

# GUÍA PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE PROYECTOS FINALES – INGENIERÍA INDUSTRIAL – FACULTAD REGIONAL SAN RAFAEL

*Llorente, Carlos<sup>1</sup>; Romani, Bruno<sup>2</sup>; Gentile, Alejandro<sup>3</sup>; Labanca, María<sup>4</sup>;  
Garino, Emilio Gerardo<sup>5</sup>;  
Guillén, Guillermo<sup>6</sup>; Sorroche, Daniela<sup>7</sup>; Alvarez, Analía<sup>8</sup>*

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Rafael.  
Urquiza 314, San Rafael, Mendoza, 5600

<sup>1</sup>carlosllorentearg@hotmail.com

<sup>2</sup>alejandrogentile@yahoo.com.ar

<sup>3</sup>bromani@frsr.utn.edu.ar

<sup>4</sup>mari\_labanca@hotmail.com

<sup>5</sup>emgega@hotmail.com

<sup>6</sup>gguillen@frsr.utn.edu.ar

<sup>7</sup>[dsorroche@frsr.utn.edu.ar](mailto:dsorroche@frsr.utn.edu.ar)

<sup>8</sup>[ana\\_alvarez\\_25@hotmail.com](mailto:ana_alvarez_25@hotmail.com)

## RESUMEN

Este proyecto de investigación pone todo su énfasis en la elaboración de una guía modelo para que los alumnos de Ingeniería Industrial, logren identificar, formular y evaluar el proyecto final de su carrera. El desarrollo de un proyecto final es una tarea integradora que exige un importante esfuerzo por parte de los estudiantes. La experiencia recabada a lo largo del tiempo permitió detectar a los docentes involucrados en el área de conocimiento dificultades y errores de tipo repetitivo que dieron pautas claras de la conveniencia de la elaboración de una guía. A tal fin se hizo necesaria una tarea de investigación enfocada a la detección de las mayores dificultades y al desarrollo de una herramienta eficaz. El trabajo entrega pautas para la identificación de la idea del proyecto y posteriormente ayuda a la estructuración integral del trabajo con un enfoque integral. Se abordan temas específicos como: estudio de mercado, la ingeniería del proyecto, aspectos ambientales, los costos, las inversiones, la construcción del flujo de caja, la evaluación económica y financiera y el análisis de riesgo. Se presentan también, algunos consejos sobre cómo titular los trabajos, el contenido del resumen ejecutivo, la estructuración integral y el formato, anexos, apéndices, y referencias bibliográficas. La metodología utilizada abarcó el registro de antecedentes docentes, encuestas y consultas puntuales a los alumnos, análisis bibliográficos y comparativos.

Palabras claves: guía; formulación; evaluación; proyecto final; herramienta.

## 1. Antecedentes

El desarrollo de un proyecto final en la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Rafael, es una tarea integradora que exige un importante esfuerzo por parte de los estudiantes. La experiencia recabada a lo largo del tiempo permitió detectar a los docentes involucrados en el área de conocimiento correspondiente, dificultades y errores de tipo repetitivo que dieron pautas claras de la conveniencia del desarrollo de estrategias que facilitarían tanto el aprendizaje como la enseñanza. Se planteó entre otras alternativas la implementación de una guía metodológica para trabajos finales. Para su concepción como así también para la medición de su eficacia se evaluaron y desarrollaron criterios para poder realizar algún tipo de evaluación al respecto.

## 2. Objetivos

Se exponen a continuación el objetivo general y los objetivos específicos del presente trabajo.

### 2.1. Objetivo general

Evaluar la eficacia de la implementación de una guía metodológica para el desarrollo de trabajos finales de carrera de ingeniería industrial como estrategia de aprendizaje y mejora.

### 2.2. Objetivos específicos

Documentar los resultados de evaluaciones de los profesores responsables del grado de dificultad detectado en el desarrollo de los distintos temas abarcados por los proyectos finales en las etapas pre y post implementación de la guía metodológica.

Registrar los resultados de encuestas a los alumnos relativos a la dificultad percibida en el desarrollo de los trabajos finales de carrera en las etapas pre y post implementación de la guía metodológica.

## 3. Procedimiento y metodología

Con el objetivo de llevar adelante una evaluación del grado de dificultad detectado en el desarrollo de los distintos temas abarcados por los proyectos finales, se desarrolló una grilla de evaluación que abarcó aspectos específicos y generales de los proyectos, tal como se muestra a continuación.

