

**FRAMEWORK PARA EL PROCESO DE SEGUIMIENTO A GRADUADOS DEL  
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER**

**YULY ANDREA RAMÍREZ SIERRA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2014**

**FRAMEWORK PARA EL PROCESO DE SEGUIMIENTO A GRADUADOS DEL  
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER**

**YULY ANDREA RAMÍREZ SIERRA**

**Trabajo de Grado para optar por el título de:  
Ingeniera Industrial**

**Director:  
HENRY LAMOS DIAZ  
Ph.D en Física-Matemática**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2014**

## DEDICATORIA

*A mi mamá, por su ejemplo de tenacidad y responsabilidad*

*A mi hermano, por su apoyo incondicional*

*A mi hermana, por sus gestos de cariño y buena energía*

*A mis amigos, compañeros de estudio y de trabajo por sus contribuciones a mi desarrollo personal y profesional.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco especialmente al profesor Henry Lamos por su colaboración en el planteamiento y desarrollo del presente proyecto.

Así mismo, agradezco a los profesores de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales que colaboraron con la revisión de la encuesta aplicada en el desarrollo del proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	18
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	21
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	21
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	23
1.3 OBJETIVOS .....	24
1.3.1 Objetivo General .....	24
1.3.2 Objetivos Específicos .....	24
1.4 ALCANCE .....	25
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA .....	26
2.1 TENDENCIAS DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR .....	26
2.1.1 El proyecto Tuning Educational Structures in Europe .....	33
2.1.2 El proyecto Tuning-América Latina.....	37
2.2 EDUCACIÓN EN LA INGENIERÍA .....	38
2.2.1 Tendencias de la Ingeniería Industrial .....	42
2.3 CALIDAD Y PERTINENCIA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR.....	44
2.3.1 Calidad.....	44
2.3.2 Pertinencia .....	46
2.4 COMPETENCIAS.....	47
2.4.1 Proyecto Tuning de Europa.....	48
2.4.1.1 Competencias genéricas .....	49
2.4.1.2 Competencias específicas.....	49
2.4.2 Propuesta de clasificación de las competencias según el Ministerio de Educación Nacional .....	49

2.4.2.1	Competencias genéricas: .....	49
2.4.2.2	Competencias específicas: son propias de cada programa académico de educación superior y complementan las competencias genéricas. ....	50
2.4.3	Proyecto Tuning de América Latina.....	50
2.4.4	Competencias genéricas de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales: Programa de Ingeniería Industrial UIS .....	51
2.5	SEGUIMIENTO A GRADUADOS .....	52
2.5.1	Graduados .....	52
2.5.2	¿Qué es un estudio de seguimiento a graduados? .....	54
2.5.3	Objetivos de los estudios de seguimiento a graduados .....	57
2.5.4	La importancia del seguimiento a graduados .....	58
2.5.5	Tipos de estudios de seguimiento a graduados.....	61
2.5.5.1	Estudio puntual o transversal .....	61
2.5.5.2	Estudio longitudinal	
2.6	ESTADO DEL ARTE DE ESTUDIOS DE SEGUIMIENTO A GRADUADOS.	62
2.6.1	El proyecto GRADUA2 .....	62
2.6.1.1	El perfil del egresado:.....	63
2.6.1.2	Situación de los egresados en el mercado de trabajo.....	63
2.6.1.3	Relación con la institución de egreso.....	64
2.6.1.4	La transición de la educación superior al empleo .....	64
2.6.1.5	El desempeño en el campo laboral de los egresados .....	65
2.6.1.6	Otros .....	65
2.6.2	Los proyectos CHEERS, REFLEX y PROFLEX .....	65
2.6.2.1	El proyecto CHEERS (Careers after Graduation- a European Research Study) .....	65
2.6.2.2	El proyecto REFLEX(The flexible Professional in Knowledge Society) .....	66
2.6.2.3	El proyecto PROFLEX (el profesional flexible en la Sociedad del Conocimiento- 2006) .....	67
2.6.3	Trayectoria laboral y competencias profesionales de los jóvenes egresados de la Universidad Nacional de la Plata (UNLP).....	68

2.6.4	Universidad del Bío-Bío Chile.....	70
2.6.5	Valoración subjetiva de los atributos que los ingenieros consideran requerir para ocupar puestos administrativos: Un estudio en empresas maquiladoras de Ciudad Juárez .....	71
2.6.6	Competencias cognoscitivas del Ingeniero Industrial .....	72
2.6.7	Observatorio Laboral para la Educación (OLE) .....	72
2.6.8	Evaluación de competencias laborales en estudiantes de Ingeniería Industrial.....	76
2.6.9	Impacto social de los programas de pregrado: Ingeniería de producción ...	76
2.6.10	Estudio de seguimiento a recién egresados de programas académicos de pregrado de la Sede Central.....	79
2.6.11	Estudio de seguimiento a egresados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander .....	81
3.	MINERÍA DE DATOS.....	82
3.1	VENTAJAS DE LA MINERÍA DE DATOS.....	85
3.2	APLICACIONES DE LA MINERÍA DE DATOS.....	85
3.3	TIPOS DE MODELOS.....	86
3.3.1	Modelo predictivo .....	86
3.3.2	Modelo descriptivo .....	86
3.4	LA MINERÍA DE DATOS Y EL PROCESO DE DESCUBRIMIENTO DE CONOCIMIENTO EN BASES DE DATOS.....	87
3.5	FASES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE CONOCIMIENTO .....	88
3.5.1	Integración y recopilación de datos .....	88
3.5.2	Selección, limpieza y transformación .....	89
3.5.3	Minería de datos .....	91
3.5.4	Evaluación e interpretación .....	91
3.5.5	Difusión, uso y monitorización .....	92
3.6	TAREAS DE LA MINERÍA DE DATOS.....	92
3.6.1	La clasificación.....	92
3.6.2	La regresión .....	93

3.6.3	El agrupamiento (clustering).....	93
3.6.4	Las correlaciones .....	93
3.6.5	Las reglas de asociación .....	94
3.7	TÉCNICAS DE MINERÍA DE DATOS .....	94
3.7.1	Árboles de decisión .....	94
3.7.1.1	Tipos de árboles de decisión: .....	95
3.7.1.2	Puntos para que el algoritmo funcione bien .....	95
3.7.1.3	Algunos algoritmos de árboles de decisión.....	97
3.7.2	Redes Bayesianas .....	98
3.7.3	Técnicas para agrupamiento .....	101
3.7.3.1	Algoritmo K medias: .....	101
3.7.4	Técnicas para reglas de asociación .....	102
3.8	METODOLOGIAS PARA PROCESOS DE MINERÍA DE DATOS.....	102
3.8.1	Metodología CRISP-DM.....	103
3.8.1.1	La comprensión del negocio:.....	104
3.8.1.2	La comprensión de los datos:.....	104
3.8.1.3	La preparación de los datos: .....	105
3.8.1.4	El modelado: .....	105
3.8.1.5	La evaluación: .....	106
3.8.1.6	El despliegue:.....	106
3.9	HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS .....	106
3.9.1	IBM SPSS Modeler .....	106
3.9.2	WEKA (Waikato Environment for knowledge Analysis): .....	107
3.10	EVALUACIÓN DE LOS MODELOS DE MINERÍA DE DATOS.....	108
4.	PROCESO DE DESCUBRIMIENTO DE CONOCIMIENTO .....	109
4.1	TIPO DE ESTUDIO .....	109
4.2	INTEGRACIÓN Y RECOPIACIÓN DE DATOS .....	110
4.2.1	Población estudio .....	110
4.2.2	Método de muestreo .....	112

4.2.3	Instrumento de medición .....	113
4.2.3.1	Tipos de pregunta.....	113
4.2.3.2	Información requerida.....	115
4.2.3.3	Técnicas para la recopilación de la información .....	118
4.2.3.4	Prueba piloto .....	120
4.2.3.5	Validez y confiabilidad del instrumento de medición .....	121
4.2.3.6	Versión final del instrumento de medición .....	129
4.2.4	Recopilación de la información.....	129
4.2.5	Confiabilidad del instrumento de medición .....	131
4.3	SELECCIÓN, LIMPIEZA Y TRANSFORMACIÓN.....	132
4.3.1	Variables innecesarias .....	135
4.3.2	Variables complementarias .....	135
4.3.3	Análisis multivariante.....	136
4.3.3.1	Análisis de correspondencia simple:.....	136
4.3.3.2	Análisis exploratorio de factores mediante componentes principales:	145
4.3.4	Análisis de clustering.....	151
4.4	MINERÍA DE DATOS .....	165
4.4.1	Árboles de decisión .....	165
4.4.2	Redes Bayesianas .....	168
4.4.2.1	Momento cero .....	169
4.4.2.2	Momento uno .....	172
4.4.2.3	Momento tres .....	174
4.4.3	Reglas de asociación .....	174
4.4.3.1	Momento cero .....	175
4.4.3.2	Momento uno .....	175
4.4.3.3	Momento tres .....	176
4.5	COMPETENCIAS DE LOS INGENIEROS INDUSTRIALES .....	176
4.6	ESTRATEGIAS POR SEGMENTO .....	180
4.6.1	Momento cero .....	180
4.6.1.1	En grado muy alto .....	180

4.6.1.2	En grado alto .....	181
4.6.1.3	En grado medio .....	181
4.6.2	Momento uno .....	182
4.6.2.1	En grado muy alto .....	182
4.6.2.2	En grado alto .....	183
4.6.2.3	En grado medio .....	183
4.6.3	Momento tres .....	184
4.6.3.1	En grado muy alto .....	184
4.6.3.2	En grado alto .....	185
4.6.3.3	En grado medio .....	185
4.7	INFORMACIÓN ADICIONAL.....	186
5.	FRAMEWORK .....	188
6.	CONCLUSIONES .....	189
7.	RECOMENDACIONES.....	194
	BIBLIOGRAFÍA.....	196
	ANEXOS.....	209

## LISTA DE ILUSTRACIONES

pág.

