facultad, con el fin de resolver problemas del mundo real propuestos por algunos socios de la institución presentes en la industria, quienes no solo financian los proyectos, sino que también trabajan en estrecha colaboración con cada equipo. En esta notable colaboración de educación e industria, los estudiantes toman la iniciativa en la investigación. Los resultados son documentados en un informe escrito final y se realiza una presentación formal a la compañía; con esto se espera que los estudiantes den solución al problema propuesto por la compañía o demuestran que no puede ser resuelto. Muchos de los equipos han visto implementadas sus soluciones propuestas, incrementando así la productividad y rentabilidad en las compañías patrocinadoras de estos proyectos.

La realización de este proyecto fue implementada por primera vez en 1968 (Illinois, 2019), y a lo largo de los años ha permitido que el Departamento de Ingeniería de Sistemas Industriales y Empresariales resulte atractivo para proyectos de pequeñas y grandes compañías, dentro de las cuales se encuentran McDonnell Douglas Aerospace, Dow Agrosiences, Monsanto, y General Electric.

#### **5.2.4 Universidad de Washington.**

Los estudiantes de último año de la Universidad de Washington realizan un Proyecto de Último Año, el cual es considerado como el proyecto final en su campo de estudio y la culminación de su tiempo en dicha institución (Universidad de Washington, 2019).

Los proyectos de último año pueden ser realizados de varias maneras, pero todos deben resultar en un producto tangible que pueda documentarse y evaluarse. Además del trabajo central del proyecto en sí, los estudiantes también describen y analizan su proyecto por escrito como parte de su Portafolio Online de Estudiantes Senior; presentan su trabajo oralmente en el trimestre de primavera en la Noche de Proyectos de Último Año, e ilustran su trabajo gráficamente en un poster producido para ser mostrado en el Salón Gould durante la graduación.

A manera de ejemplo, las formas más comunes que toma este proyecto en el programa de Comunidad, Entorno y Planeación de acuerdo a la información presente en el portal web de la Universidad de Washington son:

**Proyectos Profesionales o Basados en el Cliente:** Son proyectos que responden a la necesidad de un cliente. Dicho cliente puede ser una comunidad, una organización, o incluso otro individuo. Normalmente estos proyectos tienen un alcance de trabajo y un grupo de entregables que son definidos por el cliente, aunque a menudo se determinan en conjunto con el estudiante autor. Generalmente los entregables toman forma de reportes profesionales o planes.

**Proyectos de Investigación Académica:** Estos son proyectos basados en la investigación, diseñados completa o parcialmente por los estudiantes autores. Los proyectos de investigación siguen unos métodos académicos estándar para desarrollar preguntas e hipótesis, recopilar y analizando datos, así como redactar y presentar resultados. Los estudiantes pueden de manera independiente desarrollar su investigación o pueden trabajar en un proyecto dirigido por un miembro de la facultad o un estudiante de posgrado avanzado. Generalmente los resultados de la investigación toman la forma de documentos o informes académicos, y a menudo son presentados en conferencias o impresos en revistas académicas.

**Proyectos de Organización Comunitaria:** Este tipo de proyectos tienen como objetivo organizar personas en torno a temas, eventos o actividades particulares. Tienden a estar muy orientados al proceso y a menudo los entregables (un evento, una reunión de la comunidad, una plantilla para acciones adicionales, entre otros) son menos sustanciales y complejos que el proceso que lo produjo. Consecuentemente, uno de los entregables de este tipo de proyectos es la documentación cuidadosa del proceso en sí. Estos proyectos son muy colaborativos dada su naturaleza, los estudiantes autores comúnmente trabajan en estrecha colaboración con otros estudiantes (a menudo de otros programas) u organizadores. La audiencia para estos proyectos es, primero, la población objetivo de la actividad organizadora y, segundo, los otros organizadores o la organización que patrocina el evento.

**Proyectos de Emprendimiento:** Aunque no es tan común, cuando se hace correctamente, estos a menudo resultan ser los proyectos más duraderos (Universidad de Washington, 2019). Los proyectos de emprendimiento son una oportunidad para comenzar una nueva organización o negocio. Habitualmente estos son proyectos muy complicados con grandes alcances de trabajo y plazos que van más allá del último año. Debido a su complejidad, los proyectos empresariales a menudo se centrarán en solo una o dos fases de la tarea empresarial, como completar un análisis de mercado o desarrollar un plan de negocios. La entrega para estos proyectos se define dentro del contexto de la misión más amplia del proyecto, y la audiencia principal es, por lo general, potenciales patrocinadores externos de la visión más amplia.

**Proyectos de Demostración:** Son proyectos diseñados para ilustrar una idea, visión, proceso o habilidad pero que no tienen un cliente identificado. Pueden ser artísticos (por ejemplo, desarrollar un portafolio de fotografías), conceptuales (por ejemplo, una maqueta de un nuevo sistema de filtración de agua), basados en un plan de estudios (por ejemplo, un plan

curricular para enseñar agricultura sostenible en las escuelas locales), o cualquier otra cosa. Son particularmente buenos para los estudiantes que desean desarrollar una idea o seguir un concepto sin comprometerse con un cliente u organización externa. Los métodos, los resultados y la audiencia prevista dependen en gran medida de la naturaleza del proyecto en sí, por lo que deben ser cuidadosamente especificados por el autor del estudiante desde el inicio del proyecto.

**Proyectos Orientados al Programa de Comunidad, Entorno y Planeación:** Estos proyectos responden a las necesidades del programa y tienden a estar muy orientados a las tareas. Los proyectos anteriores han incluido la modernización del sitio web del CEP, la creación de nuevas directrices de manuales existentes y el desarrollo de la base de datos de antiguos alumnos. El alcance del proyecto se determina en consulta con la dirección del programa, y la audiencia del proyecto es el programa en sí.

### **5.2.5 Universidad de Deakin.**

En la Universidad de Deakin de Australia, el enfoque para el trabajo de grado gira en torno a la investigación. El proyecto de grado y su respectivo entregable puede estar estructurado de varias maneras, el estilo que el estudiante escoja debe ser el apropiado para su respectiva disciplina de estudio (Universidad de Deakin, 2019). Cabe resaltar, que no todas las estructuras son válidas en todas las facultades, sin embargo, están estipuladas de la siguiente manera como se puede apreciar en la Tabla 10 a continuación:

**Tabla 10.***Estructura de Trabajo de Grado en la Universidad de Deakin.*

Tipo de trabajo de grado	Descripción	Facultad de Artes y Educación y la Escuela de Arquitectura y Entorno de Construcción	Demás Facultades e Institutos
Trabajo Convencional	Es un texto monolítico, estructurado como un libro.	Sí	Sí
Trabajo por Publicación	Está basada en una serie de documentos académicos publicados al momento de la presentación de este tipo de tesis, incluye secciones conectadas entre sí o capítulos que explican cómo los documentos constituyen un cuerpo de trabajo coherente.	Sí	Sí
Trabajo Creativo y Exegesis	Son presentados mediante una tesis convencional y una exégesis escrita de apoyo, entendiendo esta última como una interpretación crítica y completa del texto con enfoque científico o investigativo, aunque en algunos casos también puede ser filosófico o religioso.	Sí	No
Formato de Folio	La tesis toma forma de folio, que incluye una disertación sustancial junto con reportes, documentos y publicaciones presentadas en medios apropiados para el contexto profesional. Se debe presentar, desarrollar y sostener una posición que puedan apoyar con un estudio empírico, ubicarlo en la comprensión claramente explicada de la literatura relevante o de temas relevantes en la teoría, política y/o contexto práctico de la profesión.	Sí	No

*Nota:* Adaptado del portal web de la Universidad de Deakin. <https://www.deakin.edu.au/students/research/your-thesis-and-examinations/thesis-structure-options>

### 5.2.6 Universidad Autónoma de México.

En la Universidad Autónoma de México, el reglamento de opciones de titulación para las licenciaturas de la Facultad de Ingeniería estipula que la titulación puede obtenerse bajo 10 modalidades:

1. Titulación mediante tesis o tesina y examen profesional
2. Titulación por actividad de investigación
3. Titulación por seminario de tesis o tesina

4. Titulación mediante examen general de conocimientos
5. Titulación por totalidad de créditos y alto nivel académico
6. Titulación por trabajo profesional
7. Titulación por estudios de posgrado
8. Titulación por ampliación y profundización de conocimientos
9. Titulación por servicio social
10. Titulación por actividad de apoyo a la docencia

Además, también se estipula en dicho reglamento que independientemente de la opción de titulación que se elija, la evaluación que se realice al estudiante debe reflejar un alto nivel académico cumpliendo con los objetivos de valorar en conjunto los conocimientos generales del estudiante, fomentar la demostración de la capacidad para aplicar dichos conocimientos adquiridos y evidenciar el criterio profesional que se tiene al sustentar el tipo de trabajo realizado (UNAM,2018). Los parámetros de cada una de las modalidades se encuentran en el Apéndice E, incluyendo también otros aspectos referentes a otras partes involucradas en el proceso de trabajo de grado.

### **5.2.7 Universidad Pontificia Católica de Chile.**

Para la obtención de un título profesional en la facultad de ingeniería en la Universidad Pontificia Católica de Chile, los estudiantes inicialmente pasan por un periodo de Prácticas Profesionales, donde el objetivo es poner al alumno en contacto con el trabajo profesional en una empresa, buscando que cada uno participe aplicando de manera creativa los conocimientos y técnicas adquiridas en sus estudios de pregrado (Universidad Pontificia Católica de Chile, 2014). Cabe resaltar que, como requisito obligatoriamente deben cumplir con un nivel de inglés requerido por el programa, así como la aprobación de 400 créditos en cursos específicos del plan

curricular antes de realizar las prácticas mencionadas. Posterior a esto, según el reglamento de normas y requisitos de titulación, el estudiante debe realizar alguna de las siguientes actividades:

***Aprobar un examen de título:*** Consiste en un examen de carácter global e integrador, centrado fundamentalmente en contenidos relativos a la especialidad que ha seguido el alumno. Su objetivo es medir la capacidad del alumno para diagnosticar problemas y proponer soluciones en el ámbito de su especialidad (UC, 2019).

***Realizar y aprobar un Proyecto de Título:*** Este proyecto puede realizarse bajo dos modalidades:

***Residencia:*** Consiste en un periodo donde el alumno realiza actividades de investigación, desarrollo o innovación bajo la dirección de un profesor, esta actividad puede desarrollarse fuera de la Facultad, en una empresa o institución, quienes definirán en común acuerdo los objetivos y actividades del trabajo a realizar por el alumno.

***Trabajo de Investigación o Tesina:*** Corresponde a una investigación acotada y/o actividad de generación de conocimiento específica, realizada bajo la dirección de un profesor de la Facultad.