N°	Aspectos generales	Grado de dificultad			Observaciones
		Alto	Medio	Bajo	
1	Recopilación de la información				
2	Aplicación de conocimientos previos.				
3	Falta de conocimientos específicos.				
4	Manejo de software.				
5	Redacción del documento.				
6	Estructuración y ordenamiento del documento.				
7	Elaboración del resumen ejecutivo.				
8	Elaboración del abstract.				
9	Otra:				

N°	Aspectos específicos	Grado de dificultad			Observaciones
		Alto	Medio	Bajo	
1	Estudio de mercado				
2	Ingeniería: tecnología				
3	Ingeniería: proceso y equipos				
4	Ingeniería: tamaño				

5	Ingeniería: localización				
6	Aspectos ambientales				
7	Aspectos organizacionales				
8	Aspectos legales				
9	Aspectos de calidad y seguridad e higiene				
10	Determinación de inversiones y costos				
11	Estimación de ingresos				
12	Evaluación económica				
13	Análisis de riesgo				
14	Análisis de sensibilidad				
15	Otro: especificar				

Los Aspectos Generales fueron seleccionados a través de la identificación de las actividades comunes necesarias para el desarrollo del trabajo, incorporándose alguno que no se vería afectados en forma directa por el contenido de la Guía: Recopilación de la Información. El resto de los aspectos generales son tratados en Guía Modelo. Los aspectos específicos coinciden prácticamente con los capítulos desarrollados en la formulación y evaluación de los proyectos y son abarcados en su totalidad en el trabajo.

Durante el período marzo 2007 a septiembre 2010, se evaluó el grado de dificultad relativa detectado en el desarrollo de cada proyecto final formulado y evaluado por los alumnos. A tal fin se aplicó un método de factores ponderados otorgando a Grado de dificultad Alto 5 puntos, Medio 3 y Bajo 1. Los grados de dificultad considerando el número de consultas y de correcciones realizadas a cada aspecto abordado. De esta manera, del total de observaciones pudo detectarse el grado de dificultad relativo respecto de un máximo de 100%. El sistema de evaluación planteado presenta como objeción principal no poder detectar para cada proyecto en particular las dificultades propias o intrínsecas del tema, no obstante y atendiendo a que el número de proyectos evaluados fue significativo, se asume que los resultados en forma general son representativos. Esta medición fue tenida en cuenta para el desarrollo de la guía metodológica, en la cual se hizo hincapié en los aspectos relevados como de mayor dificultad por parte de los docentes.

Para cuantificar el grado de dificultad percibido por los alumnos se realizaron encuestas a los estudiantes participantes en el desarrollo de los proyectos finales de carrera formulados, evaluados y aprobados, hasta septiembre de 2010. Esta fecha fue en la que se publicara y pusiera a disposición de los alumnos la guía metodológica para el desarrollo de los trabajos. La encuesta registra los aspectos generales y específicos utilizados para la evaluación por parte de los profesores, incluye aclaraciones y observaciones. A los fines de la cuantificación de los resultados, se utilizó el mismo criterio que el de la evaluación realizada por los docentes.

La evaluación del grado de dificultad percibido por los estudiantes que tuvieron acceso a la guía metodológica se midió con la misma encuesta para trabajos desarrollados desde septiembre de 2010 en adelante y hasta diciembre de 2012 inclusive.

A los fines del establecimiento del tamaño de las muestras para las distintas poblaciones, siendo estas finitas y conocidas se aplicó la siguiente expresión:

$$n = Z_{\alpha}^2 * N * p * q / (i^{2*} (N-1) + Z_{\alpha}^2 * p * q)$$

donde:

$$Z_{\alpha = 0.05} = 1,96$$

$$p = 0,7 \text{ y } q = 1-p = 1 - 0,7 = 0,3$$

i = 10 % = 0,1

Las poblaciones analizadas fueron los alumnos y proyectos entre los períodos marzo 2007 a septiembre 2010, y desde septiembre 2010 a diciembre 2012, siendo respectivamente:

Período	Alumnos	Proyectos
Marzo 2007 - Septiembre 2010	66	27
Septiembre 2010 – Diciembre 2012	90	32

Los tamaños de muestras obtenidos fueron:

Período	Alumnos	Proyectos
Marzo 2007 - Septiembre 2010	37	21
Septiembre 2010 – Diciembre 2012	43	23

El total de seguimientos y encuestas considerados en la investigación fueron:

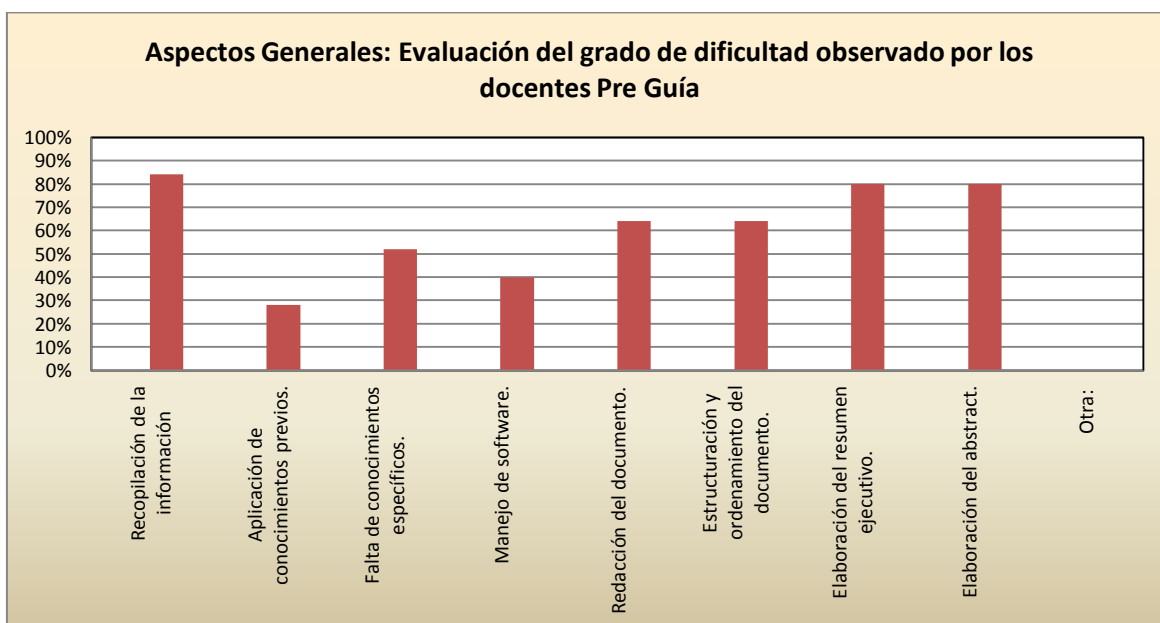
Período	Alumnos	Proyectos
Marzo 2007 - Septiembre 2010	38	23
Septiembre 2019 – Diciembre 2012	45	29

#### 4. Resultados obtenidos

Se presentan a continuación y en forma de gráficos de barras, los resultados obtenidos por la evaluación realizada por los docentes respecto de la dificultad relativa observada en el desarrollo de los trabajos finales de carrera. En caso de alcanzarse para algún aspecto el 100% de dificultad, esto representaría el grado de dificultad máximo que correspondería al caso en que en todos los trabajos evaluados los alumnos hubieran tenido dificultades similares y máximas para su concreción.

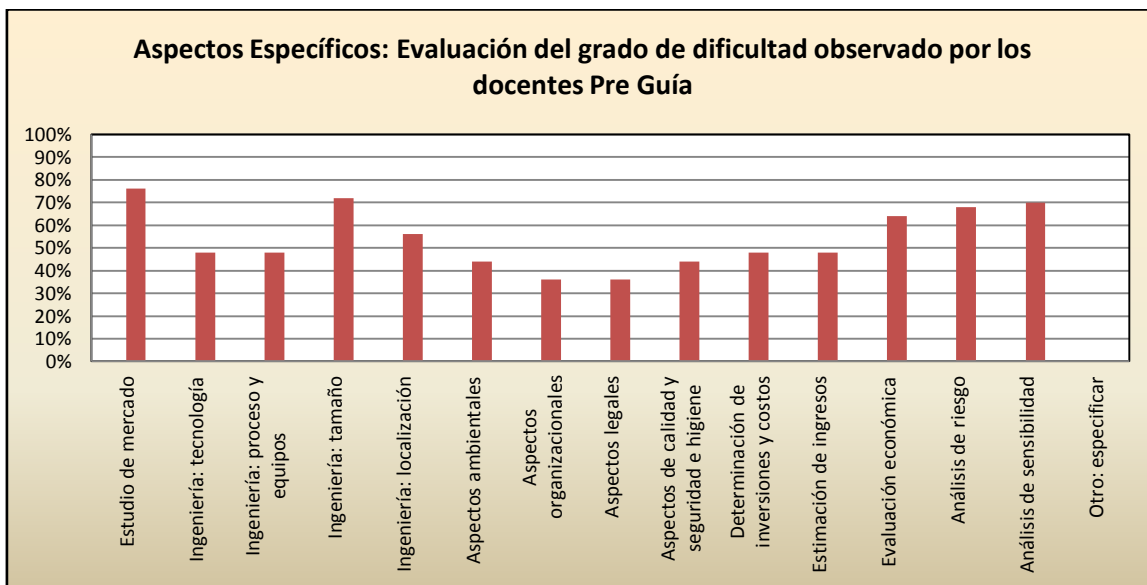
##### 4.1. Resultados alcanzados previos al desarrollo de la guía