Ilustración 1. Desarrollo del talento .....	30
Ilustración 2. Componentes de información del sistema de información del Observatorio laboral para la Educación .....	57
Ilustración 3. Proceso KDD .....	88
Ilustración 4. Ejemplo de Red Bayesiana.....	99
Ilustración 5. Ejemplo de un Clasificador Naïve Bayes .....	100
Ilustración 6. Estructura (A) TAN y (B) BAN.....	100
Ilustración 7. Fases de la metodología CRISP-DM .....	104
Ilustración 8. Puntos de columna y de fila. Normalización Simétrica.....	141
Ilustración 9. Puntos columna y puntos fila (sector vs desempeño). Normalización simétrica .....	143
Ilustración 10. Puntos columna y puntos fila (sector vs nivel jerárquico). Normalización simétrica.....	143
Ilustración 11. Puntos columna y puntos fila (sector vs tipo de contratación). Normalización simétrica.....	144
Ilustración 12. Grupos según las competencias desarrolladas por los egresados .....	151
Ilustración 13. Tamaño de los conglomerados.....	153
Ilustración 14. Agrupaciones de competencias de acuerdo al nivel de desarrollo .....	158
Ilustración 15. Comportamiento de las agrupaciones.....	159
Ilustración 16. Árbol de decisión para la satisfacción con el empleo según el nivel del cargo.....	166
Ilustración 17. Árbol de clasificación-¿Volviendo hacia atrás, volvería a estudiar en la Universidad? .....	170
Ilustración 18. Promedio Competencias generales momento cero.....	178

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Secciones de los cuestionarios de seguimiento a graduados del OLE ....	74
Tabla 2. Criterios de partición .....	96
Tabla 3. Graduados entre el año 2007 y septiembre de 2013.....	111
Tabla 4. Modificaciones de las competencias .....	127
Tabla 5. Coeficiente de confiabilidad de Cronbach .....	129
Tabla 6. Alfa de Cronbach por variables .....	131
Tabla 7. Registros recolectados.....	133
Tabla 8. Tabla de correspondencias .....	137
Tabla 9. Perfiles de filas.....	138
Tabla 10. Perfiles de columnas.....	138
Tabla 11. Tabla Resumen.....	140
Tabla 12. Examen de los puntos de columna * .....	140
Tabla 13. Examen de los puntos de fila * .....	141
Tabla 14. KMO y prueba de Bartlett.....	146
Tabla 15. Tabla de comunalidades .....	147
Tabla 16. Varianza total explicada .....	149
Tabla 17. Matriz de componentes rotados .....	150
Tabla 18. Distancias entre los centros de los conglomerados finales K=2 .....	152
Tabla 19. Distancias entre los centros de los conglomerados finales K=3 .....	152
Tabla 20. Distancias entre los centros de los conglomerados finales K=4 .....	152
Tabla 21. Tabla de contingencia K medias * Conglomerados en dos fases (3 agrupaciones) .....	153
Tabla 22. Tabla de contingencia K medias * Conglomerados en dos fases (4 agrupaciones) .....	153
Tabla 23. Centro de los conglomerados finales .....	154
Tabla 24. Perfil de los conglomerados momento cero. ....	155
Tabla 25. Perfil de los segmentos de los egresados del momento cero.....	161
Tabla 26. Atributos.....	169
Tabla 27. Distribución de probabilidad para la satisfacción con la formación (GA1) .....	170

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Análisis de la encuesta base.....	209
ANEXO B. Relación entre las áreas de la encuesta base y las áreas propuestas en el manual gradua2.....	216
ANEXO C. Versión inicial del cuestionario.....	218
ANEXO D. Versión final del cuestionario.....	225
ANEXO E. Mensaje enviado a los encuestados.....	233
ANEXO F. Mensaje publicado en otros medios.....	234
ANEXO G. Boletín.....	235
ANEXO H. Tablas y diagramas para el análisis de correspondencia simple.....	236
ANEXO I. Competencias.....	244
ANEXO J. Matriz de componentes rotados momento uno.....	245
ANEXO K. Segmentos momento uno.....	246
ANEXO L. Segmentos momento tres.....	250
ANEXO M. Árboles de decisión momento cero.....	254
ANEXO N. Árboles de decisión momento uno.....	256
ANEXO O. Árboles de decisión momento tres.....	259
ANEXO P. Redes bayesianas de aspectos que influyen en la satisfacción académica.....	261
ANEXO Q. Redes bayesianas de aspectos que influyen en la decisión de volver a estudiar en la UIS.....	264
ANEXO R. Redes bayesianas de la pertinencia educativa.....	266
ANEXO S. Comparación temporal de las competencias.....	269
ANEXO T. Framework.....	270
ANEXO U. Sugerencias de los egresados de Ingeniería Industrial.....	271

## RESUMEN

**TÍTULO:** FRAMEWORK PARA EL PROCESO DE SEGUIMIENTO A GRADUADOS DEL PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER\*

**AUTOR:** YULY ANDREA RAMÍREZ SIERRA\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Seguimiento a graduados, pertinencia educativa, calidad educativa, competencia, minería de datos, análisis de clúster, árboles de decisión, reglas de asociación, análisis de componentes principales.

### DESCRIPCIÓN

Con el propósito de describir el desempeño de los graduados del programa de Ingeniería Industrial desde las competencias desarrolladas durante su formación y evaluar la pertinencia y calidad de la educación proporcionada por la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, se llevó a cabo un estudio de seguimiento a graduados.

Para tal fin, se realizó inicialmente una revisión literaria relacionada con las tendencias de la educación superior, la educación en la ingeniería, la calidad y la pertinencia de la educación superior, las competencias requeridas en la formación de los ingenieros y el seguimiento a graduados, con el objetivo de adaptar la encuesta a aplicar de acuerdo con las necesidades de información requeridas. De manera que el cuestionario se conforma por las siguientes secciones: datos sociodemográficos, trayectoria académica y educativa, trayectoria profesional y laboral (inserción laboral, situación actual e interés por crear empresa), satisfacción profesional y académica y pertinencia educativa. La información recolectada después de aplicar la encuesta fue analizada utilizando un proceso de selección, limpieza y transformación, aplicando análisis multivariado mediante el software SPSS Statistics. Posteriormente, se obtuvieron patrones y perfiles de comportamiento de los graduados aplicando técnicas de minería de datos tales como: análisis de clustering, árboles de decisión, redes bayesianas y reglas de asociación utilizando los programas WEKA y SPSS Statistics.

Los patrones y los perfiles obtenidos sirvieron de base para el planteamiento de estrategias que permitan fortalecer la pertinencia y calidad del programa Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander.

Finalmente, se construye el framework del estudio, en el cual se encuentra cada etapa llevada a cabo en el desarrollo del proyecto.

---

\* Proyecto de grado

\*\*Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Director PhD Henry Lamos Díaz

## ABSTRACT

**TÍTULO:** FRAMEWORK FOR FOLLOW-UP INDUSTRIAL ENGINEERING GRADUATES OF INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER.\*

**AUTHOR:** YULY ANDREA RAMÍREZ SIERRA\*\*

**KEYWORDS:** Graduates follow-up, educational pertinence, education quality, competence, data mining, cluster analysis, decision trees, association rules, principal components analysis.

### DESCRIPTION

In order to describe the performance of Industrial Engineering graduates taking into account the skills developed during their education, and to assess the pertinence and quality of the education provided by the School of Industrial and Managerial Studies, a graduates' follow-up study was conducted.

For this aim, a literature review related to higher education trends, engineering education, quality and pertinence of higher education, the skills required in the education of engineers, and graduates follow-up was conducted. Once the literature review was done, the questionnaire was defined to have the following sections: demographics, academic career, professional and work career (employment, current situation and entrepreneurship), professional and academic satisfaction, and educational pertinence. The information obtained after applying the questionnaire was sorted, cleaned and transformed using a multivariate analysis with the SPSS software. Then, graduates' patterns and profiles were obtained using data mining techniques such as clustering analysis, decision trees, Bayesian networks and association rules using WEKA and SPSS software.

The patterns and profiles obtained were the basis for the construction of a set of strategies to strengthen the pertinence and quality of the Industrial Engineering degree program at Universidad Industrial de Santander. Finally, the study's framework that considered each phase of the project was developed.

---

\* Degree project

\*\* Faculty of Physique Mechanics Engineering, School of Industrial and Managerial Studies, Project manager: Henry Lamos Díaz, PhD.

## INTRODUCCIÓN

Debido a la transición del mundo hacia la sociedad del conocimiento y los nuevos retos que esta impone, así como el acelerado avance de las nuevas y mejoradas tecnologías de la información<sup>1</sup>, se requiere una educación superior comprometida con las necesidades de la comunidad, del mundo laboral, de la familia y de manera especial con las necesidades, intereses y expectativas de los futuros profesionales<sup>2</sup>. Con el fin de consolidar una institución de calidad y con pertinencia educativa, es decir que ésta cuente con las capacidades para dar respuesta oportuna a las necesidades de la sociedad e incluso superar sus expectativas<sup>3</sup>, las Instituciones de Educación Superior (IES) han considerado ofrecer programas académicos congruentes con las condiciones de la demanda laboral y social, así como, incrementar sus relaciones con el gobierno y los sectores productivos<sup>4</sup>.

Por otro lado, los criterios de selección de los empleadores se basaban exclusivamente en los conocimientos adquiridos por los profesionales más que en sus capacidades personales. Actualmente, las empresas exigen a los aspirantes poseer el talento, las habilidades, los conocimientos y las competencias que les permitan enfrentar de forma flexible el mundo laboral<sup>5</sup>. En consecuencia, es fundamental que las IES analicen los efectos o impactos de la educación que se

---

<sup>1</sup> VERGARA QUINTERO, María del Carmen; GIRALDO OSORIO, Adriana María y NARANJO ARISTIZÁBAL, María Mercedes. Graduados UAM-calidad y pertinencia [en línea]. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales, 2009. p. 27. [consultado el 14 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://hdl.handle.net/11182/357>>.

<sup>2</sup> MAYA GUERRA, José Ignacio; HERRERA HERRERA, María Eugenia. Caracterización e impacto de los graduados de la Católica del Norte. En: Revista Virtual Universidad Católica del Norte. Septiembre-diciembre, Septiembre-diciembre, 2011, no. 34, p. 82.

<sup>3</sup> ALMONACID, Paula; MONTES, Isabel Cristina y VÁSQUES, Juan José. Un análisis factorial para evaluar la pertinencia de un programa académico desde la perspectiva de los graduados: un estudio de caso. En: Ecos de Economía. Octubre, 2009, no. 29, p. 101.

<sup>4</sup> MAYA y HERRERA. Op. cit., p. 86.

<sup>5</sup> MENA, Ángel., *et al.* Desarrollo de competencias en dirección de proyectos en los alumnos de las titulaciones de ingeniería industrial en la Universidad de Huelva (España). [en línea]. En: Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos [en línea]. (13: 8-10, julio, 2009: Badajoz, España). Universidad de Extremadura. p. 2229. [consultado el 15 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://aeipro.com/files/congresos/2009badajoz/ciip09\\_2227\\_2236.2654.pdf](http://aeipro.com/files/congresos/2009badajoz/ciip09_2227_2236.2654.pdf)>.

proporciona a los estudiantes y garanticen que los profesionales al momento de ingresar al mercado laboral posean los conocimientos adecuados<sup>6</sup>.