***Cursar y aprobar 40 créditos estando inscrito como alumno regular de postgrado:*** Su objetivo es promover la articulación del pregrado y postgrado de la Facultad, además de permitir al alumno progresar en su formación a un grado académico donde desarrollará su capacidad de proponer soluciones a problemas a través de la investigación, uso de tecnologías y/o planificar estratégicamente un emprendimiento (UC, 2019).

## **6. Análisis Situacional**

Con el desarrollo del análisis situacional, se obtuvo un punto de partida sobre el estado en que se encuentra la formulación y elaboración de proyectos de grado en el programa de Ingeniería Industrial, así como hacer énfasis en las causas que generan reprocesos en la elaboración del trabajo de grado. Para realizar este análisis, fue necesario acudir a la oficina de Alianza Industrial de la EEIE con el fin de obtener bases de datos que permitieran recopilar información útil para llevar a cabo el diagnóstico, se extrajeron datos de la plataforma industrial.uis.edu.co, que cuenta con información pública para toda la comunidad y se contactaron profesores planta y cátedra para conocer sus percepciones y experiencias en el rol de director o codirector de proyecto de grado. Finalmente, por medio de un análisis de la documentación institucional (PEP, acuerdos Consejo Superior y acuerdos Consejo Académico) y revisión de literatura se identificaron las competencias para cada una de las modalidades de la asignatura Trabajo de Grado I.

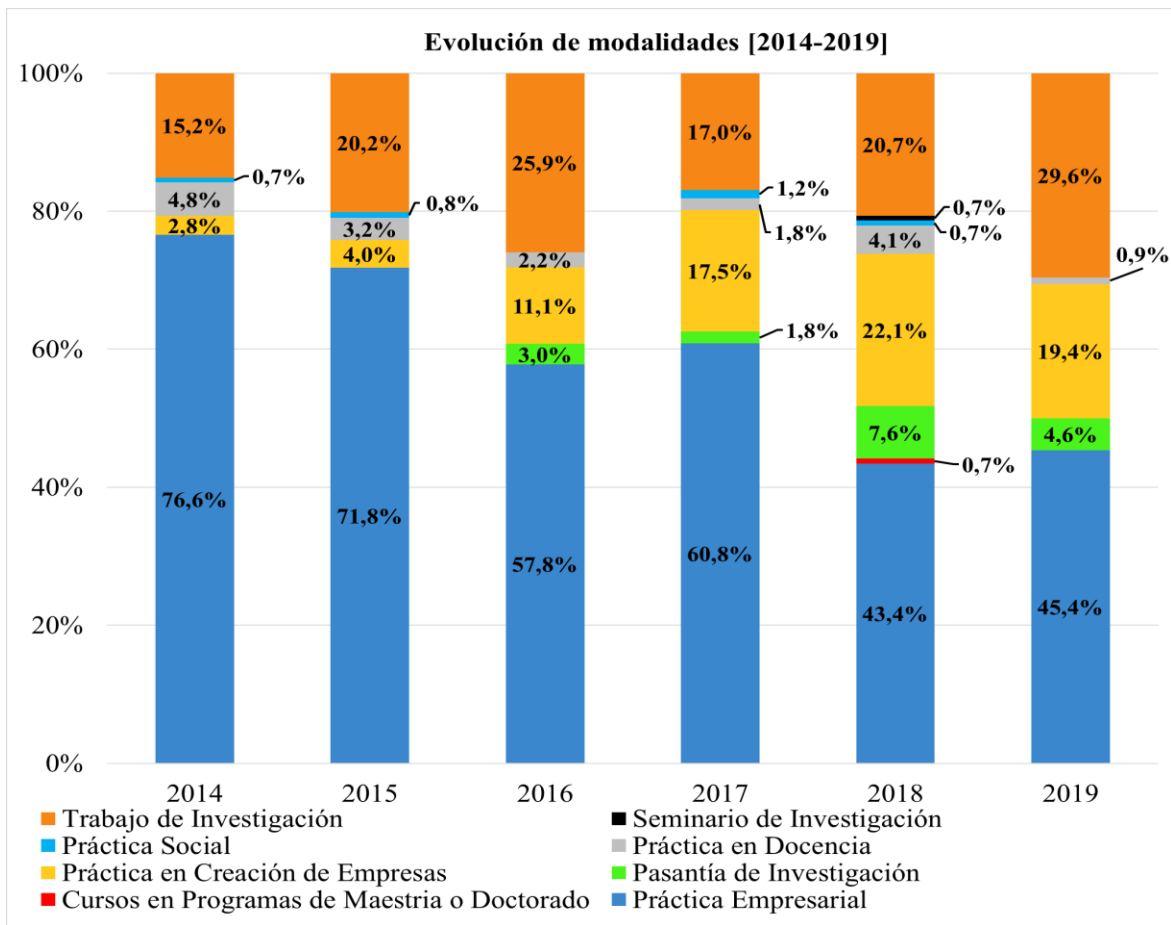
### **6.1 Evolución de las modalidades.**

Los datos utilizados para observar la evolución que han tenido las modalidades en términos de la cantidad de proyectos realizados fueron tomados desde el año 2014, principalmente por la disponibilidad de la información, dado que antes de ese año la plataforma de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (industrial.uis.edu.co) no contaba con una trazabilidad completa de los proyectos. Por este mismo motivo, para el análisis trazabilidad de los proyectos se tomaron datos que datan desde el año 2015.

Cabe aclarar que para el año 2019 se tomaron los proyectos realizados hasta el mes de septiembre. La totalidad de estos datos se pueden observar en el Apéndice F y a manera de resumen, se recopilaron en la figura 10.

**Figura 10.**

*Evolución de las modalidades 2014-2019.*



Antes del acuerdo 004 del 2007, en el programa de Ingeniería Industrial el proyecto de grado se podía realizar bajo 4 modalidades: Práctica Empresarial, Práctica de Servicio Social, Investigación y Docencia. Para ese entonces, la gran mayoría de proyectos se realizaban en la modalidad de práctica empresarial de acuerdo a la información obtenida por parte de la profesional de Alianza Industrial, sin embargo, con el paso del tiempo los estudiantes han dado una mayor acogida a las demás modalidades de proyecto de grado. El acuerdo 004 del 2007 precisamente permitió ampliar la gama de proyectos que podían presentar los estudiantes, debido a que además de que se ajustó la reglamentación de las modalidades existentes, también se

añadieron 4 modalidades más: Pasantía de Investigación, Seminario de Investigación, Práctica en Creación de Empresas y Curso en Programas de Maestría o Doctorado.

En el estudio de cantidad de proyectos realizados en el programa de Ingeniería Industrial desde el año 2014, se pudo evidenciar la mayoría de proyectos de grado aún se realizan bajo la modalidad de Práctica Empresarial, conformando así en los años 2014 y 2015 más del 70% de cantidad total de proyectos realizados en dichos años (76,6% y 71,8% respectivamente), sin embargo, desde 2016 en adelante este porcentaje disminuyó y empezó a oscilar entre el 43,4% y el 60,8% sin dejar de ser superior a los demás.

Se puede destacar una tendencia creciente en la modalidad de Trabajo de Investigación, lo que se puede deber a la ya mencionada creación de la Maestría de Ingeniería Industrial. Dado que los magísteres aumentan el número de profesores, que podrían ser directores o codirectores para esta modalidad y además, se fortalecieron los grupos de investigación y se incrementó la cantidad de proyectos de grado. Adicionalmente, en el año 2016 los grupos de investigación se unieron para formar los semilleros de investigación, con esto lograron acercarse más a los estudiantes de pregrado y así encaminarlos a los trabajos de investigación, pasantía de investigación o semilleros de investigación.

La modalidad de Práctica en Creación de Empresas, que tiene como requisito principal estar cursando o haber aprobado la asignatura Emprendimiento, que es una electiva en el plan de estudios del programa, ha tenido mayor acogida por parte de los estudiantes para realizar su proyecto de grado, desde el año 2017 los proyectos bajo esta modalidad han representado entre el 17 y 22% de la totalidad de proyectos realizados.

Se puede evidenciar también que en la Escuela se está gestando un interés por las modalidades de Práctica en docencia y Práctica Social, ya que en los años analizados han

aparecido algunos proyectos en estas modalidades que han llegado a conformar alrededor del 5% del total de proyectos realizados.

## 6.2 Trazabilidad de tiempos de Proyectos de Grado.

Para realizar un análisis de trazabilidad respecto a los tiempos transcurridos en los proyectos realizados desde el año 2015, se tomó la cantidad total de proyectos realizados en esos años y se aplicó muestreo estratificado, esto con el fin de que la muestra utilizada para el estudio fuera lo más representativa posible. Cabe aclarar que de las ocho modalidades utilizadas en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, se excluyó la modalidad de Cursos en programas de Maestría o Doctorado para el estudio debido a la naturaleza que esta tiene. La muestra se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{(N) \times (Z_{\alpha}^2) \times (p) \times (q)}{(d^2) \times (N-1) + (Z_{\alpha}^2) \times (p) \times (q)}$$

Sabiendo que la cantidad total de proyectos de grado terminados desde 2015 hasta septiembre de 2019 es de 677 (Alianza Industrial, 2019), al utilizar un nivel de confianza de 95%, un margen de error del 10% y asumiendo igual valor de probabilidad para p y q (Probabilidades de aprobar o no el proyecto en el tiempo regular esperado) se obtuvo que el tamaño de la muestra a utilizar es de 85 proyectos, sin embargo, con el fin de analizar como mínimo un proyecto de cada una de las 7 modalidades, fue necesario aumentar esta cifra a 88 proyectos.

A la par de este proceso, se determinaron las cantidades de proyectos destacados resultantes para cada una de las modalidades en el mismo periodo de tiempo, con el fin de tener en cuenta la proporción que estos representarían en la muestra final. A partir de este resultado, se seleccionaron los 88 proyectos a analizar de manera aleatoria teniendo en cuenta la estratificación obtenida para las modalidades y los proyectos destacados (ver Apéndice G),

posteriormente se realiza la trazabilidad para cada uno de los proyectos extrayendo como dato importante el tiempo transcurrido entre la primera vez que se presenta el tema y la aprobación del plan de proyecto (Ficha - Plan), así como el tiempo entre la aprobación del Plan de Proyecto y sustentación del libro final (Plan - Libro). Del estudio de trazabilidad se extrajeron los datos promedio, máximo y mínimo para los rubros anteriormente mencionados (ver tabla 11).

**Tabla 11.**

*Duración Ficha-Plan y Plan-Libro*

	Duración Ficha-Plan [Días]		Duración Plan-Libro [Días]	
	Para el total de la muestra	Para proyectos destacados de la muestra	Para el total de la muestra	Para los proyectos destacados de la muestra
<b>Promedio</b>	171,6	144,04	198,93	176,53
<b>Máximo</b>	700	311	511	380
<b>Mínimo</b>	34	35	21	21

Para determinar el comportamiento grupal de los datos, se llevaron a la herramienta estadística Minitab para ser procesados, donde se realizaron análisis por cuartiles y la verificación del comportamiento normal de los datos.