El análisis de los aspectos específicos y generales de los resultados de las evaluaciones de los docentes y de las encuestas de alumnos, previos al desarrollo de la guía no arrojaron en este caso ningún valor máximo absoluto. Como puede observarse en el gráfico siguiente que resume los resultados de las evaluaciones de los profesores, los aspectos generales evaluados como más dificultosos son la recopilación de la información, problemas de redacción y de elaboración del resumen ejecutivo. En el caso del abstract se evalúa su dificultad en forma similar a la elaboración del resumen ejecutivo. El grado de dificultad relativo observado alcanza el orden del 80%.



Fuente: elaboración propia a partir de evaluaciones de cátedra.

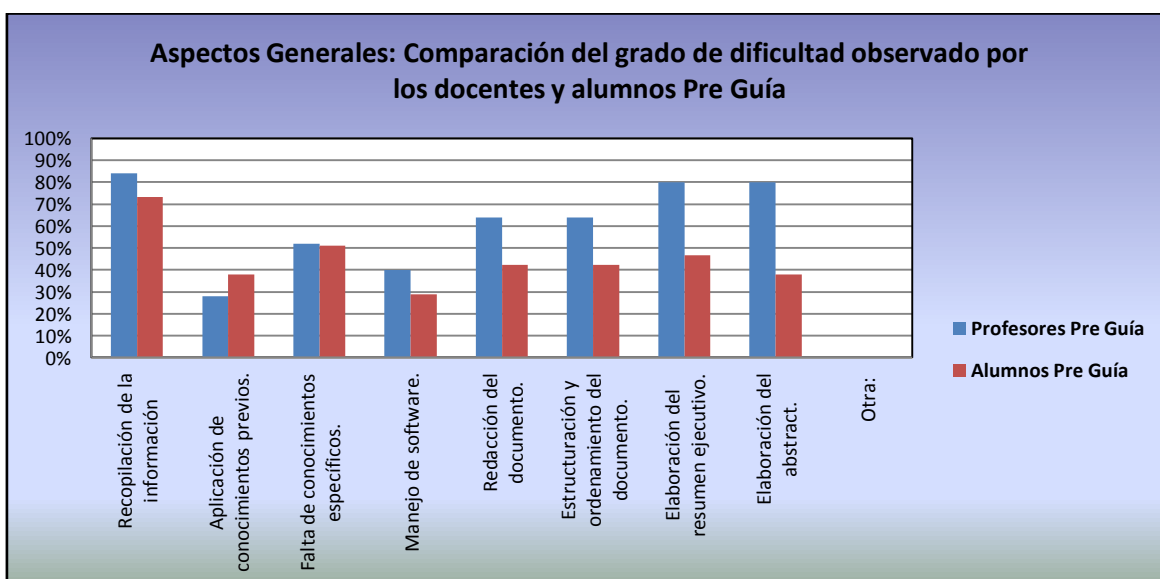
Con relación a los aspectos específicos los resultados obtenidos de la evaluación docente fue la que se presenta a continuación:



Fuente: elaboración propia a partir de evaluaciones de cátedra.