Una de las formas de evaluar el impacto de los graduados en el entorno es a través de estudios de seguimiento, los cuales permiten conocer información acerca del desempeño profesional, y opiniones de los graduados y empleadores sobre la calidad de la educación recibida y de las demandas del mercado laboral y del medio social<sup>7</sup>, para que basados en su análisis, las directivas de las IES y de los programas académicos puedan tomar decisiones alineadas con sus planes estratégicos.

Por tal motivo, el propósito del presente proyecto es construir un modelo que permita identificar los perfiles de los graduados del programa de Ingeniería Industrial en el periodo comprendido entre 2007 y 2013, para así describir su desempeño laboral y evaluar la pertinencia y calidad de la educación.

El presente documento se estructura de la siguiente manera: inicialmente se realiza una revisión de la literatura, en la cual se exponen las tendencias de la educación superior, de la ingeniería y de la ingeniería Industrial. También, se hace una recopilación sobre el seguimiento a graduados, en donde se expone su importancia, los objetivos de estos estudios, los tipos y algunos casos de estudio de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial. Seguidamente, se hace una recopilación de lo relacionado con la minería de datos en cuanto a modelos, tareas, técnicas, metodología y herramientas de análisis. Posteriormente, se presenta el proceso de descubrimiento de conocimiento del proyecto, estrategias para cada agrupación de graduados y se construye el framework del estudio de seguimiento a graduados de Ingeniería Industrial. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

---

<sup>6</sup> MAYA y HERRERA, Op. cit., p. 82.

<sup>7</sup> ALDANA DE BECERRA, Gloria Marlen. Seguimiento a egresados: su importancia para las Instituciones de Educación Superior. En: Revista Teoría y Praxis Investigativa. Septiembre-diciembre, 2008, vol. 3, no. 2, p. 62.

## TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
Elaborar el estado del arte sobre los estudios de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial realizados por otras universidades a nivel local, nacional e internacional.	Capítulo 2
Ajustar el instrumento de medición existente para el seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander de acuerdo con las necesidades de información requeridas.	4.2.3 Instrumento de medición.
Comprobar la fiabilidad y validez del instrumento de medición desarrollado.	4.2.3 Instrumento de medición 4.2.5 Confiabilidad del instrumento de medición
Aplicar el instrumento de medición a los graduados de Ingeniería Industrial 2007-2013 de la Universidad Industrial de Santander.	4.2.3 Instrumento de medición
Analizar los datos para descubrir mediante técnicas de minería de datos y análisis multivariado patrones de los egresados del programa de Ingeniería Industrial, que permitan mejorar la calidad y la pertinencia del programa académico.	4.3.3 Análisis multivariante 4.3.4 Análisis de clustering 4.4 Minería de datos 4.5 Competencias 4.6 Estrategias por segmento
Describir los perfiles de los graduados usando técnicas de minería de datos (árboles de decisión, reglas de asociación y análisis de agrupamiento).	4.3.4 Análisis de clustering 4.4 Minería de datos

# 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

## 1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial, como consecuencia de los retos que impone la Sociedad del Conocimiento y el progreso acelerado de nuevas tecnologías de la información y comunicación<sup>8</sup>, las Instituciones de Educación Superior (IES) deben desarrollar en sus estudiantes las competencias que le permitan alcanzar aquellos estándares de competitividad que se requieren en una sociedad exigente y en constante cambio<sup>9</sup>.

Entonces, las IES para identificar las necesidades y exigencias del entorno, analizan el desempeño de los graduados, ya que los graduados son el resultado del proceso de formación y están en capacidad de reflexionar, y analizar sobre la calidad y pertinencia de la educación recibida<sup>10</sup>. En donde, la pertinencia educativa es entendida como “la capacidad de las instituciones y del sistema de educación superior para responder adecuadamente, desde su naturaleza y fines, a las necesidades de la sociedad”<sup>11</sup>.

De este modo, se han realizado estudios de seguimiento a graduados en donde se puede evidenciar la capacidad que han desarrollado las IES en la gestión y evaluación de la calidad y pertinencia de los programas educativos, con el objetivo de identificar las tendencias de la oferta y la demanda de los profesionales a nivel regional, nacional o internacional, para así tomar decisiones estratégicas que permitan mejorar los programas académicos y contribuir al desarrollo del país.

En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional cuenta con un sistema de información del Observatorio Laboral para la Educación, el cual está formado por dos componentes de información, uno de oferta (información que reportan las IES)

---

<sup>8</sup> VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op cit., p 27.

<sup>9</sup> TÜNNERMANN BERNHEIM, Carlos. Pertinencia y calidad de la Educación superior. Citado por VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p. 35.

<sup>10</sup> VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p. 33.

<sup>11</sup> MAYA y HERRERA. Aproximación al estado del arte sobre los estudios de desempeño de graduados de programas de educación superior, Op. cit., p. 132.

y otro de demanda (encuesta a empleadores y estudios sectoriales), y cuenta con un aplicativo de diligenciamiento en línea de la encuesta de seguimiento<sup>12</sup>. Por consiguiente, el seguimiento a graduados se ha convertido en un elemento estratégico y de valor para las universidades, ya que a partir de ellos se genera información importante y esencial que permite evaluar la efectividad que ha tenido la formación que ofrecen las universidades.

De acuerdo a lo anterior, en la Universidad Industrial de Santander se ha visto la necesidad de alinear sus programas académicos con las necesidades del sector empresarial y de la sociedad. En cuanto a esto, se han desarrollado proyectos como el “Seguimiento a egresados del programa de ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander”<sup>13</sup>, el cual consistió en hallar para los egresados del periodo comprendido entre 1997 y 2009: la situación laboral, las competencias, el nivel de satisfacción en el área profesional y la pertinencia de la formación adquirida. Otro estudio realizado es “evaluación del graduado de ingeniería industrial 2005-2009 de la Universidad Industrial de Santander desde la perspectiva de los empleadores de Bucaramanga y su Área metropolitana”<sup>14</sup>, el cual consistió en medir la congruencia entre las demandas de competencias y las características profesionales de los graduados.

El seguimiento a graduados es un proceso dinámico, por consiguiente es necesario que se realice regularmente para recolectar información acerca del éxito profesional, del conocimiento y las destrezas de los graduados así como de la relación entre los estudios académicos y el empleo, con el propósito de formular políticas de mejoramiento y a la vez fomentar y fortalecer los vínculos entre los egresados y la

---

<sup>12</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, Op. cit., p. 2-3.

<sup>13</sup> ARRIETA TORRES, Wilmar y DE LA ROSA, Carlos Andrés. Estudio de seguimiento a egresados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, 2010, p. 24-30.

<sup>14</sup> ARIZA ALDANA, Mónica Bibiana et al. Evaluación del graduado de ingeniería industrial 2005-2009 de la Universidad Industrial de Santander desde la perspectiva de los empleadores de Bucaramanga y su Área metropolitana. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, 2010, p. 35-36.

Universidad, por esto, con el presente proyecto se pretende construir un modelo acorde con el plan estratégico de la escuela para estudiar de forma particular a los graduados del programa de ingeniería industrial de la Universidad Industrial de Santander, identificando el impacto que han tenido los profesionales sobre la sociedad y el sector empresarial.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Las relaciones entre la educación superior, el conocimiento y la sociedad han experimentado una serie de ajustes que han llevado a integrar la institución a la sociedad, y también a producir y difundir los conocimientos de más alto impacto en la sociedad, de tal forma que estos conocimientos se contribuyan al desarrollo socio económico usen y permitan evitar la ampliación de la brecha entre los países.

De esta manera, es responsabilidad de las Instituciones de Educación Superior realizar las evaluaciones pertinentes sobre el impacto de los graduados en el medio. Por lo tanto, este estudio de seguimiento a graduados proporcionará información para analizar la pertinencia y calidad educativa de la formación ofrecida por el programa de Ingeniería Industrial, se contribuirá al proceso misional de Investigación y Extensión de la Universidad, se identificarán desde la perspectiva de los graduados los requisitos de los empleadores para la selección de los profesionales. Además, se podrá analizar la pertinencia del currículo del programa académico de ingeniería Industrial y generar estrategias para fortalecer la relación Universidad empresa y el vínculo con los egresados. Asimismo, se identificarán las necesidades de formación de los estudiantes y las necesidades de educación continua de los profesionales. De acuerdo a esto, este proyecto sirve como base para que las directivas tomen decisiones alineadas con el plan estratégico de la Escuela y que contribuyan al mejoramiento de la educación.

Adicionalmente, este estudio permite cumplir con uno de los requisitos para la

acreditación del programa académico, el factor de impacto de los egresados en el medio, en el cual se requiere que el programa académico reconozca el desempeño laboral de sus graduados y el impacto que éstos tienen en el programa académico y en el medio para evaluar la forma en que se puede contribuir al desarrollo socio-económico de la región y el país.

También, los resultados de este proyecto son la base para que los estudiantes que aspiren a ingresar al programa académico de Ingeniería Industrial analicen la situación del mismo y les permita tomar sus respectivas decisiones.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar un framework para el proceso de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander que caracterice el desempeño de los graduados y que sirva como herramienta de soporte a la toma de decisiones estratégicas de la escuela.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Elaborar el estado del arte sobre los estudios de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial realizados por otras universidades a nivel local, nacional e internacional.
- Ajustar el instrumento de medición existente para el seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander de acuerdo con las necesidades de información requeridas.
- Comprobar la fiabilidad y validez del instrumento de medición desarrollado.
- Aplicar el instrumento de medición a los graduados de Ingeniería Industrial 2007-2013 de la Universidad Industrial de Santander.
- Analizar los datos para descubrir mediante técnicas de minería de datos y análisis multivariado patrones de los egresados del programa de Ingeniería

Industrial, que permitan mejorar la calidad y la pertinencia del programa académico.

- Describir los perfiles de los graduados usando técnicas de minería de datos (árboles de decisión, reglas de asociación y análisis de agrupamiento).

#### **1.4 ALCANCE**

Con este trabajo de grado se espera obtener patrones y caracterizaciones de los graduados del programa Ingeniería Industrial entre el año 2007 y septiembre de 2013. La caracterización se realiza segmentando los graduados con base en las competencias que se evalúan mediante el cuestionario.