De los cuartiles obtenidos para la Duración Ficha-Plan se puede resaltar que la mitad de los proyectos analizados cumplieron con una duración inferior a los 146 días, lo cual está dentro de los límites de un periodo académico regular (ver figura 11).

**Figura 11.**

*Comportamiento de datos Duración Ficha-Plan.*

**Estadísticas**

Variable	Media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango
DURACIÓN FICHA-PLAN (DÍAS)	171,6	105,1	34,0	106,8	146,0	207,5	700,0	666,0
Variable	IQR							
DURACIÓN FICHA-PLAN (DÍAS)	100,8							

*Nota: Adaptado de la herramienta de análisis estadístico Minitab 19.*

En el análisis realizado para la Duración Plan-Libro se obtuvo que en la mitad de los proyectos analizados esta fase fue realizada en menos de 176 días, lo cual está cerca de la duración de un semestre académico regular (Ver Figura 12).

**Figura 12.**

*Comportamiento de datos Duración Ficha-Plan.*

<b>Estadísticas</b>								
Variable	Media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango
DURACIÓN PLAN-LIBRO (DÍAS)	198,9	114,8	21,0	116,0	176,0	260,3	511,0	490,0
Variable	IQR							
DURACIÓN PLAN-LIBRO (DÍAS)	144,3							

*Nota: Adaptado de la herramienta de análisis estadístico Minitab 19.*

Para complementar los análisis por cuartiles, se realizó una prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov con ayuda de la herramienta estadística Minitab (ver figuras 13 y 14), con el fin de establecer si la muestra tomada provenía de una población con comportamiento normal. Sabiendo que según el artículo 3 del acuerdo 004 de 2007 del Consejo Superior de la universidad, el desarrollo del trabajo de grado debería llevarse a cabo durante dos periodos académicos, la prueba de normalidad se realiza para verificar si los tiempos de los proyectos seleccionados en la muestra siguen un comportamiento dentro de dicho parámetro.

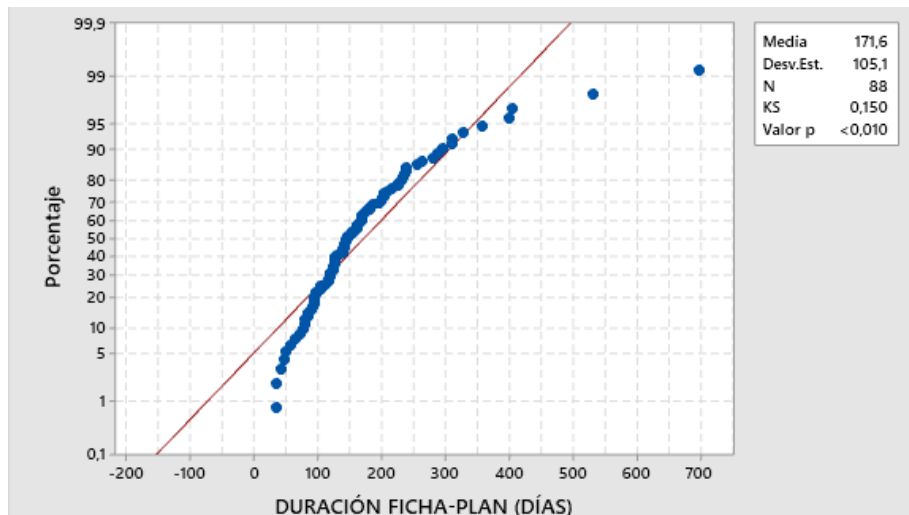
La prueba de hipótesis realizada en la prueba de normalidad para ambas muestras de duraciones es la siguiente:

H<sub>0</sub>: La población de la que proviene la muestra sigue una distribución normal

H<sub>1</sub>: La población de la que proviene la muestra no sigue una distribución normal

**Figura 13.**

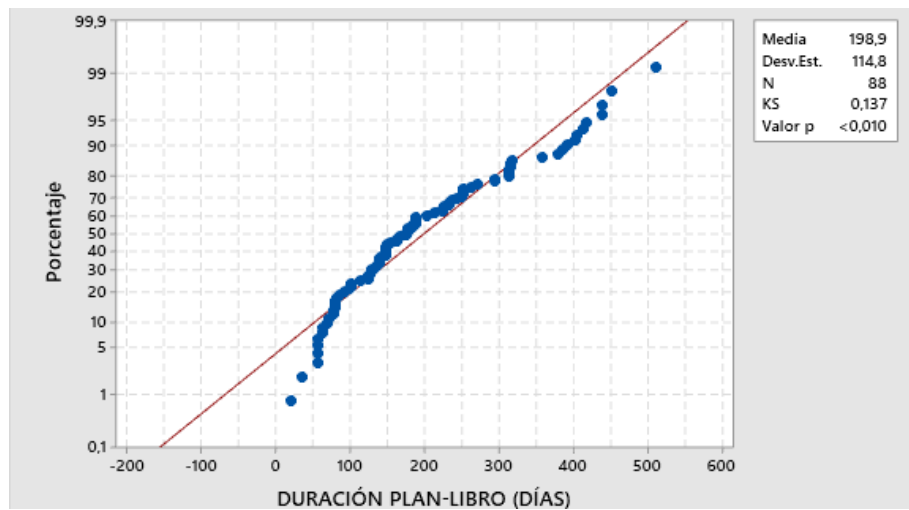
*Gráfica de probabilidad de Duración Ficha-Plan.*



*Nota: Adaptado de la herramienta de análisis estadístico Minitab 19.*

**Figura 14.**

*Gráfica de probabilidad de Duración Plan-Libro.*



*Nota: Adaptado de la herramienta de análisis estadístico Minitab 19.*

De los resultados se puede evidenciar que a un nivel de significancia del 5%, dado el valor p en ambos casos, se rechazan las hipótesis nulas, concluyendo así que ninguna de las 2 muestras de datos proviene de una población de comportamiento normal. Con el fin de soportar

lo anterior, se realizó una identificación de razones que se pueden asociar a lo obtenido de las pruebas de hipótesis, para lo cual se recolectó inicialmente las solicitudes realizadas en cada uno de los proyectos de la muestra. Dada la cantidad de solicitudes encontradas, la verificación de su incidencia en mayores duraciones en el desarrollo del proyecto, así como la comparación con los proyectos destacados (ver figura 15), se determinó que esto sí puede ser considerado como una de las razones que se asocian a la generación reprocesos y/o retrasos en cada una de las instancias del proyecto.

**Figura 15.**

*Consolidado solicitudes de Trazabilidad de Proyectos.*

Tipo de Solicitudes	Ficha - Plan	Plan - Libro	% Ficha	% Plan	Destacados Ficha - Plan	Destacados Plan - Libro	% Destacados Ficha	% Destacados Plan
Cambiar Director	12	4	18,75%	6,45%	2	1	15,38%	14,29%
Cambiar Justificacion y/o Planteamiento del Problema	2	1	3,13%	1,61%	0	0	0,00%	0,00%
Cambiar Modalidad	3	1	4,69%	1,61%	0	0	0,00%	0,00%
Cambiar Objetivo General	5	7	7,81%	11,29%	1	3	7,69%	42,86%
Cambiar Objetivos Especificos	14	22	21,88%	35,48%	4	1	30,77%	14,29%
Cambiar Titulo	5	5	7,81%	8,06%	0	1	0,00%	14,29%
Inscribir Codirector	3	5	4,69%	8,06%	0	0	0,00%	0,00%
Inscribir Tutor	8	4	12,50%	6,45%	2	0	15,38%	0,00%
Otro Tipo de Solicitud	5	6	7,81%	9,68%	1	1	7,69%	14,29%
Retirar Autor	3	2	4,69%	3,23%	2	0	15,38%	0,00%
Retirar Codirector	3	2	4,69%	3,23%	1	0	7,69%	0,00%
Retirar Tutor	1	3	1,56%	4,84%	0	0	0,00%	0,00%
<b>Total Solicitudes</b>	<b>64</b>	<b>62</b>			<b>13</b>	<b>7</b>		
<b>Sin solicitudes</b>	<b>24</b>	<b>26</b>			<b>15</b>	<b>21</b>		

Puede evidenciarse que en los proyectos destacados se presenta una menor cantidad de solicitudes, por lo que este resulta un grupo en el cual se puede identificar diferencias esenciales que les permiten generar menos reprocesos, lo que puede aportar información relevante para la generación de las posteriores guías instruccionales. Esto también se evidencia en los tiempos encontrados para estos proyectos en la muestra utilizada.

### **6.3 Estudio de causas de reprocesos.**

Para estudiar más a fondo las causas principales que generan los reprocesos en el desarrollo del proyecto de grado, se planteó una categorización de razones por las cuales se emitía un concepto de aplazamiento o rechazo del proyecto en alguno de sus entregables iniciales con el fin de aglomerar las distintas razones que presentaran semejanzas en los comentarios, dado que el estudio en este proyecto está enfocado precisamente en la asignatura de Trabajo de Grado I, la cual incluye la etapa central de planificación del proyecto. A partir de las bases de datos obtenidas en la oficina de Alianza Industrial, inicialmente se realizó una representación gráfica de las proporciones de fichas y planes con el concepto de aplazados y rechazados por modalidad para cada uno de los años analizados (ver Apéndice H).

Para iniciar se revisaron los temas de proyecto cuyo concepto emitido por el Comité de Trabajos de Grado fue el de ficha rechazada (ver tabla 12). Luego de identificar que Práctica Empresarial y Práctica en Creación de Empresas tienen la mayor proporción de rechazos, se pasó a analizar a fondo las razones por las cuales se producía la emisión de este concepto en las fichas. Esta información se extrajo a partir de los comentarios realizados por el Comité de Trabajos de Grado en las actas desde el año 2015 hasta septiembre de 2019. Del mismo modo, se generó esta categorización para las Fichas aplazadas y los planes aplazados para el mismo periodo de tiempo.

**Tabla 12.***Categorización de razones para fichas rechazadas.*

<b>Categorías</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>% de Categoría del total</b>
El proyecto no tiene el alcance suficiente para realizar un trabajo de grado.	25,0%	44,4%	9,7%	17,6%	10,3%	<b>19,7%</b>
No existe un factor diferenciador en la idea de negocio.	16,7%	3,7%	9,7%	10,8%	13,8%	<b>10,4%</b>
La idea no presenta elementos que permitan prever la viabilidad de la iniciativa de negocio.	8,3%	3,7%	6,5%	13,5%	27,6%	<b>12,7%</b>
El trabajo de grado ya se realizó anteriormente o existe con características muy similares.	16,7%	0,0%	9,7%	6,8%	6,9%	<b>6,9%</b>
El estudiante no cursó o está cursando la asignatura requisito.	0,0%	3,7%	3,2%	2,7%	10,3%	<b>4,0%</b>
Se deben replantear o redefinir los objetivos.	0,0%	14,8%	9,7%	10,8%	3,4%	<b>9,2%</b>
No se refleja con claridad la idea del proyecto.	16,7%	22,2%	22,6%	18,9%	6,9%	<b>17,9%</b>
La idea de negocio no corresponde a un trabajo de Ingeniería Industrial.	8,3%	3,7%	19,4%	8,1%	3,4%	<b>8,7%</b>
El tema no se ajusta a los lineamientos definidos para la modalidad.	8,3%	3,7%	9,7%	10,8%	17,2%	<b>10,4%</b>

Se pudo obtener que las razones más comunes por las cuales se rechaza una ficha, están basadas en el alcance del proyecto o en la poca claridad de la idea para este, por lo que estas razones serían objeto esencial de análisis para la generación de las guías instruccionales.