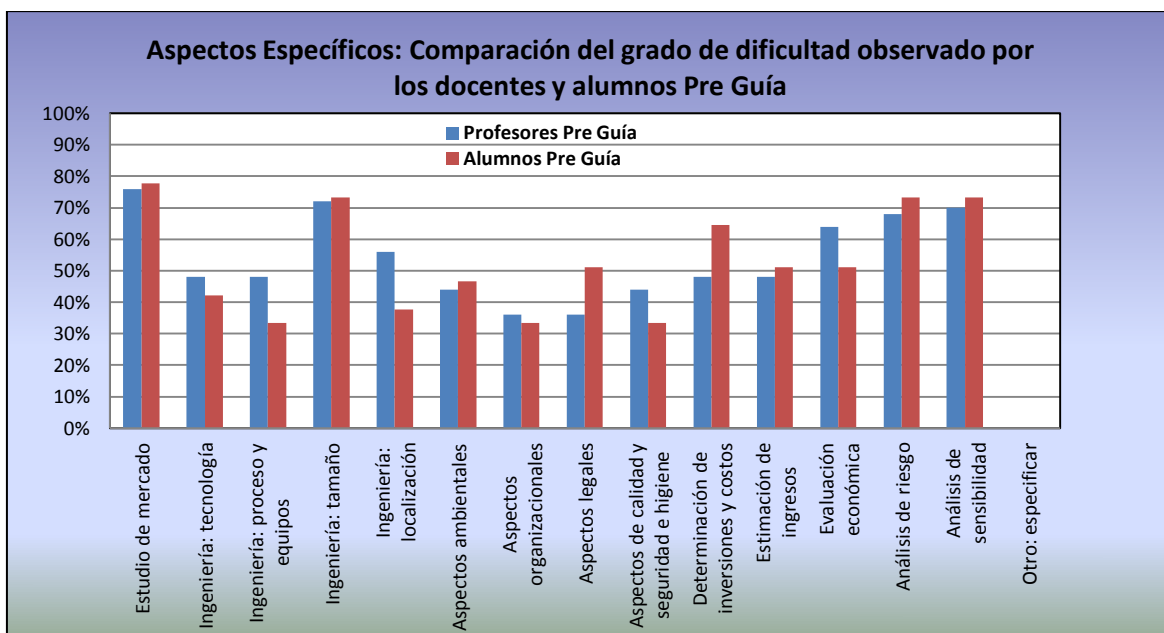
Los aspectos específicos identificados a partir de las evaluaciones como más dificultosos fueron Estudio de Mercado, Ingeniería: Tamaño; Evaluación Económica; Análisis de Riesgo y Análisis de Sensibilidad. El grado de dificultad alcanzado fue del orden del 70%. Se aprecia que algunos aspectos tienen baja dificultad general. Estas evaluaciones fueron superpuestas gráficamente con el resultado de las encuestas de los alumnos que desarrollaron sus trabajos finales previamente a la disponibilidad de la guía para elaboración de proyectos alcanzándose los resultados que se presentan a continuación.

Con relación a los Aspectos Generales, los resultados arrojan que la percepción de los docentes y alumnos es sensiblemente similar en lo referido a Recopilación de la Información, Aplicación de Conocimientos Previos, Falta de Conocimientos Específicos y Manejo de Software. No así con el resto de los aspectos, y en particular es digno de manifestar la notable diferencia de evaluación en lo relativo a los aspectos vinculados a la Redacción y la elaboración de Resúmenes. Esto se interpreta como que los alumnos consideran que pueden realizar este tipo de trabajos pero no detectan que son aspectos varias veces revisados y corregidos, no obstante esto no lo percibirían como algo dificultoso.



Fuente: elaboración propia a partir de evaluaciones de cátedra y encuestas a alumnos.

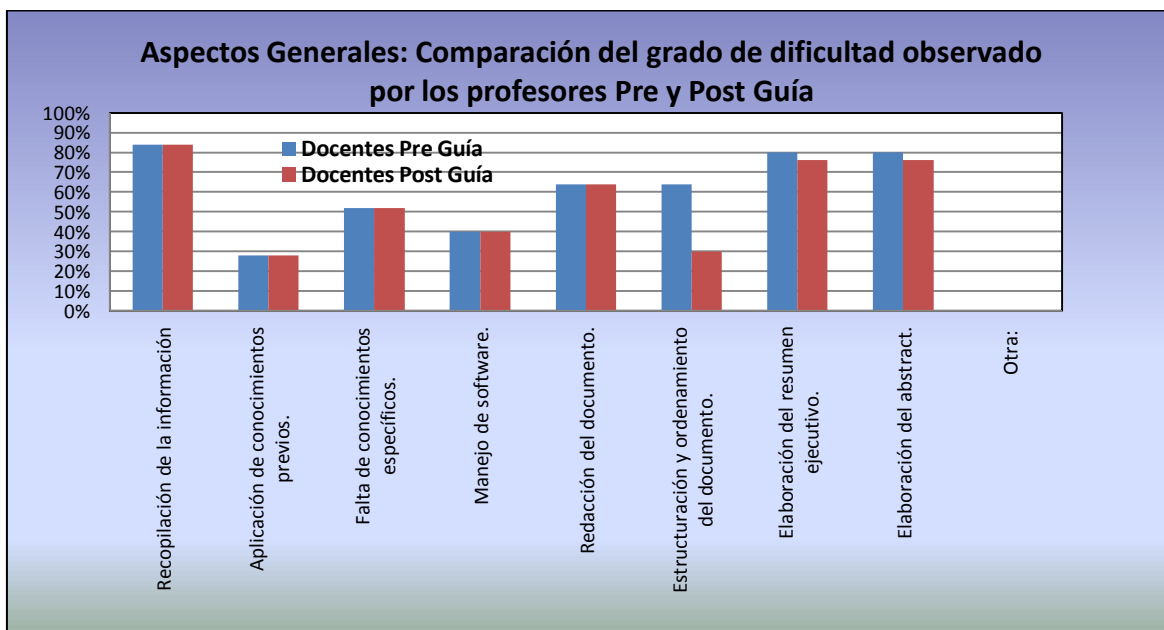
Con relación a los Aspectos Específicos los resultados de ambas evaluaciones son sensiblemente parecidas.