Así, este proyecto se inicia con la adaptación del cuestionario de seguimiento a graduados de acuerdo con las necesidades de información requeridas, y este cuestionario se somete a un proceso de validez y confiabilidad. Además, se consolida la información, se realiza la respectiva selección, limpieza y transformación de los datos, en donde se aplican algunas técnicas de análisis multivariante tales como análisis de correspondencia simple y análisis exploratorio de factores mediante componentes principales, para posteriormente utilizar técnicas de minería de datos como: Redes Bayesiana, Árboles de Decisión, Análisis de Cluster y Reglas de Asociación, con el propósito de descubrir relaciones entre las variables analizadas y clasificar los graduados.

Las técnicas de análisis multivariante y las técnicas de minería de datos se aplican mediante el software: SPSS Statistis y WEKA.

Finalmente, se obtienen perfiles y patrones de los graduados que permiten generar estrategias que contribuyan al mejoramiento de la educación del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander. Asimismo, se presenta el framework del estudio de seguimiento a graduados que permite observar cada fase de este proyecto.

## 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1 TENDENCIAS DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

La sociedad está desarrollándose aceleradamente, en donde la sociedad industrializada se está enfocando a producir a gran escala mediante la automatización de los procesos buscando reemplazar la fuerza humana por el uso de las máquinas, progresando así hacia una sociedad de información y conocimiento, ya que la creciente capacidad tecnológica permite optimizar los procesos y permite almacenar cada vez más una cantidad considerable de información que se puede difundir con rapidez<sup>15</sup>. Dado este progreso en la sociedad, la industria de los servicios empieza a tomar importancia<sup>16</sup>; según Duque, el servicio es “el trabajo, la actividad y/o los beneficios que producen satisfacción a un consumidor”<sup>17</sup>. Por lo tanto, la importancia de la industria de servicios es consecuencia de las necesidades y expectativas de la sociedad, para lo cual hoy en día lo que buscan las empresas es satisfacer a sus clientes y superar sus expectativas, en otras palabras mediante el servicio las empresas buscan generar valor al cliente en cada “*momento de verdad*”, el cual es definido como el momento en el que el cliente interactúa con alguien de la organización y los clientes perciben la calidad del servicio que les han ofrecido<sup>18</sup>. Por consiguiente, se requiere que en las organizaciones laboren personas con las suficientes competencias, es decir personas con “habilidades, conocimientos y actitudes que antes no eran explícitamente requeridas por el trabajador o el artesano de la sociedad industrial

---

<sup>15</sup>VARGAS, F. De las virtudes laborales a las competencias clave: un nuevo concepto para antiguas demandas. Citado por VALLE B, Mauricio y CABRERA M, Piedad. ¿Qué competencias debe poseer un ingeniero civil industrial? la percepción de los estudiantes. En: Revista Iberoamericana de Educación. Septiembre, 2009. no. 50, p.1.

<sup>16</sup>Ibíd.

<sup>17</sup> DUQUE OLIVA, Edison Jair. Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición. En: Revista INNOVAR. Enero-junio, 2005, vol. 15, no. 25, p. 64.

<sup>18</sup>Ibíd., p. 66.

de principios del siglo XX”<sup>19</sup>. De esta manera, el perfil del egresado se conforma por los requisitos cognoscitivos, actitudinales y éticos, para el adecuado desempeño en relación con las tareas, funciones, actividades y acciones que el egresado realiza<sup>20</sup>.

Según la Fundación Universidad-Empresa<sup>21</sup>, anteriormente el mercado laboral se desarrollaba en función de la oferta de ocupaciones y profesiones como: abogados, médicos, ingenieros, etc., pero hoy por hoy los empleadores seleccionan los profesionales de acuerdo a los perfiles y funciones tales como: técnico, comercial, calidad, etc. Por lo tanto es importante que las Instituciones de Educación Superior (IES) desarrollen en sus estudiantes las habilidades suficientes que les permitan enfrentar la demanda del sector empresarial y la sociedad, en otras palabras las IES no solo deben cumplir con un objetivo de formación impuesto por un currículo, sino que se deben guiar por las habilidades, talentos, conocimientos y capacidades que exigen la sociedad y también el estudiante<sup>22</sup>, con el fin de lograr el beneficio de todas las partes implicadas en este proceso de interacción Universidad-sociedad. A nivel mundial, constantemente han ocurrido cambios complejos y acelerados en

---

<sup>19</sup> VARGAS, F. De las virtudes laborales a las competencias clave: un nuevo concepto para antiguas demandas. Citado por VALLE B, Mauricio y CABRERA M, Piedad. ¿Qué competencias debe poseer un ingeniero civil industrial? la percepción de los estudiantes. En: Revista Iberoamericana de Educación. Septiembre, 2009. no. 50, p.1.

<sup>20</sup> GONZÁLEZ HERRERA, María Brenda; FIGUEROA GONZÁLEZ, Ernesto geovani y BUSTAMANTE CUIEL, José Alberto. Estudios del desempeño profesional de los egresados de la carrera de administración de la FECA UJED en una década de estudios de egresados 1996-2006. En: Global Conference on Business and Finance Proceedings. 2012, vol. 7, no. 2, p. 730.

<sup>21</sup> FUNDACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA. Estudio sobre la Necesidad de Acciones de Orientación para Adecuar la Oferta y Demanda de Estudios Universitarios al Mercado Laboral de la Comunidad de Madrid. Citado por MARTÍN del PESO, Mónica; RABADÁN GÓMEZ, Ana Belén y HERNANDEZ MARCH, Julio. Desajustes entre formación y empleo en el ámbito de las Enseñanzas Técnicas universitarias: la visión de los empleadores de la Comunidad de Madrid. En: Revista de Educación [en línea]. Enero-abril, 2013, no. 360, p. 2-3. [consultado el 14 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://www.revistaeducacion.mec.es/doi/360\\_110.pdf](http://www.revistaeducacion.mec.es/doi/360_110.pdf)>.

<sup>22</sup> RODRÍGUEZ, Carlos y RAMÍREZ, Sergio. Juegos y ejercicios prácticos como apoyo a los cursos interactivos para el área de administración de operaciones y logística en la carrera de ingeniería de producción de la Universidad EAFIT. En: Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education. 2010, vol. 4, no. 1, p. 9.

lo relacionado con la ciencia y la tecnología<sup>23</sup>, alterando el modo en que trabajamos, el entorno en el que nos formamos y la vida cotidiana de cada uno de nosotros<sup>24</sup>. Por consiguiente, es imprescindible tener unos conocimientos básicos que nos permitan analizar lo que está sucediendo para dar las respuestas apropiadas y tomar decisiones a nivel personal y participar activamente en la sociedad<sup>25</sup>.

Dentro del proyecto Metas Educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios, la sexta meta, enuncia “favorecer la conexión entre la educación y el empleo a través de la educación técnico-profesional (ETP)”<sup>26</sup>, con la cual se pretende que los profesionales de las distintas ramas productivas desarrollen competencias “desde una perspectiva más polivalente, abierta al futuro y vinculada a las posibilidades de aprendizaje a lo largo de la vida<sup>27</sup>”. Es decir, que los profesionales estén dispuestos a aprender de cada experiencia y a no centrarse únicamente en su área de especialización sino también explotar otras áreas que le permitan desarrollar sus competencias.

Por lo tanto, dados los retos que impone la Sociedad del Conocimiento, el progreso acelerado de nuevas tecnologías de la información y comunicación<sup>28</sup>, los objetivos y estrategias de las Instituciones de Educación Superior (IES), han experimentado cambios, en donde es “cada vez más importante disponer de una educación

---

<sup>23</sup> PUENTES GAETE, Antonio, et al. Concepciones sobre las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC y sus implicaciones educativas: Un estudio exploratorio con profesorado de la provincia de Ñuble, Chile. En: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Enero, 2013, vol. 8, no. 22, p. 76.

<sup>24</sup> ESTRADA CEA, Alex Eduardo. De la Percepción a la Realidad: Análisis Comparativo entre las Competencias Profesionales de los Estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad del Bío-Bío, Chile, y la Universidad Nacional de Misiones, Argentina. Memoria para optar el título de Ingeniero Civil Industrial Mención Gestión. Concepción: Universidad del Bío-Bío. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Industrial, 2005. p. 31.

<sup>25</sup> MARTÍN-DÍAZ, María Jesús, GUTIÉRREZ JLIÁN, María Sagrario y GÓMEZ CRESPO, Miguel Ángel. ¿Por qué existe una falla entre la innovación e investigación educativa y la práctica docente? En: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología Y Sociedad. Enero, 2013., vol. 8, no. 22, p. 12.

<sup>26</sup> ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS PARA LA EDUCACIÓN. Metas Educativas 2021: miradas sobre la educación en Iberoamérica [en línea]. España, 2011; p 20. [consultado el 15 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.oei.es/metas2021/Miradas.pdf>>.

<sup>27</sup> *Ibíd.*, p. 191.

<sup>28</sup> VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op cit., p 27.

superior que garantice la creación y distribución de los conocimientos y tecnologías que demanda la sociedad y la economía”<sup>29</sup>. Según Cabero<sup>30</sup>, dos aspectos que caracterizan a la Sociedad del Conocimiento son: el espíritu crítico y las capacidades para clasificar la información que sea útil, es decir utilizar la información que proporcione algún conocimiento que permita entender las diferentes situaciones que se presentan en el entorno. Actualmente las IES y el campo laboral se están encargando de enfocar los esfuerzos en que los estudiantes logren competencias que les permitan desempeñarse de manera efectiva en contextos reales<sup>31</sup>, y así poder satisfacer la demanda del campo laboral y de la sociedad. De este modo, la Universidad tiene como misión proporcionar una formación que de las garantías suficientes para la empleabilidad y la competitividad de sus profesionales<sup>32</sup>. En donde la empleabilidad, está basada en el talento personal, ya que un profesional con talento tiene ventajas competitivas que lo diferencian de los demás y se fundamenta en tres factores: “en primer lugar, ha de tener una serie de conocimientos y competencias que le permitan lograr resultados. En segundo lugar, debe estar comprometido con la empresa y por último, debe llevar a cabo el proyecto encomendado por su empresa en el tiempo que se le requiere”<sup>33</sup>. Es decir, como se puede observar en la siguiente ilustración, el talento es una mezcla de capacidades, compromisos y de llevar a la acción los proyectos planteados.