Así mismo, Práctica en Creación de Empresas y Práctica Empresarial son las modalidades que representan una mayor cantidad de temas de proyecto (fichas) aplazados, sin embargo, la categorización de razones obtenida para la emisión de este concepto resultó diferente (ver tabla 13).

**Tabla 13.***Categorización de razones para fichas aplazadas.*

<b>Categorías</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>% de Categoría del total</b>
Redefinir el objetivo general.	10,7%	12,6%	6,7%	1,0%	1,8%	<b>6,1%</b>
Redefinir o reordenar los objetivos específicos.	32,1%	31,0%	27,3%	19,6%	10,7%	<b>24,3%</b>
Proyecto sin director asignado.	3,6%	1,1%	4,0%	6,9%	3,6%	<b>4,0%</b>
Mejorar profundidad o claridad en la justificación.	14,3%	16,1%	12,0%	11,8%	21,4%	<b>14,2%</b>
Cambiar la modalidad del proyecto.	3,6%	3,4%	4,0%	3,9%	1,8%	<b>3,5%</b>
Mayor claridad en su propuesta de valor.	7,1%	1,1%	6,0%	5,9%	12,5%	<b>5,9%</b>
Se debe redefinir el alcance del proyecto.	7,1%	1,1%	13,3%	15,7%	10,7%	<b>10,6%</b>
Definir actividades y resultados pertinentes.	0,0%	5,7%	3,3%	2,9%	10,7%	<b>4,5%</b>
Redefinir el título.	3,6%	13,8%	4,7%	5,9%	10,7%	<b>7,6%</b>
El proyecto sólo tiene alcance para un estudiante.	3,6%	3,4%	3,3%	9,8%	1,8%	<b>4,7%</b>
El tema propuesto no corresponde a los lineamientos establecidos para la modalidad.	10,7%	6,9%	12,7%	11,8%	10,7%	<b>10,9%</b>
No se atendieron las anteriores observaciones del comité.	3,6%	3,4%	2,7%	4,9%	3,6%	<b>3,5%</b>

Se puede evidenciar que los comentarios cuyo contenido se refieren a la definición de los objetivos específicos se presentan con mayor frecuencia, lo cual coincide con lo evidenciado en la Figura 15 de la sección 6.2, donde se puede ver la relación directa que existe entre este tipo de comentarios y la cantidad de solicitudes que realizan los estudiantes producto de ello. Además, la profundidad o claridad con la cual se justifican los proyectos también son objeto común en los comentarios del Comité de Trabajos de grado.

Para la instancia de Plan de proyecto sólo se analizaron los conceptos de aplazamiento, debido a que el concepto de rechazo no se presenta de manera muy recurrente, por lo que la información que podría aportar no resultaría muy significativa. Los resultados obtenidos se encuentran en el Apéndice H.

El predominio de aplazamiento en las modalidades de Práctica empresarial y Práctica en Creación de Empresas sigue siendo lo común en las instancias de Plan de proyecto, sin embargo, también se presentan algunas diferencias en cuanto a las razones plasmadas en los comentarios del Comité de Proyectos de Grado (ver tabla 14).

**Tabla 14.**

*Categorización de razones para planes aplazados.*

Categorías	2015	2016	2017	2018	2019	% de Categoría del total
No se especifica la metodología utilizada.	19,7%	12,8%	7,8%	5,1%	11,9%	<b>11,8%</b>
Modificar los objetivos específicos.	2,8%	6,4%	10,9%	3,4%	7,1%	<b>6,1%</b>
Complementar el diagnóstico. (Avance de 2 meses)	26,8%	26,9%	21,9%	16,9%	23,8%	<b>23,6%</b>
No se hace una revisión de literatura rigurosa.	7,0%	3,8%	1,6%	8,5%	2,4%	<b>4,8%</b>
En el marco teórico no se encuentran todos los métodos o herramientas a utilizar.	11,3%	12,8%	4,7%	10,2%	4,8%	<b>9,2%</b>
No existe relación entre los resultados esperados y los objetivos.	5,6%	6,4%	9,4%	5,1%	7,1%	<b>6,7%</b>
No es claro el problema a atacar. (Planteamiento del Problema incompleto)	5,6%	9,0%	10,9%	8,5%	7,1%	<b>8,3%</b>
Atender observaciones en el documento.	14,1%	10,3%	25,0%	28,8%	31,0%	<b>20,4%</b>
La justificación del proyecto no es adecuada.	1,4%	7,7%	3,1%	5,1%	4,8%	<b>4,5%</b>
No se atendieron las anteriores observaciones del comité.	5,6%	3,8%	4,7%	8,5%	0,0%	<b>4,8%</b>

En su mayoría se observan comentarios referentes a que muchas veces no se ve reflejado un trabajo cuya profundidad fue tratada a lo largo de mínimo 2 meses, lo cual expone falencias en las competencias que debe tener un estudiante en cuanto a sus habilidades investigativas y críticas que le permiten añadir mayor solidez a lo propuesto en el diagnóstico del proyecto.

Además, los comentarios que aconsejan atender a observaciones realizadas con anterioridad son bastante frecuentes, por lo cual se deduce que en muchos casos los comentarios no son atendidos o son interpretados de manera errónea por parte del estudiante, esto puede estar

fundamentado en los principios que la información debe cumplir para ser atendida de manera correcta, aspecto que será objeto estudio en elaboración de las guías instruccionales.

#### **6.4 Percepciones de los directores y codirectores de proyectos.**

Con el propósito de estudiar las experiencias y percepciones que se tienen en el acompañamiento de los trabajos de grado, se realizó una encuesta a los profesores cátedra y planta del programa de Ingeniería Industrial.

La encuesta incluye aspectos referentes al flujo de información por parte de la Escuela hacia los directores o codirectores, así como un espacio para que los profesores describieran su experiencia apoyando la elaboración de proyectos de grado, y otro espacio para que proporcionaran sugerencias en pro del mejoramiento del proceso de elaboración del proyecto de grado desde su perspectiva. La recopilación de respuestas obtenidas en la encuesta virtual se encuentra en el Apéndice I.

A nivel general, de los resultados obtenidos se pudo identificar que existen posibilidades de mejora en cuando al flujo de información que se maneja acerca de los proyectos de grado, muestra de ello es que de los profesores encuestados, el 29,5% no conoce las 8 modalidades que el programa ofrece para el desarrollo del proyecto, además, el 45,5% de los encuestados considera que la Escuela no ofrece espacios suficientes para mantener informado a los profesores acerca de las modificaciones pertinentes al proceso del Trabajo de Grado, al ser casi la mitad de la población, resulta evidente que este aspecto es uno de los principales puntos de mejora.

El portal [industrial.uis.edu.co](http://industrial.uis.edu.co) y la oficina de Alianza Industrial, son los medios que la mayoría de encuestados identifica como fuente de información principal, sin embargo, se pudo identificar que, aunque la mayoría considera que la información que reciben es útil, el flujo que

esta tiene para llegar hasta ellos no es el mejor, esto puede evidenciarse en los resultados de las preguntas 4 y 5 de la encuesta.

De los encuestados que han dirigido o codirigido proyectos de grado (84,1%), se identifica que en términos generales la mayoría de ellos califica su experiencia como buena o enriquecedora, sin embargo, expresan inconformidades con aspectos relacionados a la información que conocen acerca de los lineamientos del Trabajo de Grado, a la cual atribuyen el hecho de que su comunicación y direccionamiento podría ser mejor tanto para ellos, como para los estudiantes que dirigen o codirigen. Compilando las sugerencias específicas expresadas, se obtienen los siguientes puntos:

1. Mayor socialización de lineamientos del comité de trabajos de grado hacia los profesores que dirigen o codirigen proyectos de grado.
2. Seguimiento a estudiantes en cada etapa del proyecto de grado, con el fin de generar un apoyo en caso tal de recibir conceptos de aplazamiento en etapas tempranas del proyecto.
3. Fomentar una cultura en torno al Trabajo de Grado desde semestres tempranos, así como promover espacios que guíen a los estudiantes en aspectos como redacción, normas, bases de datos, construcción de marcos teóricos, análisis para planes de negocio, preparación de sustentaciones, entre otros.
4. Evaluar la posibilidad de manejar la documentación entregable en el proceso de manera digital.
5. Considerar una posible reestructuración de los parámetros en torno al Plan de Proyecto, de tal forma que se agilice la revisión de los aspectos vitales del mismo por parte del comité.

6. Existencia de Manuales que guíen a los estudiantes en los parámetros que se consideran para la presentación de solicitudes.

Finalmente, en cuanto a las competencias que resultan de mayor relevancia en la elaboración de Proyectos de Grado, los encuestados consideran que las habilidades investigativas, comunicativas, críticas y autocríticas y la capacidad de trabajar de manera autónoma, son las competencias más importantes que un estudiante debe tener al momento de elaborar su trabajo de grado, lo cual proporciona una idea hacia donde se podría direccionar la formación que el estudiante debe recibir, ya sea en espacios alternos a las materias del plan de estudios o dentro de las mismas.

### **6.5 Competencias de la asignatura Trabajo de Grado I**

Inicialmente, se revisó la documentación de la Universidad Industrial de Santander como el acuerdo No. 004 de 2007 del Consejo Superior, el acuerdo No. 240 de 2008 del Consejo Académico y lo establecido en el Proyecto Educativo del Programa (PEP), con el fin de identificar las competencias existentes para la asignatura Trabajo de Grado I. En esta documentación, se encontró definido un campo de competencias en la descripción de las asignaturas Trabajo de Grado I y II en el programa de Ingeniería Industrial (ver tabla 15), no obstante, la redacción responde más a las características de los resultados de aprendizaje, en vez de competencias como tal. Lo anterior puede soportarse con lo expuesto en el marco conceptual en la sección 3.2.4, dentro de la cual se define la terminología referente a un resultado de aprendizaje, un objetivo de aprendizaje y una competencia. Además, se presentan las diferencias existentes entre estos tres conceptos.