Fuente: elaboración propia a partir de evaluaciones de cátedra y encuestas a alumnos.

#### 4.2. Resultados obtenidos posteriores al desarrollo de la guía

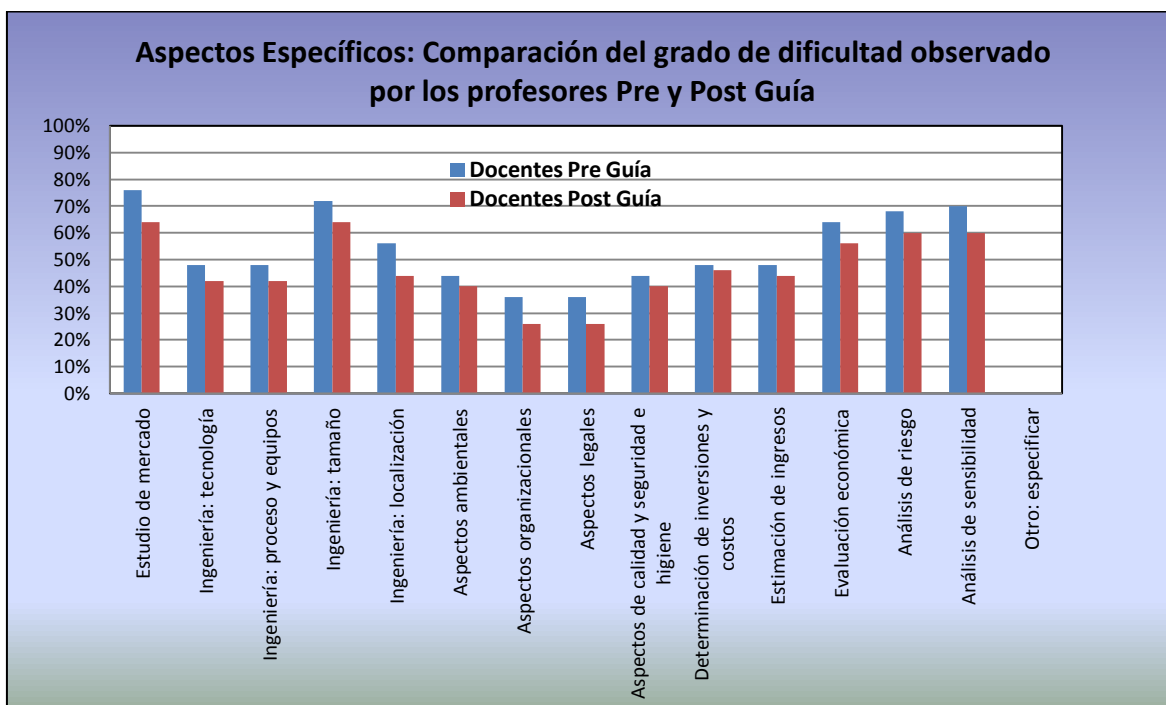
A continuación se presentan los resultados obtenidos de las evaluaciones de los profesores y encuestas a los alumnos post guía. En primera instancia se presenta un análisis comparativo entre los valores obtenidos pre y post guía.



Fuente: elaboración propia a partir de evaluaciones de cátedra y encuestas a alumnos.