---

<sup>29</sup> MORA, José-Ginés; CAROT, José-Miguel y CONCHADO, Andrea. (eds.). Informe resumen de los resultados del proyecto PROFLEX en Latinoamérica: Comparativa con el proyecto PROFLEX en Europa [en línea], p. 13-14. [Consultado el 16 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://ingenieria.uaslp.mx/web2010/Egresados/Proyecto%20REFLEX/Publicaci%25C3%25B3n%20PROFLEX.pdf>>.

<sup>30</sup> CABERO, J. Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Citado por PUENTES, et al. Op. cit., p.76.

<sup>31</sup> MAYA y HERRERA. Caracterización e impacto de los graduados de la católica del Norte Fundación Universitaria, Op. cit., p. 85.

<sup>32</sup> MARTÍN del PESO; RABADÁN y HERNANDEZ, Op. cit., p.2.

<sup>33</sup> MENA, et al, Op. cit., p. 2229.

Ilustración 1. Desarrollo del talento



Fuente: Elaboración propia basada en MENA, Ángel, *et al.* Desarrollo de competencias en dirección de proyectos en los alumnos de las titulaciones de ingeniería industrial en la Universidad de Huelva (España)

Adicionalmente, las instituciones de educación superior están incentivando en los estudiantes el emprendimiento, para que al término de los estudios universitarios tengan la posibilidad de explotar posibles ideas de negocio y así convertirse en generadores de empleo y por ende contribuyan al desarrollo de la región y el país<sup>34</sup>.

De acuerdo con esto, las Instituciones de Educación Superior mediante sus procesos formativos deben desarrollar personas que sean flexibles, capaces y arriesgadas para actuar no solo en su campo, sino también en otros campos en los que pongan a prueba sus competencias<sup>35</sup>. Asimismo, las IES se deben preocupar por formar personas responsables y comprometidas con la sociedad que tengan la suficiente capacidad e iniciativa para realizar mejoras que beneficien a todas las partes involucradas<sup>36</sup>. Por lo tanto, dadas las tendencias educativas, ha surgido así la nueva modalidad de profesional caracterizada por su capacidad de adaptarse a nuevos ámbitos profesionales, y recibe la denominación de profesional flexible<sup>37</sup>. Además, las instituciones de Educación Superior como parte de su estrategia han realizado convenios institucionales, lo cual permite que los estudiantes de estas

<sup>34</sup> VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p 36.

<sup>35</sup> MORA; CAROT y CONCHADO. (eds), Op. cit., p. 14.

<sup>36</sup> VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p 27.

<sup>37</sup> MORA; CAROT y CONCHADO. (eds.), Op. cit., p. 14.

universidades se enriquezcan del aprendizaje en otras Instituciones y se fortalezcan las relaciones interinstitucionales en la búsqueda de objetivos comunes<sup>38</sup>. Igualmente, “vincular la universidad con el sector productivo constituye, entre otras cosas, una estrategia de desarrollo que ha empezado a cobrar particular importancia en muchos países”<sup>39</sup>, porque la relación Universidad-empresa permite analizar la situación del mundo laboral así como la educación que proporcionan las instituciones, y por consiguiente la situación del país, lo cual lleva a que la formación ofrecida por las universidades y las competencias de los profesionales cooperen con el mundo real y se puedan implementar mejoras que fomenten el desarrollo socio-económico de la región y el país.

También, en las IES debe haber “desarrollo de una cultura digital en la ciudadanía con calidad, equidad y pertinencia”, con el fin de emplear las TIC’s (Tecnologías de Información y comunicación) en el aula y fomentar aquellas competencias que faciliten la enseñanza-aprendizaje, en donde el docente actúa como facilitador y el estudiante es el protagonista de la Sociedad del Conocimiento<sup>40</sup>, ya que el estudiante es quien aprende y construye el conocimiento, desarrollando así sus competencias para alcanzar aquellos estándares de competitividad que se requieren en una sociedad exigente y en constante cambio<sup>41</sup>. Según Gee, el aprendizaje de los estudiantes se refuerza mediante la “interacción social, la discusión y el intercambio de ideas y conocimientos con compañeros y expertos”<sup>42</sup>. Por lo tanto, las IES tiene la responsabilidad de establecer objetivos y estrategias acordes con las necesidades presentes y futuras de la sociedad, ya que la

---

<sup>38</sup> ESTRADA CEA, Op. cit., p 29-30.

<sup>39</sup> CARRILLO GUTIERREZ, Teresa y PÉREZ MORALES, Juan Ramón. Estrategias de aprendizaje en Ingeniería Industrial. En: Congreso de Ingeniería de Organización. [en línea]. (15: 7-9, septiembre: Cartagena). 5<sup>th</sup> International Conference on Industrial Engineering Industrial Management. Cartagena: ADINGOR, 2011. p. 1085. [consultado el 16 de mayo de 2013]. Disponible en [http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2011/anexo\\_innovacion\\_docente/1081-1088.pdf](http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2011/anexo_innovacion_docente/1081-1088.pdf).

<sup>40</sup> PUENTES y et al, Op cit., p. 76.

<sup>41</sup> TÜNNERMANN BERNHEIM, Carlos. Pertinencia y calidad de la Educación superior. Citado por VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p. 35.

<sup>42</sup> GEE, J. P. Learning and Games. Citado por RODRÍGUEZ y RAMÍREZ, Op. cit., p. 9.

educación superior es un elemento fundamental para el desarrollo económico y social sostenible<sup>43</sup>.

Según Elizondo<sup>44</sup>, quienes inciden directamente en la creación, planeación, en el proceso enseñanza-aprendizaje y administración de las carreras profesionales son los clientes del sistema educativo, tales como: los estudiantes, los padres de familia, las empresas, la sociedad, el Gobierno - sistema educativo -y la Globalidad/extranjeros. Estos clientes se caracterizan por tener diferentes expectativas que sirven como referencia para determinar la pertinencia de la formación ofrecida por las IES. Dentro de las exigencias de cada cliente se destacan las siguientes<sup>45</sup>:

- Los estudiantes consideran aspectos tales como hacer amigos, aprender cosas prácticas para entrar en el mercado laboral, lograr un balance entre el estudio y la vida cotidiana.
- Los padres de familia, esperan que el título que obtengan sus hijos les abra oportunidades y esperan un retorno de la inversión a largo plazo.
- Las empresas se interesan por el egresado en cuanto a su formación sólida científico-tecnológica, y por las competencias que le permitan desempeñarse laboralmente.
- La sociedad, como Organizaciones NO Gubernamentales (ONG's), medios de comunicación, sindicatos, organizaciones empresariales, intelectuales ejercen presiones sobre las IES, dadas sus diferentes percepciones.
- El Gobierno, invierte el dinero en las IES públicas y desean que este sea bien empleado de acuerdo a sus criterios y políticas establecidas, además evalúan la educación impartida por las IES.
- La globalidad/extranjeros, son las presiones que se establecen las universidades extranjeras a las IES para poder generar educación del más alto nivel, mediante

---

<sup>43</sup> VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p 27.

<sup>44</sup>ELIZONDO GARZA, Fernando J. Los clientes del sistema educativo de ingenieros. En: Revista de ingenierías FIME-UANL. Octubre-diciembre, 2012, no. 57, p.3-5.

<sup>45</sup> *Ibíd.*, p. 5-9.

requisitos para posibles intercambios que permitan profundizar o continuar los estudios profesionales.

Entonces, dada la existencia de los diferentes clientes del sistema educativo, y que sus expectativas varían con el tiempo, los canales de comunicación con los clientes deben ser rápidos y confiables para poder identificar y analizar sus respectivas necesidades y exigencias<sup>46</sup>. De acuerdo a esto, si se quiere satisfacer las necesidades de los clientes es necesario evaluar de forma periódica la eficiencia educativa, mediante evaluaciones enfocadas a las diferentes etapas durante la formación del estudiante y después de su titulación, para que las directivas con base en los reportes reales de lo que sucede a los estudiantes y egresados tomen las decisiones apropiadas para el fortalecimiento de los proyectos que han tenido efecto positivo, también mejorar aquellos proyectos que no han tenido el efecto deseado y así mismo si es posible gestionar nuevos proyectos<sup>47</sup>.

Entre algunas iniciativas del mejoramiento a la Educación Superior podemos citar “el Proyecto Tuning Educational Structures in Europe (2000-2002), el cual también se ha implementado en América Latina”<sup>48</sup>. A continuación se hace una descripción de estos proyectos:

### **2.1.1 El proyecto Tuning Educational Structures in Europe**

El proyecto Tuning Educational Structures in Europe, conocido también como Afinar las estructuras educativas en Europa<sup>49</sup>. Al proyecto se le da el nombre de Tuning porque: “en inglés, tune significa sintonizar una frecuencia determinada en la radio; también se utiliza para descubrir el “afinamiento” de los distintos instrumentos de

---

<sup>46</sup> *Ibíd.*, p.3.

<sup>47</sup> *Ibíd.*, p.3.

<sup>48</sup> VALLE B, Mauricio y CABRERA M, Piedad. ¿Qué competencias debe poseer un ingeniero civil industrial? la percepción de los estudiantes. *En*: Revista Iberoamericana de Educación. Septiembre, 2009. no. 50, p.1.

<sup>49</sup> GONZÁLEZ, Julia., et al. Una introducción a Tuning Educational Structures in Europe: La contribución de las universidades al proceso de Bolonia [en línea]. 2006, p. 3. [consultado el 15 de mayo de 2013]. Disponible en: <[http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General\\_Brochure\\_Spanish\\_version.pdf](http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General_Brochure_Spanish_version.pdf)>

una orquesta, de modo que los intérpretes puedan interpretar la música sin disonancias”<sup>50</sup>. Según el contexto del Proyecto Tuning significa “acordar puntos de referencia para organizar las estructuras de la educación superior”<sup>51</sup>, teniendo en cuenta que la diversidad de la educación superior europea favorece la implementación de este proyecto, es decir la idea de este proyecto no es buscar que las universidades guarden uniformidad en sus programas académicos sino que se basen en los consensos que se establecen entre las universidades<sup>52</sup>. Asimismo, es importante aclarar que el proyecto Tuning no se centra en los sistemas educativos, ya que éstos son responsabilidad del gobierno, sino que se ocupa de las estructuras y contenidos de los estudios, aspecto que compete a las Instituciones de Educación Superior<sup>53</sup>.