**Tabla 15.***Resultados de aprendizaje en Trabajo de Grado I y II.*

<b>Resultados de Aprendizaje - Trabajo de Grado I</b>	<b>Resultados de Aprendizaje - Trabajo de Grado II</b>
Identificar, diagnosticar y formular problemas y necesidades utilizando los conocimientos adquiridos en la Universidad.	Comprender los conceptos específicos para el desarrollo del proyecto.
Expresar y definir con argumentos el trabajo a realizar.	Buscar, seleccionar, analizar y evaluar información bibliográfica pertinente y actualizada sobre el tema de trabajo de grado.
Documentar con originalidad, claridad y coherencia los resultados del trabajo de aplicación en función de las normativas estipuladas.	Documentar con originalidad, claridad y coherencia los resultados del trabajo de aplicación en función de las normativas estipuladas.
Presentar el plan de proyecto en donde incluya entre otros la justificación, los objetivos y la metodología para desarrollar la problemática identificada.	Presentar el libro de proyecto en donde incluya entre otros la justificación, los objetivos, la metodología desarrollo, resultados, conclusiones y recomendaciones de acuerdo a la problemática identificada.
	Expresar y sintetizar las ideas ante los profesores y público general.

*Nota:* Tomado del Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Industrial, 2017. Propuesta de modificación plan de estudios del programa de Ingeniería Industrial. <http://industrial.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S100>

En vista de la falta de declaración de las competencias en la documentación revisada, se decidió proponer de manera general (común para todas las modalidades) y por modalidad, las competencias que se esperan que un estudiante del programa fortalezca en el desarrollo de su proyecto de grado.

Para establecer un punto de referencia, se incluyó en la encuesta virtual dirigida a los profesores una pregunta referente a las competencias que ellos consideraban más relevantes en un estudiante de Ingeniería Industrial al momento de formular un proyecto de grado. En esta encuesta, se presentaron 10 competencias genéricas las cuales fueron extraídas de fuentes como ACOFI (2016) y Cuartero y Heras (2010), las que fueron seleccionadas con mayor frecuencia por los docentes se exponen en la sección anterior (6.4) y se utilizaron como insumo inicial para generar las que finalmente serían propuestas como parte de las guías instruccionales.

Posteriormente, se consultaron fuentes como el Foro Económico Mundial, ABET, Saber Pro y algunas Universidades Nacionales de referencia (ver Apéndice J) a partir de las cuales se definieron las competencias para las modalidades de proyecto de grado en Ingeniería Industrial. En la figura 16, se exponen las competencias presentadas en una sesión del Comité de Trabajos de Grado el día 11 de marzo de 2020, donde se solicitó a sus miembros indicar cuáles de las trece competencias consideraban transversales para todas las modalidades.

### Figura 16.

*Matriz de Competencias Trabajo de Grado I.*

Competencias	Docente 1	Docente 2	Docente 3	Docente 4
Habilidad para resolver problemas de ingeniería asociados a intervención en instituciones u organizaciones.	X			X
Una comunicación efectiva tanto de forma oral como escrita.			X	X
Un entendimiento claro de la responsabilidad ética y profesional.	X			
Habilidades de evaluación de viabilidad de soluciones de problemas, considerando las limitaciones pertinentes.		X	X	
Habilidad para construir e interpretar modelos matemáticos.				
Habilidad para coordinar con otros.	X			
Habilidad para analizar de manera crítica.			X	X
Un manejo eficiente de las TIC.				
Habilidad para formular y caracterizar proyectos en distintos contextos.	X	X	X	X
Habilidad para trabajar de manera autónoma.			X	X
Habilidad para tomar decisiones acertadas de acuerdo al entorno.	X	X		
Capacidad de adaptación a nuevas situaciones		X		
Habilidad para recopilar y analizar información de diversas fuentes			X	X

Como resultado de lo anterior, se identificó que la “Habilidad para formular y caracterizar proyectos en distintos contextos” es una competencia principal y general para el desarrollo de los proyectos de grado, en la cual se encuentran directamente asociadas competencias definidas por los distintos autores y entidades consultados, tales como la capacidad de identificar correctamente problemas vitales en un contexto específico, habilidad para planificar una secuencia de actividades orientadas al cumplimiento de objetivos, habilidad para estructurar soluciones que respondan a necesidades del entorno, entre otras. Adicionalmente, se determinó que esta competencia es evidenciada a través de la realización y aprobación del plan

de proyecto, el cual deben elaborar todos los estudiantes en el curso de la asignatura Trabajo de Grado I.

Por otra parte, estas competencias fueron presentadas en cada una de las primeras versiones de las guías instruccionales, las cuales fueron revisadas por los profesores enlace designados por el Comité de Trabajos de Grado. De esta revisión, se recibieron comentarios sobre el contenido de las guías, algunos de ellos haciendo referencia a la definición de las competencias. Se compilaron estas observaciones y las más relevantes fueron llevadas a una segunda reunión con el Comité de Trabajos de Grado, en base a la cual se generó la última versión de las competencias definidas (ver Figura 17).

**Figura 17.**

*Versión Final de las Competencias.*

Competencias	Modalidades						
	PE	PCE	PS	PD	TI	SI	PI
Habilidad para identificar y dar solución a problemas presentes en empresas, organizaciones o instituciones utilizando las técnicas y herramientas propias de la Ingeniería Industrial.	✓		✓	✓	*		*
Un entendimiento claro de la responsabilidad ética y profesional.	✓	✓	✓				
Capacidad comunicativa (oral y escrita) en lengua nativa, en una segunda lengua y en lenguaje formales y gráficos.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Habilidad para integrar herramientas conceptuales, matemáticas y estadísticas que permitan aplicar el método científico.					✓	✓	✓
Habilidad para modelar fenómenos y procesos de manera que se facilite su comprensión e interpretación.	*				✓	✓	✓
Habilidad para trabajar en equipo y coordinar con las partes involucradas en el desarrollo de un proyecto.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Habilidad para analizar de manera crítica temáticas y problemáticas, con el fin de establecer posturas propias al respecto.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Habilidad para la apropiación y uso de TIC, principalmente software relacionado con el tema trabajado.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Habilidad para formular y caracterizar proyectos en distintos contextos.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Habilidad para trabajar de manera autónoma.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Habilidad para tomar decisiones acertadas de acuerdo al entorno.	✓	✓	✓				
Capacidad de adaptación a nuevas situaciones	✓		✓				
Habilidad para recolectar, analizar y seleccionar información de diversas fuentes.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

*Nota:* Los asteriscos hacen referencia a salvedades o excepciones que pueden esperarse para algunas modalidades, pero que no hacen parte de lo común en cada una de ellas.

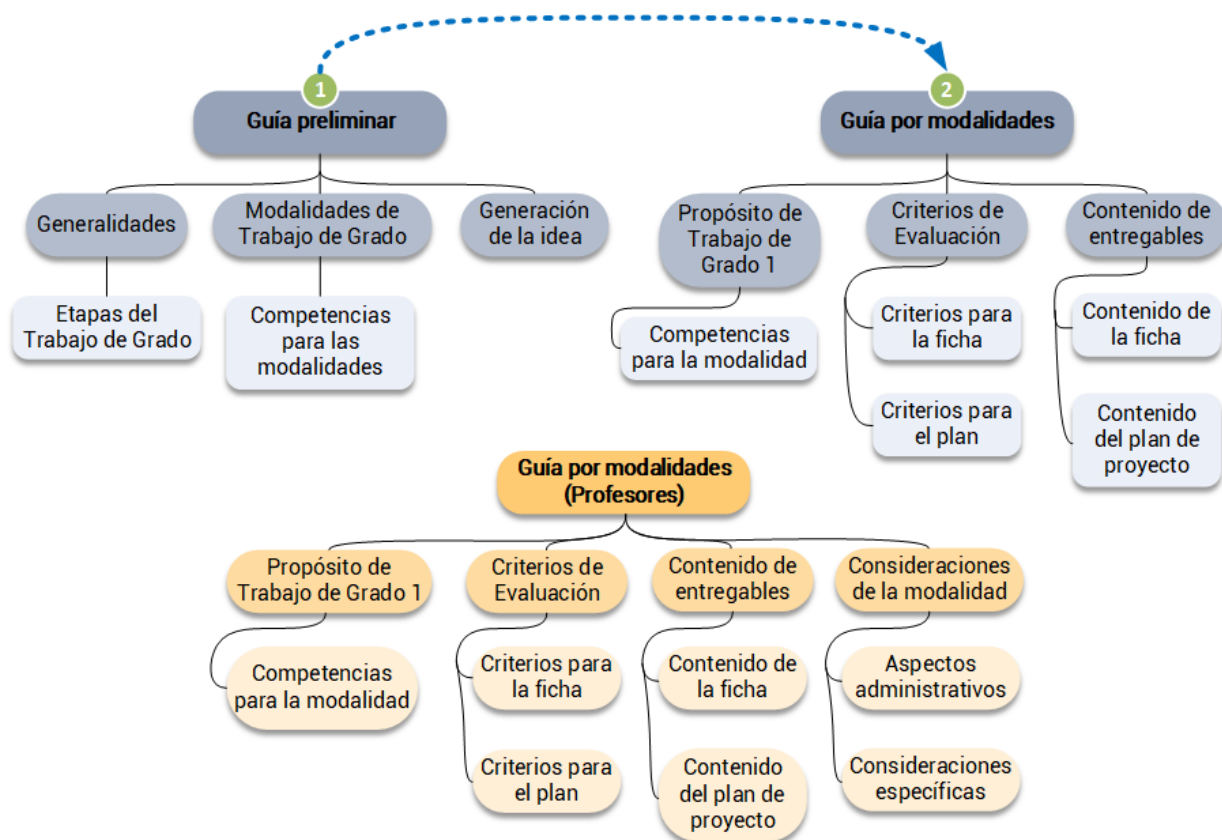
### 7. Guías Instruccionales para Trabajo de Grado I

Para el diseño de las guías instruccionales se indagó acerca del material de apoyo existente para la asignatura de Trabajo de Grado I en el programa de Ingeniería Industrial, se usó como base lo encontrado en el marco conceptual, en el benchmarking en universidades de referencia y se tuvieron en cuenta los comentarios del Comité de Trabajos de Grado.

Como se indica en la actividad 3.2 del desarrollo metodológico del presente trabajo de grado, se diseñaron 15 guías instruccionales, de las cuales 8 son dirigidas a los estudiantes (1 guía por cada modalidad trabajada en el presente trabajo de grado más una guía preliminar) y 7 a los profesores. Los documentos se encuentran disponibles desde el apéndice K al X. La estructura de las guías se puede evidenciar en la figura 18.

**Figura 18.**

*Estructura de las guías instruccionales*



## **7.1 Guía Preliminar**

La guía preliminar se diseñó con la intención de que sea la primera guía revisada por los estudiantes antes de dirigirse a las guías por modalidad. En ella se plasman aspectos generales que se deben conocer al momento de iniciar a desarrollar el proyecto de las asignaturas de Trabajo de Grado, además se plantea un diagrama que pretende orientar a los estudiantes en la generación de una idea para dicho proyecto.