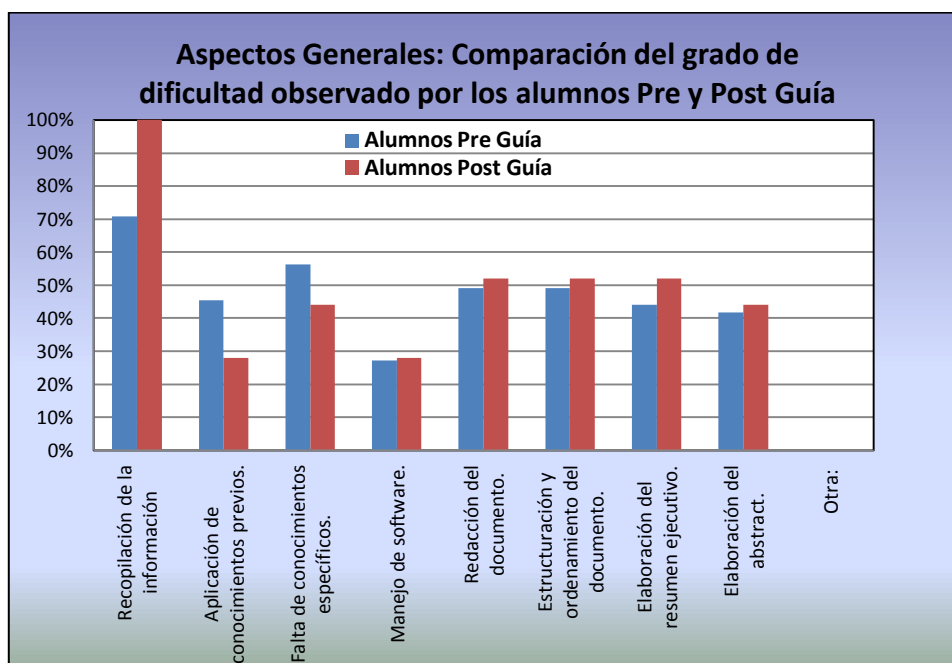
Puede apreciarse que la dificultad observada en prácticamente la totalidad de los Aspectos Generales es la misma a excepción de la Estructuración y ordenamiento del documento que presenta una singular mejora. Con relación a los Aspectos Específicos se detectó una mejora generalizada promedio del orden del 5% en prácticamente todos los aspectos. Se aduce que la mejora se debe a que efectivamente el ordenamiento de las tareas y la indicación específica de variables a analizar para el desarrollo del trabajo han facilitado la elaboración del proyecto final,

pero no han reducido aspectos claves vinculados a cada tema en particular que requieren de elaboración propia y específica para cada trabajo.



Fuente: elaboración propia a partir de evaluaciones de cátedra y encuestas a alumnos.

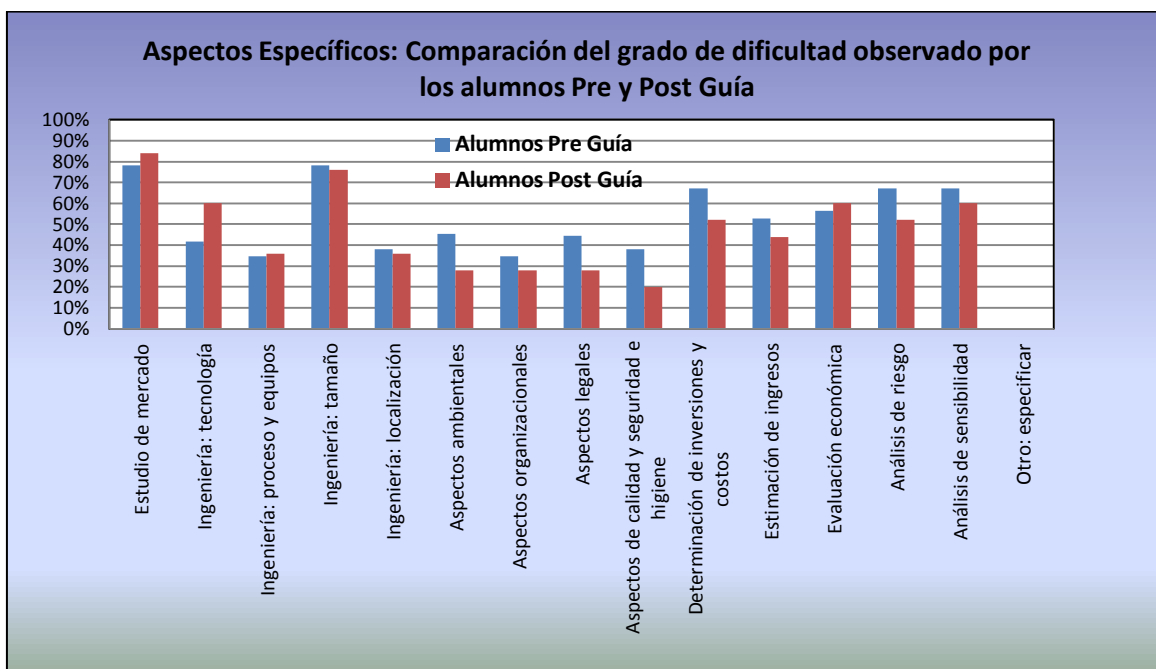
Se presentan a continuación los resultados obtenidos pre y post guía para los alumnos.



Fuente: elaboración propia a partir de encuestas a alumnos.