Los inicios de este proyecto educativo en Europa se dieron en el año 2000, con el fin de vincular el Proceso de Bolonia y la Estrategia de Lisboa<sup>54</sup>. En donde las bases para la Declaración de Bolonia fueron creadas en la Declaración de la Sorbona, en mayo de 1998, en la cual cuatro ministros representantes de Francia, Alemania, Italia y el Reino Unido, reunidos en la Universidad de la Sorbona de París, Francia, analizan que como consecuencia de los cambios educativos y laborales, las carreras profesionales se están diversificando<sup>55</sup>. Por lo tanto es obligación de las universidades proporcionar a los estudiantes y a la sociedad un sistema de educación superior en donde se favorezcan la movilidad, la cooperación y “la convalidación de créditos”<sup>56</sup> obtenidos ya sea para educación inicial o continua.

---

<sup>50</sup> *Ibíd.*, p. 94.

<sup>51</sup> *Ibíd.*, p. 94.

<sup>52</sup> *Ibíd.*, p. 1.

<sup>53</sup> TUNING EDUCATIONAL STRUCTURES IN EUROPE. [en línea]. [consultado el 25 mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.unideusto.org/tuningeu/>>.

<sup>54</sup> *Ibíd.*

<sup>55</sup> WIT, Hans. El Proceso de Bolonia, la Estrategia de Lisboa y el Espacio Europeo de Educación Superior e Investigación [en línea], p. 225. [consultado el 13 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/7292/1/2006\\_esp\\_LII\\_5\\_colaboracion7.pdf](http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/7292/1/2006_esp_LII_5_colaboracion7.pdf)>.

<sup>56</sup> ALLÈGRE, Claude., et al. Declaración de La Sorbona [en línea], 1998, p. 1-2. [citado el 12 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://www.ects.es/pdf/Sorbona\\_ES.pdf](http://www.ects.es/pdf/Sorbona_ES.pdf)>

Asimismo, permitir a los estudiantes acceder a la educación superior en cualquier momento de su vida profesional y desde diversos campos<sup>57</sup>.

Como consecuencia de lo planteado en la Declaración de la Sorbona, se dio paso a la Declaración de Bolonia firmada el 19 de Junio de 1999, en Bolonia Italia, por los ministros de educación de 29 países europeos, en donde el objetivo de este proceso es la creación de un “Espacio Europeo de Educación Superior” con libre circulación de personas y el reconocimiento de títulos universitarios, es decir que los estudios se puedan homologar y comparar en Europa, logrando un espacio que favorezca la movilidad laboral y estudiantil<sup>58</sup>. También, se recalca que se debe proporcionar a los ciudadanos las competencias para hacer frente a los nuevos retos del mundo cambiante y exigente y se menciona la necesidad de aumentar la competitividad internacional de la educación europea para que se logre captar el interés de los estudiantes de otros continentes<sup>59</sup>. Después de esta declaración, se dio la Estrategia de Lisboa, acordada por los miembros del Consejo Europeo en la Ciudad de Lisboa en marzo del año 2000, en la cual el Consejo Europeo concluía que la meta es “convertirse en la economía del conocimiento más competitiva y dinámica del mundo, con capacidad para desarrollar un crecimiento sostenible, con más y mejores empleos y una mayor cohesión social”<sup>60</sup>. Por consiguiente, los Proceso de Bolonia y la Estrategia de Lisboa son la base de las mejoras educativas Europeas que permiten fortalecer la movilidad interna laboral y estudiantil, asimismo llevan a incrementar la competitividad de la educación y la investigación a nivel local y mundial<sup>61</sup>.

De acuerdo con estos planteamientos que se enfocan al mejoramiento de la Educación Superior, más de 175 universidades europeas, desde el año 2001 han

---

<sup>57</sup> *Ibíd.*

<sup>58</sup> WIT, *Op. cit.*, p. 223.

<sup>59</sup> *Ibíd.*, p. 223-225.

<sup>60</sup> *Ibíd.*, *Op. cit.*, p. 225.

<sup>61</sup> *Ibíd.*, *Op. cit.*, p. 223.

trabajado en la creación del Espacio Europeo de Educación Superior<sup>62</sup> mediante el proyecto Tuning en Europa<sup>63</sup>. Por lo tanto, Tuning es un proyecto “de las universidades para las universidades”<sup>64</sup>, es decir este proyecto permite mediante debates entre universidades lograr un consenso sobre los aspectos claves que contribuirán a fortalecer la educación y a generar desarrollo socio-económico, así se construyen puntos de referencia en diferentes disciplinas, los cuales se expresan en términos de aprendizaje y competencias es decir en términos de lo que se espera que un estudiante sepa, entienda y sea capaz de demostrar<sup>65</sup>. Pero cabe resaltar que mediante los puntos de referencia se están respetando la diversidad y autonomía de cada institución de educación superior<sup>66</sup>.

De acuerdo con el anterior escenario, Europa está buscando proporcionar una educación superior en la que se desarrollen las competencias de los estudiantes, y se experimente en campos laborales de diferentes zonas geográficas, en donde se pretende guiar la Educación Europea por puntos de referencia que permitan aumentar la competitividad, generar sostenibilidad, y desarrollo socio-económico en cada uno de los países Europeos y por lo tanto en el continente. Así, la educación superior en Europa está impulsando importantes cambios en la Educación superior. Según Kabicher<sup>67</sup>, la empleabilidad y las competencias empiezan a tomar importancia y “el movimiento de las competencias puede significar un mayor

---

<sup>62</sup> GONZÁLEZ, Julia., et al, Op. cit., p. 94.

<sup>63</sup> BENEITONE, Pablo., et al (eds). Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina: Informe final proyecto Tuning- América Latina 2004-2007. [en línea]. España, 2007, p 11. [consultado el 15 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com\\_docman&Itemid=191&task=view\\_category&catid=22&order=dmdate\\_published&ascdesc=DESC](http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com_docman&Itemid=191&task=view_category&catid=22&order=dmdate_published&ascdesc=DESC)>.

<sup>64</sup> *Ibíd.*, p. 17.

<sup>65</sup> GONZÁLEZ, Julia., et al, Op. cit., p. 3.

<sup>66</sup> BENEITONE, et al (eds), Op. cit., p. 15- 16.

<sup>67</sup> KABICHER, S; MOTSCHNIG-PITRIK, R. y FIGL, K. What Competences do Employers, Staff and Students expect from a Computer Science Graduate?. Citado por MARTÍNEZ CARO, Eva; MARTÍNEZ GARCÍA, José Antonio y MARTÍNEZ CARO, Laura. Análisis de las competencias relacionadas con la Organización en la Ingeniería. Un estudio empírico. *En*: Congreso de Ingenierías de Organización [en línea]. (15; 7-9, septiembre, Cartagena). 5<sup>th</sup> International Conference on Industrial Engineering Industrial Management. Cartagena: ADINGOR, 2011. p. 417. [consultado 17 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2011/innovacion\\_docente/417-425.pdf](http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2011/innovacion_docente/417-425.pdf)>.

acercamiento entre Universidad y Sociedad, específicamente en la relación educación-trabajo<sup>68</sup>. En donde, por competencias se entiende que es la “combinación de atributos (con respecto al conocimiento y a su aplicación, a las actitudes y a las responsabilidades) que describen los resultados de un determinado programa”, en otras palabras son las habilidades y conocimientos que debe poseer un estudiante “que dan lugar a un saber, un saber-hacer, o un saber-emprender”<sup>69</sup>.

Así, el proyecto Tuning- América Latina surge en un contexto de reflexión sobre la educación superior, tanto a nivel regional como internacional. Hasta finales del 2004, Tuning había sido una experiencia solo Europea, así la idea para llevar a cabo este proyecto en América Latina surge en Europa, en donde un grupo de 7 universidades Europeas y 8 Universidades latinoamericanas presentaron la propuesta al programa ALFA de la Comisión Europea, a finales de octubre de 2003<sup>70</sup>.

### **2.1.2 El proyecto Tuning-América Latina**

El proyecto Tuning-América Latina es un trabajo conjunto que permite dar un espacio de reflexión a las personas comprometidas con la educación superior, que buscan “identificar e intercambiar información y mejorar la colaboración entre las IES, para el desarrollo de la calidad, efectividad y transparencia de la educación”<sup>71</sup>. Adicionalmente, se busca facilitar la movilidad de los profesionales y estudiantes entre los países de América latina y quizás en Europa, guiando la formación que proporcionan las IES mediante puntos comunes de referencia, que son acordados por los países involucrados y que están centrados en las competencias, al igual que el proyecto Tuning en Europa<sup>72</sup>.

---

<sup>68</sup> TIRADO M., Luis Javier *et al.* Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales. En: Revista Educación en Ingeniería [en línea]. Junio, 2006, no 1, p. 2. [consultado 18 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/26>>

<sup>69</sup> MARTÍNEZ; MARTÍNEZ y MARTÍNEZ. Op.cit., p. 417.

<sup>70</sup> BENEITONE, *et al* (eds), Op. cit., p. 11-14.

<sup>71</sup> *Ibíd.*, p. 15.

<sup>72</sup> *Ibíd.*, p. 15- 16.

## 2.2 EDUCACIÓN EN LA INGENIERÍA

Las principales áreas de la ingeniería son las ciencias y la tecnología, por lo tanto se debe estar a la vanguardia de los avances correspondientes a esas áreas, ya que los primeros años de estudio de las ingenierías se consideran de formación abstracta y poco aplicable, hasta el punto que varios estudiantes se desmotivan, pero, mediante esta formación se adquiere una base sólida en ciencia, es decir conceptos que “permiten madurar la forma de pensar, amplificar la visión, trabajar la capacidad lógica y de entendimiento”<sup>73</sup>. Además, es importante tener presente que los ingenieros requieren de mucha práctica para poder aprender a usar la formación teórica, es decir la experiencia permite desarrollar en los estudiantes las habilidades y el pensamiento crítico<sup>74</sup>.

Por lo tanto, es importante que la educación de los ingenieros se concentre en que el estudiante se interese además del “cómo se hacen las cosas, en saber por qué las hace, para qué las hace y para quién las hace”<sup>75</sup>, por lo tanto la sociedad debe ser la atención central de los programas de ingeniería, ya que se debe contribuir a mejorar su calidad de vida, a usar eficientemente los recursos, a preservar el medio ambiente y a contribuir al desarrollo sostenible<sup>76</sup>. De modo que la Universidad debe estructurar la ingeniería en función no solo de unos saberes científicos y tecnológicos, sino también enfocada a la solución de problemas de la sociedad<sup>77</sup>.

Según un Estudio realizado por la Academia de Ingeniería de los Estados Unidos en el año 2005<sup>78</sup>, en los próximos 20 años la ingeniería se determinará por:

---

<sup>73</sup> BURQ, Isabelle., et al. La motivación del alumno, el apoyo del docente y el temprano compromiso con la sociedad: tres pilares para impulsar el perfil del Ingeniero UC, [en línea]. Ingeniería UC Propone, 2012; p 6. [consultado 18 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.cai.cl/ingenieriapropone/wp-content/uploads/2012/11/For-Tres-pilares-impulsar-perfil.pdf>>.