### **7.1.1 Generalidades del Trabajo de Grado**

Las generalidades de este apartado parten de lo establecido en el acuerdo 004 de 2007 del Consejo Superior para Trabajo de Grado. Se presenta también un bosquejo del proyecto de grado a través de unas etapas de Planificación, Ejecución y Evaluación, además de asociar cada etapa con cada uno de los entregables (Ficha, Plan y Libro Final).

Para cada entregable se presentan algunas generalidades, particularidades y requisitos, teniendo en claro que, en el caso de la Ficha y el Plan, serán profundizados en las guías de las modalidades.

### **7.1.2 Modalidades del Trabajo de Grado**

En este apartado se plasman las definiciones de las modalidades del Trabajo de Grado de acuerdo a lo establecido en el Acuerdo 004 de 2007 del Consejo Superior de la Universidad Industrial de Santander, haciendo énfasis en que la modalidad de Curso en Programas de Maestría o Doctorado no se tiene en cuenta para las guías debido a sus particularidades como modalidad. Además, se plantean las competencias que se esperan desarrollar con el proyecto realizado para Trabajo de Grado en siete (7) de las ocho (8) modalidades establecidas. Estas competencias surgen a partir de la revisión de la literatura y antecedentes del presente Trabajo,

así como de los comentarios y observaciones por parte del Comité de Trabajos de Grado resultantes de las reuniones realizadas para exponer dichos elementos del presente documento.

### **7.1.3 Generación de la idea**

La sección de generación de la idea consta de un diagrama que tiene como finalidad servir de guía o ruta para los estudiantes que se encuentren en la etapa de planificación de su proyecto de grado, de tal forma que este proceso de generación arroje como resultado un tema de proyecto válido. El diagrama se apoya en el uso de las herramientas o espacios que se disponen para consultas de trabajos de grado realizados anteriormente, esto con el fin de que el estudiante adquiera nociones acerca de los temas que se han trabajado en ellos, además de permitirles verificar si existen trabajos que se alineen con sus intereses académicos.

## **7.2 Guía instruccional por modalidad para estudiantes**

Se elaboraron siete (7) guías instruccionales para cada una de las modalidades definidas para el programa de Ingeniería Industrial, exceptuando la modalidad de Curso en Programas de Maestría o Doctorado, las cuales están dirigidas a los estudiantes que se encuentren cursando la asignatura Trabajo de Grado I. Estas guías buscan dar a conocer al lector el para qué se realiza un proyecto de grado, los criterios de evaluación y el contenido de la ficha y el plan de proyecto. Además, se espera que con estas guías los estudiantes tengan un material de apoyo, que les permitan orientar el desarrollo de su proyecto en la etapa de planificación.

### **7.2.1 Propósito de Trabajo de Grado I - Modalidad**

En este apartado se define la modalidad en cuestión, se plasma el propósito de cursar Trabajo de Grado bajo dicha modalidad, se define como coexisten los distintos interesados o partes involucradas en el proceso de elaboración del proyecto y se definen las competencias que el estudiante obtendrá al cursar Trabajo de Grado bajo la modalidad en la que se encuentre.

### **7.2.2 Criterios de evaluación de Trabajo de Grado I**

Esta sección tiene como propósito que el autor del proyecto conozca los criterios bajo los cuales los profesores (evaluadores) y el Comité de Trabajos de Grado, revisarán y emitirán un concepto de evaluación para su tema y plan de proyecto, esto con el fin de que los estudiantes los tengan en cuenta al momento de elaborar los entregables y de esta forma, estos se encuentren dentro de unos parámetros que direccionen el proyecto hacia su aprobación.

### **7.2.3 Contenido para la formulación del Plan de Proyecto**

Como componentes principales de la guía instruccional, se encuentran definidos los contenidos de la ficha y el plan de proyecto, los cuales son necesarios para la aprobación de la asignatura Trabajo de Grado I.

En la ficha, los estudiantes presentarán elementos que permitan evaluar la viabilidad y alcance del trabajo de grado, por lo que en esta sección se describieron elementos como: Título, objetivos, justificación, actividades, resultados y demás información general que el autor del proyecto deberá preparar con anticipación. Los componentes descritos en la guía instruccional, corresponden a los solicitados por el Comité de Trabajos de Grado y son los que se encuentran disponibles para su diligenciamiento en la plataforma [industrial.uis.edu.co](http://industrial.uis.edu.co), al momento de subir el tema de proyecto al sistema por parte del estudiante.

Para el contenido del plan de proyecto, se consultaron primeramente los documentos y anexos que son de carácter público para los estudiantes de la asignatura de Trabajo de Grado I y los cuales están avalados por el Comité de Trabajos de Grado, en dichos archivos fue posible identificar la estructura del plan, los aspectos y demás consideraciones relevantes en la elaboración del documento para el estudiante. Adicionalmente, para algunas modalidades que contaban con tipologías de proyectos comunes o excepciones específicas, fue necesario

desarrollar unos apéndices como complemento de la información presentada para el estudiante. Finalmente, se elaboró una nueva plantilla para el presupuesto de los proyectos para cualquiera de las 7 modalidades, la cuál se encuentra referenciada en el presente proyecto como apéndice Y.

### **7.3 Guía instruccional por modalidad para profesores**

Se elaboraron siete (7) guías instruccionales dirigidas a profesores, una para cada modalidad trabajada en el presente proyecto. Estas guías exponen el propósito del trabajo de grado para la modalidad en específico, los criterios de evaluación y la estructura general del contenido de los entregables de la asignatura Trabajo de Grado I.

#### **7.3.1 Propósito de Trabajo de Grado I - Modalidad**

En este apartado el profesor encontrará la definición de la modalidad, el propósito de cursar Trabajo de Grado bajo dicha modalidad, la manera en que participan las distintas partes interesadas del proyecto y las competencias que aplican para la modalidad en específico.

#### **7.3.2 Criterios de evaluación de Trabajo de Grado I**

Dentro de esta sección se exponen los criterios bajo los cuales los profesores (evaluadores) y el Comité de Trabajos de Grado, revisarán y emitirán un concepto de evaluación para el tema y plan de proyecto.

#### **7.3.3 Contenido para la formulación del Plan de Proyecto**

Esta sección muestra de manera general el contenido de cada uno de los entregables, nombrando las partes que lo componen tanto para la ficha como para el plan de proyecto. Además, se precisan algunas consideraciones para estos documentos.

### **7.3.4 Consideraciones de la modalidad**

Para esta parte de la guía, se explican algunos aspectos de carácter administrativo que debe tener en cuenta el profesor tanto en la ficha como en el plan de proyecto, especificando aquellos que apliquen para el caso del rol de director o de evaluador. Además, se describen las consideraciones específicas que deben conocer los profesores Trabajo de Grado para la modalidad pertinente.

## **8. Validación y Socialización de los resultados**

Las guías instruccionales fueron validadas y socializadas con los profesores de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales designados como enlace por el claustro, así como con el Comité de Trabajos de grado y estudiantes de Trabajo de Grado II, con el fin de exponer ante ellos los elementos del trabajo realizado y recibir retroalimentación, comentarios y sugerencias que permitieran fortalecer el contenido de las guías.

### **8.1 Validación por Comité de Trabajos de Grado y profesores EEIE**

La primera versión de las guías instruccionales fue generada a partir de los acuerdos obtenidos en la reunión mencionada en la actividad 3.1 del desarrollo metodológico y fue revisada por los profesores enlace designados, los cuales agregaron comentarios, observaciones y sugerencias para tener en cuenta en la elaboración de la herramienta.

Estas observaciones fueron recopiladas en una matriz, en la cual se especifica la modalidad de la guía y las secciones o apartados correspondientes (ver Apéndice Z).

Posteriormente, se extrajeron unos puntos de discusión relevantes los cuales debían ser expuestos y revisados por parte del Comité de Trabajos de Grado, dado que estos podrían significar cambios representativos en la elaboración de los próximos proyectos de grado. Estos aspectos fueron presentados en una segunda reunión con el Comité de Trabajos de Grado

realizada en dos partes los días 19 y 23 de junio de 2020, donde se consiguió obtener respuestas de los puntos de discusión y, además los integrantes del Comité de Trabajos de grado realizaron sugerencias adicionales que fueron tenidas en cuenta para la generación de una segunda y última versión de las guías.

Para las guías dirigidas a los profesores, con el apoyo de la Escuela, se realizó un video de presentación donde se expuso el propósito de la elaboración de estas, una explicación del contenido y las principales novedades que se encontrarán en el material.

## **8.2 Socialización con estudiantes de Trabajo de Grado II.**

El día 26 de junio de 2020 se llevó a cabo una socialización del presente proyecto de grado a 22 estudiantes que se encuentran cursando la asignatura Trabajo de Grado II. Esta reunión estuvo dividida en 2 momentos, en el primero de ellos los asistentes expusieron e identificaron las principales dificultades que tuvieron cursando la asignatura Trabajo de Grado I bajo las diferentes modalidades de proyecto y se realizaron comentarios acerca de todo el proceso de elaboración del proyecto de grado en general.

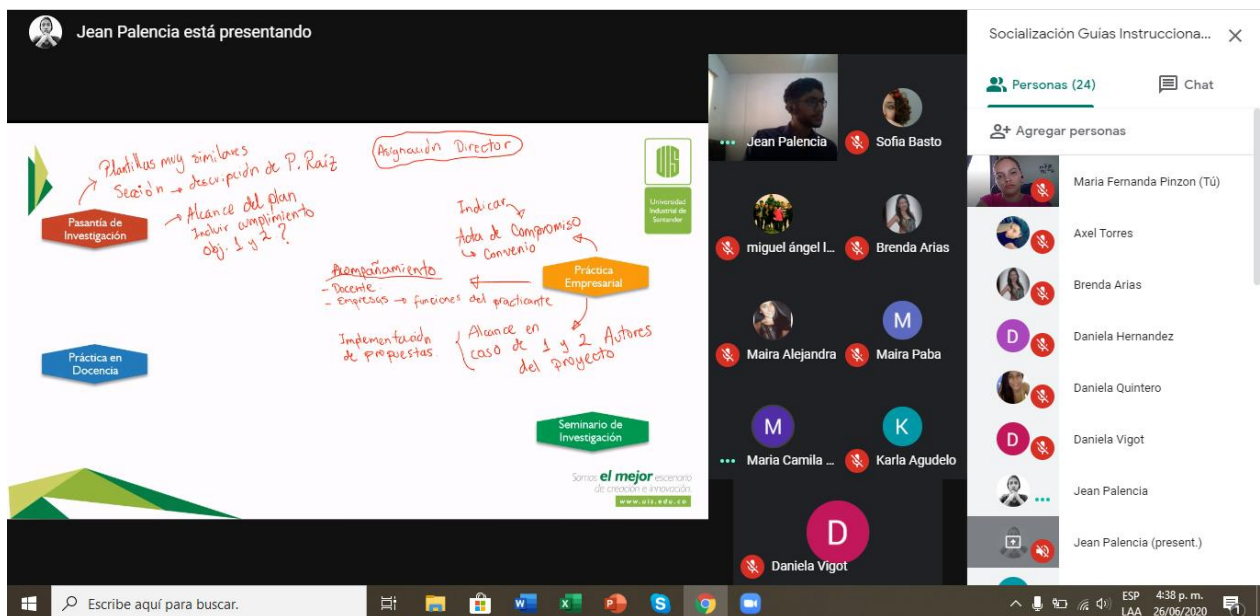
Dentro de los principales aportes de los participantes para este momento, se sugirió fortalecer el acompañamiento por parte de los directores, codirectores y tutores de proyecto a los estudiantes, se resaltó la falta de información relacionada al contenido y estructura de la ficha. Además, los estudiantes mencionaron que, en ocasiones las observaciones y comentarios por parte del evaluador o el Comité no eran lo suficientemente claros o específicos lo que generaba inseguridad y reprocesos al momento de hacer las correcciones. Finalmente, expusieron que para cada una de las modalidades no era claro el alcance del plan de proyecto y el número de objetivos específicos que este debe abarcar.