Del gráfico se desprende que en términos relativos la Recopilación de la Información pasó de presentar un grado de dificultad del orden del 70% al 100%, y simultáneamente el resto de los aspectos se mantuvieron en términos relativos aproximadamente similares. Esto puede analizarse también en términos relativos entre los distintos aspectos y para cada medición específica, esto es pre y post elaboración guía. En efecto, previamente a la elaboración de la guía, la Recopilación de la Información presentaba una dificultad absoluta del 70% y el resto de los aspectos, en promedio el 45%, es decir, que al primer aspecto, los estudiantes lo identificaban como un 55% más dificultoso. En la situación post guía, los alumnos le atribuyen a la Recopilación de la Información una dificultad absoluta del orden del 100% y al resto de los aspectos generales vinculados con

estructuración del proyecto final del orden del 45% en promedio, lo que implicaría que la relación de dificultad relativa pasó del 55% al 120%. Esto estaría indicando una mejora sensible en la dificultad para desarrollar el resto de los aspectos generales del proyecto en comparación con la Recopilación de la Información, que se mantiene como variable no afectada por la guía.



Fuente: elaboración propia a partir de encuestas a alumnos.

El análisis comparativa de los resultados de las encuestas a los alumnos referidas a la dificultad apreciada en los Aspectos Específicos pre y post guía, pone de manifiesto en general una reducción del grado de dificultad apreciado. Esto coincide en términos generales con las evaluaciones realizadas por los profesores a cargo de la cátedra.

## 5. Conclusiones

Los relevamientos realizados a través de las evaluaciones cualitativas de los profesores, como el análisis de las encuestas a los alumnos han permitido extraer las siguientes conclusiones:

- 1) La incorporación de la Recopilación de la Información como aspecto general no abarcado en forma específica por los contenidos de la Guía Modelo, se considera ha sido eficaz como elemento referencial a la hora de realizar análisis de tipo absolutos y relativos.
- 2) Desde la perspectiva de las evaluaciones de los profesores, el impacto sobre el Aspecto General sobre el cual se esperaba mayor impacto se verificó. Los resultados del seguimiento indican que la Estructuración y Ordenamiento del Documento disminuyó sensiblemente en su grado de dificultad. Sobre el resto de los Aspectos Generales no se verificó impacto sensible lo cual de alguna manera indica cierta coherencia en los resultados alcanzados.
- 3) La medición del grado de dificultad de los Aspectos Específicos por parte de los docentes marca una mejora modesta, lo que se considera razonable, dado que el aporte de la Guía Modelo es básicamente una ayuda para el tratamiento de las variables a analizar en la formulación y evaluación de los proyectos, con escaso contenido teórico o conceptual.
- 4) Los resultados de los análisis de las encuestas a los alumnos de los Aspectos Generales son interesantes, y denotan una disminución sensible del grado de dificultad percibida en los temas en los cuales la Guía Modelo hace aportes de algún tipo, aún mayor que la medición de los profesores. Esto se determina a través de la referencia que otorga la incorporación de la Recopilación de la Información como elemento testigo.
- 5) Con relación a la dificultad apreciada por parte de los alumnos en los Aspectos Específicos pre y post guía, los resultados son similares a los obtenidos en el seguimiento realizado por los docentes.



De lo expuesto, se desprende que el desarrollo de Guías Metodológicas para la elaboración de proyectos finales de carrera en ingeniería industrial, se presentan como herramientas eficaces tanto para la enseñanza como también para el aprendizaje.

## 6. Referencias bibliográficas

- [1] O'Shaugnessy, Wilson, *La faisabilite de projet*, 1992, Quebec; 1° Edición, Les Éditions SMG, Québec, Canadá.
- [2] OCDE, *A management approach to project appraisal and evaluation*, 1978, Paris, Francia, 1° Edición, OCDE, Paris, Francia.
- [3] Edgar Ortegón, Juan Francisco Pacheco, Horacio Roura, CEPAL, *Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública*, 2007, Santiago, Chile, 1° Edición, Naciones Unidas, Santiago, Chile.
- [4] Anderson, David; Sweeney, Dennis; Williams, Tomas; *Estadística para administración y economía*, 10° Edición, 2008, Cengage Learning Editores, México D.F., México.
- [5] Weiers, Ronald; *Investigación de Mercados* 1° Edición, 1984, Prentice Hall Hispanoamérica S.A., México D.F., México.
- [6] Llorente, Carlos; Romani, Bruno, *Guía para la estructuación de proyectos finales*, 2010,UTN, FRSR, San Rafael, Argentina.
- [7] Japan International Cooperation Agency (JICA); *JICA Guide for Project Evaluation*, 2004, JICA, Tokyo, Japan.
- [8] Ginestar, A., *Pautas para identificar, formular y evaluar proyectos*, 2° Edición, 2004, Ediciones Macchi, Buenos Aires, Argentina