<sup>74</sup> *Ibíd.*

<sup>75</sup> CAÑÓN, Op. cit., p. 11.

<sup>76</sup> *Ibíd.*

<sup>77</sup> TIRADO, Op. cit., p. 2.

<sup>78</sup> ESTRADA, Op cit., p. 32-33

- Los Contextos y trayectorias tecnológicas, dado que cada vez hay desarrollos tecnológicos más avanzados y complejos.
- Los retos que se impondrán a la tecnología: infraestructura física de zonas urbanas, infraestructura de comunicación e información, tecnología para una población creciente y demandante y el medio ambiente.
- Contexto social, global y profesional de la práctica de la ingeniería. Los consumidores demandarán cada vez más alta calidad, productos personalizados, y valorarán la incorporación de la tecnología en sus actividades cotidianas.

De manera que, dentro de las competencias que se requieren de los Ingenieros a nivel mundial se identifican: “el desarrollo de las características personales como la excelencia académica, el liderazgo, la capacidad de innovar, el emprendimiento y la ética profesional”<sup>79</sup>. Por otro lado, se busca inculcar en los estudiantes: el trabajo interdisciplinario, la relación teórico-práctico, la investigación, el trabajo en equipo, las habilidades comunicativas, el compromiso social, el uso de tecnologías y el desarrollo socio-económico<sup>80</sup>. Por lo tanto las IES se deben enfocar en formar personas con capacidades interdisciplinarias, es decir con capacidades que le permitan ser flexibles en un medio tan cambiante y exigente, ya que los profesionales durante su proceso de formación recopilan un conocimiento base que les permita enfrentar situaciones cotidianas. Asimismo, otro aspecto que los ingenieros deben desarrollar son las habilidades empresariales pero este emprendimiento no solo desde la generación de empresas sino también desde la generación de ideas innovadoras que permitan aprovechar estratégicamente las nuevas oportunidades que se presentan<sup>81</sup>.

---

<sup>79</sup> BURQ, Isabelle., et al, Op. cit., p 3-4.

<sup>80</sup> *Ibíd.*, p 4.

<sup>81</sup> VALENCIA ARIAS, Alejandro. La formación de habilidades emprendedoras en los estudiantes de Ingeniería. *En: Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education*. 2011, vol.5, no. 2, p. 16.

Incluso, Koh<sup>82</sup> menciona que en el siglo XXI los ingenieros se deben caracterizar no solo por las habilidades teóricas sino también por las habilidades experimentales y computacionales. Por lo tanto, se deben diseñar estrategias de formación centradas en la práctica profesional, en donde el ingeniero tenga participación activa en el intercambio de experiencias, búsqueda de nuevas metodologías. Ya que, los diferentes programas de ingeniería se ven presionados por el Estado, con compromisos políticos ajustes normativos, y también por las exigencias de las empresas las cuales buscan que les resuelvan sus problemas, y las exigencias de padres de familia y estudiantes, cuyas expectativas son obtener una formación rápida que le permita enfrentar de manera flexible las situaciones que se le presenten y adaptarse al mundo laboral.<sup>83</sup>

Según la Sociedad Iberoamericana de Instituciones de enseñanza de la Ingeniería, los dos retos que enfrenta la educación en ingeniería en Iberoamérica se deben a las demandas dadas por la globalización y a la satisfacción de las necesidades básicas de la sociedad<sup>84</sup>. Además, la ingeniería es parte esencial en el proceso de innovación, “considerando que su esencia es procurar la integración de conocimientos con propósitos adecuados al desarrollo”<sup>85</sup>. Es decir, contribuir al desarrollo del país mediante el desarrollo de nueva tecnología, la movilidad de la comunidad universitaria que contribuya a disminuir la brecha entre los diferentes países y si es posible que surja cooperación entre estos para conjuntamente dar soluciones a problemas y analizar la situación actual para posiblemente adelantarse a los cambios del entorno<sup>86</sup>. Según Etzkowitz y Leydesdorff<sup>87</sup> la interacción entre universidad-empresa-estado denominada “triple hélice”, es muy importante y de

---

<sup>82</sup> S., Koh. Teaching Philosophy and Interests, Trabajos desarrollados en el laboratorio de Universidad de Pensilvania. Citado por TORRES, Jorge. Filosofía de enseñanza de mecánica de materiales para los ingenieros del siglo XXI. En: Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education. 2009, vol. 3, no. 1, p. 19.

<sup>83</sup> CAÑON, Op. cit., p. 16.

<sup>84</sup> *Ibíd.*, p. 14.

<sup>85</sup> *Ibíd.*, p. 49.

<sup>86</sup> *Ibíd.*, p. 45.

<sup>87</sup> MAYA y HERRERA. Aproximación al estado del arte sobre estudios de desempeño de graduados de programas de educación superior, Op. cit., p. 133.

gran potencial para estimular al desarrollo económico y cuya interacción es considerada la fuente de mayor potencial para la innovación y la competitividad que exigen los mercados internacionales.

Sin embargo, dada la diferencia entre los países es fundamental que se promuevan acuerdos de cooperación académica entre programas de ingeniería para fomentar el desarrollo y la integración de las Instituciones de Educación Superior y de los programas de Ingeniería, lo cual puede ser viable, porque con esta cooperación entre universidades se establecen estrategias que permiten competir a nivel mundial y fortalecer el desarrollo regional el cual es la responsabilidad más importante de los ingenieros<sup>88</sup>. Por tanto, las universidades deben hacer un monitoreo de las relaciones entre la Universidad y las oportunidades, necesidades y expectativas del medio, y para llevar a cabo este monitoreo, se deben realizar estudios de seguimiento a graduados y así garantizar la calidad y pertinencia de los programas ofertados por la Universidad<sup>89</sup>. Es decir, la formación proporcionada por las IES debe favorecer el desarrollo socio-económico, garantizándole a la sociedad una educación de calidad que les genere bienestar.

Por ejemplo, en la Universidad Industrial de Santander se espera que el egresado del programa de Ingeniería Industrial sea<sup>90</sup>:

- Un líder comprometido con el desarrollo humano, social, económico y sostenible de su entorno.
- Un estratega que mejora la competitiva de las organizaciones.
- Un creador y emprendedor de proyectos útiles e innovadores.
- Un motivador, consejero y orientador del talento humano de la empresa.
- Un profesional idóneo para diseñar, dirigir, transformar y mejorar los procesos.
- Un trabajador proactivo y entusiasta en equipos interdisciplinarios.

---

<sup>88</sup> CAÑÓN. Op. cit., p. 14.

<sup>89</sup> *Ibíd.*, p. 42.

<sup>90</sup> UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. [en línea]. Consultado el 5 de junio de 2013]. Disponible en <<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/estudiosIndustrialesEmpresariales/programaAcademicos/ingenieriaIndustrial/perfilEgresado.jsp>>

- Un ser humano que busca su superación personal y el desarrollo pleno de sus potencialidades.

### 2.2.1 Tendencias de la Ingeniería Industrial

*La tarea fundamental del ingeniero industrial es utilizar coordinadamente los hombres, equipos, materiales, energía e información, en conjunción con el medio ambiente, para obtener la cantidad, calidad y surtido de los productos y servicios que deben resultar de los distintos procesos de una organización en los plazos deseados, a un mismo costo con eficacia, eficiencia y competitividad<sup>91</sup>.*

Los estudios del ICFES y ACOFI, afirman “que la estructura curricular de los distintos programas de Ingeniería Industrial desde la fundación en la UIS en 1958, constan de cinco áreas básicas: área de ciencias básicas, área científico tecnológica, área económico administrativa, área socio–humanística y área profesional”<sup>92</sup>. También, estos trabajos mencionan que es necesario fomentar la vinculación de las universidades con la industria y con las entidades gubernamentales, y actualizar los planes de estudio, para poder ser más competitivos y flexibles al medio cambiante, elevando así el grado de pertinencia<sup>93</sup>.

Los graduados de Ingeniería Industrial deben contar con las habilidades, para plantear, dirigir y evaluar proyectos, de manera que en esta evaluación se analiza la fiabilidad del proyecto y su impacto en la sociedad. Asimismo, cuentan con los conocimientos para realizar análisis e interpretación de datos, y se deben caracterizar por ser ingenieros que saben comunicarse claramente<sup>94</sup>. Hoy por hoy se requieren ingenieros industriales que no solo dominen los conocimientos

---

<sup>91</sup> DELGADO FERNÁNDEZ, Mercedes *et al.* Búsqueda y recuperación de información en Internet desde una perspectiva de los usuarios, en la Educación Superior. En: Pedagogía Universitaria. 2011, vol. 16, no. 1, p. 73-74.

<sup>92</sup> RODRÍGUEZ VALBUENA, Luisa. Algunos cuestionamientos a la enseñanza de Ingeniería Industrial en Colombia. En: Cuadernos de Administración. Julio- diciembre 2012, vol. 28, no. 48, p. 100.

<sup>93</sup> ESTRADA, Op. cit., p. 135.

<sup>94</sup> *Ibíd.*

teóricos, llamados competencias “duras” los cuales son conocimientos propios de la disciplina que le proporcionan al ingeniero industrial una formación multidisciplinar, sino también es fundamental que los ingenieros industriales dominen las llamadas competencias “blandas”, es decir, aquellas capacidades que le permitan trabajar en equipo, comunicarse, ser proactivos, manejar situaciones adversa, entre otros<sup>95</sup>.

Por lo tanto, el ingeniero industrial “debe visualizarse a sí mismo como un agente de cambio social, del cual se espera respuestas factibles que muestren soluciones creativas e innovadoras a los problemas actuales y potenciales”<sup>96</sup>. En otras palabras, el Ingeniero Industrial debe tener participación activa en la sociedad, aplicar el conocimiento que posee en problemas reales, dar soluciones que beneficien a la sociedad y ser flexibles en el trabajo. Según el Decano del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid<sup>97</sup>, la formación que reciben los profesionales de ingeniería Industrial es de tipo generalista, es decir estos profesionales tienen una formación que le permite desempeñarse en diferentes “áreas como procesos, calidad, higiene y seguridad industrial, desarrollo de productos, administración, mantenimiento, mercadeo, logística, compras, recursos humanos, proyectos, sistemas de información, ambiente y metrología”<sup>98</sup>. Dado esto, el ingeniero industrial debe estar dispuesto a asimilar nuevos conocimientos, y a trabajar en diversos sectores en donde la demanda de competencias cognoscitivas le permita crecer a nivel socio-laboral<sup>99</sup>.