Para el segundo momento, se expusieron los principales elementos del presente trabajo, describiendo así las bases que definen el propósito de elaborar las guías instruccionales, así como una descripción de la estructura y principales aportes que estas tendrán para los estudiantes. Al final del segundo momento, se mencionaron las principales novedades que traen consigo las guías para Trabajo de Grado I y finalmente, los participantes realizaron preguntas, comentarios y observaciones en cuanto a la información presentada. En estas intervenciones, se identificó que muchos de los puntos de dificultad del primer momento ya se encontraban contemplados dentro del material expuesto en el segundo momento, además se realizaron algunas aclaraciones pertinentes a la información expuesta, como, el propósito del diagrama de apoyo a la generación de la idea y el apartado de los criterios de evaluación de los entregables.

En la figura 19, se muestra evidencia de la reunión realizada con los estudiantes de Trabajo de Grado II a través de la plataforma Google Meet,

**Figura 19.**

*Evidencia reunión estudiantes Trabajo de Grado II.*



## 9. Conclusiones

Como resultado del benchmarking realizado en universidades nacionales y del exterior, se identificaron elementos similares a los que tiene el programa de Ingeniería Industrial de la UIS para las asignaturas Trabajo de Grado I y II, sin embargo, las prácticas diferenciales encontradas muestran que es importante reevaluar constantemente de acuerdo al entorno académico del momento, si lo ofrecido por el programa satisface las necesidades de los futuros profesionales del mismo.

El análisis situacional permitió identificar que las dificultades más comunes en la etapa de planificación del proyecto, se asocian a la definición de los objetivos, a establecer con claridad del alcance del proyecto y a la presentación de avances correspondientes a 2 meses de trabajo, lo cual genera reprocesos debido a las correcciones y posibles solicitudes que deben realizar los estudiantes para incluir las consideraciones del Comité de Trabajos de Grado.

En la encuesta realizada a los profesores de la EEIE, se pudo evidenciar que, según su percepción, las competencias que resultan de mayor relevancia en la elaboración de Proyectos de Grado están relacionadas a las habilidades investigativas, comunicativas, críticas, autocríticas y a la capacidad de trabajar de manera autónoma, lo cual permitió establecer un punto inicial para la generación de las competencias a establecer en cada una de las guías instruccionales.

Definir las competencias que aplican para cada una de las modalidades en las que se puede cursar Trabajo de Grado I y II, permite establecer un punto de referencia tanto para los estudiantes como para los profesores, de manera que el desarrollo del proyecto se vea enmarcado en la obtención y/o fortalecimiento de cada uno de ellas.

Las guías instruccionales diseñadas como resultado del presente proyecto tienen como alcance apoyar, orientar e informar a los estudiantes de la asignatura de Trabajo de Grado I y a los profesores que asuman el rol de director, codirector o evaluador de proyectos, en la etapa de planificación del proyecto de grado compuesta por la ficha y el plan de proyecto.

La revisión de la primera versión de las guías instruccionales realizada por profesores del programa de Ingeniería Industrial con experiencia en las diferentes modalidades, permitió identificar aspectos que no se habían considerado inicialmente, lo cual permitió presentar ante el Comité de Trabajos de grado estas observaciones y agregar elementos que hicieran de las guías una herramienta más completa.

Recopilando las percepciones obtenidas por parte de los estudiantes de Trabajo de Grado II y parte de los profesores encuestados, fue posible determinar que las guías o el material existente en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales no estaban teniendo el efecto deseado, debido a que ellos expresaron que existen falencias en la comunicación de la información referente a la realización del proyecto de grado, así como la falta de claridad en el contenido de dicho material. Con las guías instruccionales desarrolladas, se pretende que el flujo de la información se vea mejorado, reduciendo el “ruido” que pueda existir al momento de que varios agentes participen en la transmisión de la información referente al desarrollo de proyectos de grado.

De la percepción de los estudiantes de Trabajo de Grado II, se pudo determinar que los principales puntos de dificultad que ellos experimentaron en Trabajo de grado I, se encuentran contemplados en la información y orientación que pretenden suministrar las guías instruccionales desarrolladas en este proyecto.

La aplicación del aprendizaje basado en proyectos como enfoque integral para la enseñanza, facilita que el estudiante desarrolle competencias cruciales alineadas con sus intereses, además, les permite experimentar la resolución de problemas no triviales y adaptarse a distintas situaciones de la vida real.

Para la generación de las guías del presente trabajo, fueron aplicados los pasos del modelo ADDIE para diseños instruccionales, debido a que partir de un análisis situacional de la formulación y elaboración de proyectos de grado en el programa de Ingeniería Industrial, fue posible proponer un diseño de los elementos que harían parte de las guías, permitiendo así un posterior desarrollo de los contenidos que pretenden ser implementados al finalizar este proyecto. Además, durante ese proceso fue posible someter las herramientas a evaluación constante, de manera que a medida que se identificaban nuevos elementos de diseño, se realizaban los ajustes necesarios para hacer de las guías una herramienta más completa.

## 10. Recomendaciones

A los estudiantes de la asignatura Trabajo de Grado I, se recomienda utilizar las guías instruccionales definidas en el presente proyecto como herramienta orientadora para la generación de su idea, al igual que para la elaboración de su ficha y plan de proyecto, debido a que su uso permitirá minimizar posibles reprocesos que pueden presentarse.

A los profesores, se les invita a revisar las herramientas elaboradas en este proyecto debido a que en estas se encuentra información que le ayudará a fortalecer el acompañamiento a los estudiantes en el rol de director y codirector de proyectos de grado, así como orientar a los estudiantes a la obtención y desarrollo de las competencias del ingeniero industrial.

Al Comité de Trabajos de grado, se sugiere evaluar si la forma en que se comunican los comentarios y observaciones a los estudiantes para sus fichas y planes de proyecto resulta eficaz, dado a que en el espacio de socialización realizado, las percepciones indicaban que en ocasiones surgen dificultades para entender con claridad las observaciones que el evaluador suministra, lo que a su vez provoca que los estudiantes no ejecuten las correcciones de la manera deseada y por lo tanto se generen reprocesos en la elaboración del proyecto.

A la Escuela de Estudios Industriales y empresariales, se propone efectuar una revisión periódica de las necesidades cubiertas por las guías instruccionales para estudiantes y profesores, de tal manera que conforme a que el entorno académico vaya cambiando, las guías puedan actualizarse a la par de estas necesidades y se siga manteniendo vigente la herramienta como elemento de apoyo y orientación.

Se sugiere a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales proponer estrategias de difusión de información para fortalecer el asesoramiento y orientación a profesores cátedra, con el fin de mantenerlos informados sobre las principales novedades referentes a la realización de

un proyecto de grado, así como de los aspectos administrativos necesarios, el material existente para ellos y las tipologías de proyectos más comunes.

Del mismo modo, se recomienda dirigir esfuerzos hacia el uso de distintos canales de comunicación para informar a los estudiantes sobre las herramientas que proporciona la EEIE y la UIS para cursar las asignaturas Trabajo de Grado I y II, de manera que estas se encuentren más visibles y de fácil acceso para los estudiantes.

Se deja como sugerencia para abordar en un proyecto de grado posterior, el desarrollo de una mediación pedagógica que permita fortalecer las fases de ejecución y evaluación del proyecto de grado contempladas en la asignatura Trabajo de Grado II, dado que esta no se encontraba dentro del alcance del presente proyecto.

### Referencias Bibliográficas

- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación ANECA. (2013). *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados de aprendizaje*.  
<http://www.aneca.es/Sala-de-prensa/Noticias/2013/ANECA-presenta-la-Guia-para-la-redaccion-y-evaluacion-de-los-resultados-del-aprendizaje>
- Ander-Egg, E. y Aguilar, M. (1989). *Como elaborar un proyecto: Guía para Diseñar Proyectos Sociales y Culturales*. <http://abacoenred.com/wp-content/uploads/2017/05/Como-elaborar-un-proyecto-1989-Ed.1-Ander-Egg-Ezequiel-y-Aguilar-Idáñez-MJ.pdf.pdf>
- Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. (2016). *Descripción del modelo ABET*.  
<https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2016/12/3.-Descripci%C3%B3n-del-modelo.pdf>
- Belloch, C. (2013). *Diseño Instruccional*. Universidad de Valencia.  
<https://www.uv.es/bellohc/pedagogia/EVA4.pdf>
- Benítez, M. (2010). El modelo de diseño instruccional Assure aplicado a la educación a distancia. Tlatemoani, Revista Académica de Investigación.  
[http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/01/pdf/63-77\\_mgbl.pdf](http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/01/pdf/63-77_mgbl.pdf)
- Berger, C. y Kam, R. (1996). *Definitions of Instructional Design*. Applied Research Laboratory, Penn State University. <http://www.umich.edu/~ed626/define.html>
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., y Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26(3 y 4), 369-398.  
[https://www.researchgate.net/profile/Yael\\_Seker/post/How\\_do\\_you\\_approach\\_the\\_design\\_of\\_a\\_group\\_task\\_in\\_higher\\_education/attachment/59d623d979197b8077982283/AS%3A59d623d979197b8077982283/AS%3A59d623d979197b8077982283.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Yael_Seker/post/How_do_you_approach_the_design_of_a_group_task_in_higher_education/attachment/59d623d979197b8077982283/AS%3A59d623d979197b8077982283/AS%3A59d623d979197b8077982283.pdf)

3A309004255858690%401450683763438/download/Blumenfeld+et+al\_Motivating\_project\_based\_learning.pdf

Bologna Working Group. (2005) *A Framework for Qualifications of the European Higher Education Area*. Bologna Working Group Report on Qualifications Frameworks [http://ecahe.eu/w/index.php/Framework\\_for\\_Qualifications\\_of\\_the\\_European\\_Higher\\_Education\\_Area](http://ecahe.eu/w/index.php/Framework_for_Qualifications_of_the_European_Higher_Education_Area)

Bruner, J. (1972). *Hacia una teoría de la instrucción*. Editorial Hispano Americana.

Buitrago, J., y Tovar, L. (2017). *Modelo de ecuaciones estructurales para el estudio de la percepción de los estudiantes de pregrado de Ingeniería Industrial con el Proyecto Educativo del Programa PEP*. (Tesis de pregrado) Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. [http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/pags/cat/popup/pa\\_detalle\\_matbib.jsp?parametros=182272|%20|15|80](http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/pags/cat/popup/pa_detalle_matbib.jsp?parametros=182272|%20|15|80)

Chiavenato, I. (2007). *Introducción a la Teoría General de la Administración*. <https://esmirnasite.files.wordpress.com/2017/07/i-admon-chiavenato.pdf>

Correa, F. y Agusti, J. (2008). *Information Flow and Knowledge Sharing*. <https://www.sciencedirect.com/bookseries/capturing-intelligence/vol/2/suppl/C>

Cuartero, J. y Heras, N. (2010). *PFC – Competencies Professionals*. [http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/2162/1/jcuarteros\\_memoria.pdf](http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/2162/1/jcuarteros_memoria.pdf)

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Industrial. (2007). *Propuesta de modificación plan de estudios del programa de Ingeniería Industrial*. <http://industrial.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S100>

Foro Económico Mundial. (2016) *The Future of Jobs - Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*

[https://www.skillsforemployment.org/KSP/es/Details/?dn=WCMSTEST4\\_162858](https://www.skillsforemployment.org/KSP/es/Details/?dn=WCMSTEST4_162858)

Fortea M. (2009). *Metodologías didácticas para la enseñanza/ Aprendizaje de Competencias*

<http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/182369/MDU1.pdf?sequence=1>

Grass-Ramírez, B., Collazos, C., y González, C. (2017). Propuesta de incorporación de competencias de formación en ingeniería. *Revista Guillermo de Ockham*, 15(1), 131-138.

<https://revistas.usb.edu.co/index.php/GuillermoOckham/article/download/3188/2654/>

Hennemann, S. y Liefner, I. (2010). Employability of German Geography Graduates: The Mismatch between Knowledge Acquired and Competences Required. *Journal of Geography in Higher Education*, 34(2), 215-230.

[https://www.researchgate.net/publication/236151097\\_Employability\\_of\\_German\\_Geography\\_Graduates\\_The\\_Mismatch\\_between\\_Knowledge\\_Acquired\\_and\\_Competences\\_Required](https://www.researchgate.net/publication/236151097_Employability_of_German_Geography_Graduates_The_Mismatch_between_Knowledge_Acquired_and_Competences_Required)

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación ICFES. (2019). *Guía de orientación Saber Pro – Módulo de formulación, evaluación y gestión de proyectos.*

<https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1518930/Guia+de+orientacion+modulo+de+formulacion+evaluacion+y+gestion+de+proyectos+saber+pro+2019.pdf/b1d6a43a-2f78-64d0-53c8-b1ad446aa582>

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación ICFES. (2019). *Guía de orientación Saber Pro – Modelo de diseño de sistemas productivos y logísticos.*

<https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1518930/Guia+de+modulo+de+diseño+de+sistemas+productivos+y+logisticos-2019.pdf/4432eca2-edcb-bd57-f2f2-7e45a39265d8>

- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación ICFES. (2019). *Guía de orientación Saber Pro – Módulos de competencias genéricas*.  
<https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1518930/Guia+de+orientacion+modulos+de+competencias+genericas+saber+pro+2019.pdf/3fe99e8b-229a-c4e8-3aed-f4b719460c51>
- Isaza, J., y Rendón, J. (2006). *Guía metodológica para la formulación y presentación de proyectos de investigación*. (Tesis doctoral) Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.  
[https://www.academia.edu/22662454/Gu%C3%ADa\\_metodol%C3%B3gica\\_para\\_la\\_formulaci%C3%B3n\\_y\\_presentaci%C3%B3n\\_de\\_proyectos\\_de\\_investigaci%C3%B3n](https://www.academia.edu/22662454/Gu%C3%ADa_metodol%C3%B3gica_para_la_formulaci%C3%B3n_y_presentaci%C3%B3n_de_proyectos_de_investigaci%C3%B3n)
- Martínez, A. (2013). *La información en la organización, su gestión y auditoría*. Gestipolis.  
<https://www.gestipolis.com/la-informacion-en-la-organizacion-su-gestion-y-auditoria/>
- Molina, A. y Moncayo, D. (2018). *Guía de proyecto de grado con emprendimiento empresarial* (tesis de pregrado). Universidad ICESI, Cali, Colombia.  
[http://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/84153/1/TG02102.pdf](http://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/84153/1/TG02102.pdf)
- Montoya, F. (2011). *Elaboración de una propuesta metodológica para la generación de ideas de proyectos a ser desarrollados a través de las prácticas universitarias de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín* (tesis de maestría) Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.  
<http://bdigital.unal.edu.co/5401/1/71746593.pdf>
- Narváez, O. (2009). *Formulación y Evaluación de Proyectos*.  
[http://www.esap.edu.co/portal/download/módulos\\_pregrado/tecnología\\_en\\_gestión\\_pública\\_ambiental/semestre\\_v/1\\_for\\_y\\_eva\\_de\\_proyectos.pdf](http://www.esap.edu.co/portal/download/módulos_pregrado/tecnología_en_gestión_pública_ambiental/semestre_v/1_for_y_eva_de_proyectos.pdf)

Project Management Institute. (2013). *Guía de los Fundamentos para la Gestión de Proyectos*.

[https://www.edu.xunta.gal/centros/cfrpontevedra/aulavirtual2/pluginfile.php/13688/mod\\_folder/content/0/libros\\_pmbok\\_guide5th\\_spanish.pdf?forcedownload=1](https://www.edu.xunta.gal/centros/cfrpontevedra/aulavirtual2/pluginfile.php/13688/mod_folder/content/0/libros_pmbok_guide5th_spanish.pdf?forcedownload=1)

Reigeluth, C. (1983). Meaningfulness and Instruction: Relating What Is Being Learned to What a

Student Knows. *Instructional Science*, 12(3), 197-218.

<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00051745>

Richey, R., Fields, D. y Foxon, M. (2001). *Instructional design competencies: The standards*.

<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED453803.pdf>

Stair, R., y Reynolds, G. (2018). *Principles of Information Systems*. Editorial Cengage Learning.

Tirado, L., Estrada, J., Ortiz, R., Solano, H., González, J., Alfonso, D., Restrepo, G., Delgado, J.

y Ortiz, D. (2006). Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso

de los ingenieros industriales. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*,

(40), 123-139. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302007000200009&lng=en&tlng=es)

[62302007000200009&lng=en&tlng=es.](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302007000200009&lng=en&tlng=es)

Universidad Autónoma de México, (2018). *Reglamento de opciones de titulación para las*

*licenciaturas de la Facultad de Ingeniería*.

[http://escolar.ingenieria.unam.mx/\\_adicionales/titulacion/Reglamento\\_Opciones\\_de\\_Titu-](http://escolar.ingenieria.unam.mx/_adicionales/titulacion/Reglamento_Opciones_de_Titulacion.pdf)

[lacion.pdf](http://escolar.ingenieria.unam.mx/_adicionales/titulacion/Reglamento_Opciones_de_Titulacion.pdf)

Universidad de Antioquia (2016). *Acuerdo de facultad de Ingeniería 685 para prácticas*

*académicas*. [http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/87a2c62d-c107-4587-9c58-](http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/87a2c62d-c107-4587-9c58-a492e0c5620a/acuerdo+685-practicas+academicas.pdf?mod=ajperes)

[a492e0c5620a/acuerdo+685-practicas+academicas.pdf?mod=ajperes.](http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/87a2c62d-c107-4587-9c58-a492e0c5620a/acuerdo+685-practicas+academicas.pdf?mod=ajperes)

Universidad de Berkeley, (2019). *Industrial Engineering and Operations Research.*

<http://guide.berkeley.edu/undergraduate/degree-programs/industrial-engineering-operations-research/#majorrequirements>

Universidad de Deakin, (2019). *Thesis structure options.*

<https://www.deakin.edu.au/students/research/your-thesis-and-examinations/thesis-structure-options>

Universidad de La Sabana (2019). *Prácticas Profesionales para Ingeniería Industrial.*

<https://www.unisabana.edu.co/programas/carreras/facultad-de-ingenieria/ingenieria-industrial/practicas-profesionales/>

Universidad de los Andes (2019). *Programa del curso Proyecto de Grado I.*

<https://catalogo.uniandes.edu.co/2019/Catalogo/Cursos/IIND/3000/IIND-3000>

Universidad de Princeton, (2019). *The Senior Thesis.*

<https://admission.princeton.edu/academics/senior-thesis>

Universidad de Washington, (2019). *Senior Projects.*

<http://cep.be.washington.edu/resources/senior-project/>

Universidad ICESI (2019). *Programa del curso Proyecto de Grado I.*

<https://www.icesi.edu.co/facultad-ingenieria/ingenieria-industrial#tab-41>

Universidad Industrial de Santander, Programa académico de Ingeniería Industrial (2017). *UIS en Cifras.*

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOGIwZTkzZGQtNmI4MC00OGVILTgwYjAtMGVjZmJINGFlMmM3IiwidCI6ImE1ODRhZDMyLWRjZjYtNDE1MC1hNGI1LTdmYWZmOTI0OGFhNiIsImMiOiJ9>

Universidad Industrial de Santander. (2007). *Acuerdo No 004 del Consejo Superior*.  
[http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/pags/pub/enlaces/pdf/acuerdo004\\_2007.pdf](http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/pags/pub/enlaces/pdf/acuerdo004_2007.pdf)

Universidad Industrial de Santander. (2015). *Acuerdo No 72 de 1982 – Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado*.  
<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/reglamentos/reglamentoPregrado.pdf>

Universidad Pontificia Católica de Chile, (2014). *Reglamento de Normas y Requisitos de Titulación Carreras de Agronomía e Ingeniería Forestal*.  
<http://agronomia.uc.cl/pregrado/reglamentos-1/51-reglamento-titulacion-1/file>

Vander der Heijde, C. y Van der Heijden, B. (2006). A competence-based and multidimensional operationalization and measurement of employability. *Human Resource Management*, 45(3), 449-476. <https://doi.org/10.1002/hrm.20119>

Vásquez, J. (2017). *Diseño de un plan para el fortalecimiento de las competencias gerenciales en el programa de Ingeniería Industrial de la UIS*. (Tesis de Pregrado) Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.  
[http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/pags/cat/popup/pa\\_detalle\\_matbib.jsp?parametros=184119|%20|1](http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/pags/cat/popup/pa_detalle_matbib.jsp?parametros=184119|%20|1)