---

<sup>95</sup> *Ibíd*, p, 5.

<sup>96</sup> ILLADA y ORTÍZ. *Op. cit.*, p. 1.

<sup>97</sup> CONSEJO DE COLEGIOS Y FEDERACIÓN DE ASOCIACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN ESPAÑA. Las Ingenierías, reinas del mercado laboral. *En: DYNA-Ingeniería e Industria*. Octubre, 2012, vol. 85, no. 7, p. 539.

<sup>98</sup> ILLADA y ORTÍZ, *Op. cit.*, p. 2.

<sup>99</sup> *Ibíd*.

## 2.3 CALIDAD Y PERTINENCIA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

En el contexto educativo la calidad y la pertinencia en la educación superior “funcionan en doble vía, de la Universidad hacia la sociedad y de ésta hacia la Universidad”<sup>100</sup>. Es decir, las Instituciones de Educación Superior ofrecen una educación de calidad a los estudiantes y por ende a la sociedad. Además, la sociedad con sus necesidades y exigencias lleva a que las universidades desarrollen en sus estudiantes habilidades y actitudes que le permitan enfrentar las exigencias del medio.

### 2.3.1 Calidad

Según el Global Monitoring Report Team<sup>101</sup> la calidad determina cuanto aprenden los estudiantes y en qué medida ese aprendizaje genera beneficios a ellos mismos, la sociedad, al desarrollo económico y a la competitividad del país. También, la calidad encierra aquellas características genéricas que identifican a las instituciones en general y a las características específicas que le permiten diferenciarse en la sociedad, por ejemplo su proyecto estratégico institucional<sup>102</sup>.

Incluso, “se reconoce que sin una educación de calidad no habrá crecimiento económico, equidad, ni democracia”<sup>103</sup>. Entonces, para mejorar la calidad de la educación se deben analizar las tendencias y los retos de la educación con el fin de cumplir las expectativas de los egresados y de la sociedad, proporcionándole a los profesionales una formación que le permita mejorar su desempeño laboral a través del desarrollo de competencias demandadas por las organizaciones<sup>104</sup>. Según

---

<sup>100</sup> VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p. 28.

<sup>101</sup> UNESCO. EFA Global Monitoring Report, citado por MARCHESI, Álvaro; TEDESCO, Juan Carlos y COLL, César. Calidad, equidad y reformas en la enseñanza. [en línea]. España: Fundación Santillana, p 66. [citado el 18 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.oei.es/metas2021/CALIDAD.pdf>>.

<sup>102</sup> VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p. 28.

<sup>103</sup> *Ibíd.*, p. 30.

<sup>104</sup> *Ibíd.*, p. 31.

Águila Cabrera<sup>105</sup>, la calidad es la respuesta a lo que el medio requiere, así pues los graduados universitarios se deben formar en aspectos técnicos, valores y aspectos culturales, para que se desempeñen de manera flexible en el medio. Además, el egresado debe tener un nivel de formación que le permita desarrollar las capacidades intelectuales, obtener mejores ingresos, desarrollar las competencias que son requeridas por la sociedad y las empresas, con el fin de contribuir al desarrollo propio y al desarrollo social y económico, ya que las experiencias adquiridas en su trayectoria laboral y profesional le permiten adquirir conocimientos y tener la capacidad de anticiparse a algunos eventos<sup>106</sup>. Por lo tanto, la calidad debe considerar la pertinencia social y las exigencias y normas internacionales necesarias para lograr el intercambio profesional, académico e investigativo a nivel de competencias mundiales<sup>107</sup>.

De este modo, en la calidad de la educación la cultura organizacional se orienta a la evaluación y el mejoramiento continuo, ya sea del programa o de la institución, lo cual permite plantear proyectos alineados con los planes estratégicos de la institución<sup>108</sup>. Por consiguiente, para analizar si los propósitos de una educación superior de calidad se están cumpliendo se debe someter esta misma a un proceso de evaluación, pero no solo debe enfocarse al diseño y organización curricular ni a la verificación de los recursos invertidos, sino enfocarse a evaluar los productos y procesos de la educación superior y el impacto que estos tienen en el entorno<sup>109</sup>. Así, las variables que permiten monitorear la calidad de una IES son la coherencia de sus acciones con los planes y misión, el impacto de sus resultados sobre el nivel de vida de la sociedad, el grado de compromiso de sus integrantes y la

---

<sup>105</sup> AGUILA CABRERA, Vistremundo. El concepto calidad en la educación universitaria: clave para el logro de la competitividad institucional. Citado por VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p. 29-30-

<sup>106</sup> VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p. 30.

<sup>107</sup> *Ibid.*, p. 31.

<sup>108</sup> COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. Lineamientos para la acreditación de programas de pregrado. [en línea]. Bogotá, 2013, p 13. [consultado el 17 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://www.mineducacion.gov.co/CNA/1741/articles-186359\\_lineamientos\\_2.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/CNA/1741/articles-186359_lineamientos_2.pdf)>

<sup>109</sup> TÜNNERMANN BERNHEIM, Carlos. Pertinencia y Calidad de la Educación Superior. Citado por VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p. 31.

autoevaluación y el mejoramiento continuo<sup>110</sup>.

Por ejemplo, para asegurar la calidad de la Educación Colombiana, los programas académicos deben contar con un registro calificado el cual se obtiene mediante indicadores de desempeño, los cuales deben ser alcanzados para lograr la legitimidad del programa académico, es decir estos indicadores son fundamentales para garantizarle a la sociedad la fiabilidad del programa. Pero, si las instituciones buscan acreditación de alta calidad, se deben cumplir ciertos aspectos, los cuales se refieren a cómo la institución y sus programas académicos orientan sus acciones hacia la excelencia, dentro de los aspectos de la alta calidad se encuentran la incorporación de profesores con altos niveles de cualificación, la investigación, formación integral de persona, pertinencia social, el seguimiento a egresados y la internacionalización<sup>111</sup>. Por lo tanto, un plan de estudios será de calidad si se logra asegurar una correlación fuerte entre éste y las necesidades sociales<sup>112</sup>.

### **2.3.2 Pertinencia**

La pertinencia educativa, es la forma en que la Universidad y el entorno se relacionan, es decir la concordancia que hay entre la misión de las IES y las expectativas de la sociedad sobre la educación ideal que deberían proporcionar las universidades, y la manera como se guía a los estudiantes en el proceso de la formación y en la respectiva utilización de la misma<sup>113</sup>. Según Tünnermann<sup>114</sup>, la pertinencia es el papel que la educación desempeña en la sociedad y lo que ésta espera de ella. Así, la pertinencia de la educación superior se debe evaluar en función del “deber ser” enlazado con lo que la sociedad espera y la manera en que las IES fomentan la educación de manera responsable, buscando la manera de

---

<sup>110</sup>CAÑÓN RODRÍGUEZ, Julio Cesar. Enseñanza de Ingenierías en Iberoamérica: un compromiso con el desarrollo de la región. [en línea]. 1ª ed. Bogotá: ARFO., 2010, p. 37. [consultado el 19 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://www.asibei.net/documentos/libro\\_ensenanza\\_ingenieria\\_WEB.pdf](http://www.asibei.net/documentos/libro_ensenanza_ingenieria_WEB.pdf)>.

<sup>111</sup> COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN, Op. cit., p. 8.

<sup>112</sup> ESTRADA, Op. cit., p. 36.

<sup>113</sup> VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p. 35.

<sup>114</sup> TÜNNERMANN BERNHEIM, Carlos. Pertinencia y Calidad de la Educación Superior. Citado por VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p. 31.

interactuar con la sociedad y el mundo laboral<sup>115</sup>. Porque, la educación superior debe reforzar sus funciones de servicio a la sociedad mediante una mirada ética y responsable de educación y articular los programas con los problemas de la sociedad y el mundo laboral<sup>116</sup>, es decir se deben formar personas cultas, integras y motivadas por el amor a la humanidad para desarrollar una mejor sociedad. Por lo tanto el análisis de pertinencia de los programas académicos de educación superior, permite identificar el grado de relación entre las IES, los graduados y el entorno, y por ende es una base para la toma de decisiones por parte de la dirección<sup>117</sup>.

## 2.4 COMPETENCIAS

Las competencias son “características de las personas que se manifiestan cuando se ejecuta exitosamente una actividad siendo ésta la razón por lo que existe una relación del tipo causal con el rendimiento y la efectividad de una persona”<sup>118</sup>, es decir las competencias son la manera como el profesional afronta una actividad y la manera como le da la respectiva solución en beneficio de todos. Por lo tanto, las competencias, “se refieren a un desempeño exitoso en un oficio y, por lo tanto, integran el ser, el saber y el hacer en un contexto dado”<sup>119</sup>.

Asimismo, “las competencias representan una combinación dinámica de las capacidades cognitivas y metacognitivas, de conocimiento y entendimiento, interpersonales, intelectuales y prácticas, así como de los valores éticos”<sup>120</sup>. Según

---

<sup>115</sup> VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p. 35.

<sup>116</sup> *Ibíd.*

<sup>117</sup> MAYA GUERRA, José Ignacio y HERRERA HERRERA, María Eugenia. Aproximación del estado del arte sobre los estudio de desempeño de graduados de programas de educación superior. En: Revista virtual Universidad Católica del Norte. Mayo-agosto, 2012, no. 36, p. 133.

<sup>118</sup> ILLADA Ruth y ORTÍZ Florángel. Competencias cognoscitivas del Ingeniero Industrial. En: 10<sup>th</sup> Latin American and Caribbean for Engineering and Technology. [en línea]. Julio, 2012, p. 2. [consultado el 17 mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP260.pdf>>.

<sup>119</sup> TIRADO., *et al*, Op. cit., p. 2.

<sup>120</sup> GONZÁLEZ, JULIA., *et al*, Op. cit., p. 3.

Blas<sup>121</sup>, hoy día las competencias son un referente para los sistemas de formación profesional, un instrumento de gestión del talento humano, una forma de darle la mejor interpretación a los desempeños laborales y profesionales, un indicador para los sistemas de promoción e incentivos, un objetivo de evaluación y acreditación del trabajo profesional, esto con el fin de ser más eficientes a los retos que se presentan en el entorno. Igualmente, las competencias son aquellas habilidades necesarias, el uso de la tecnología, el uso eficiente de los recursos físicos, económicos y culturales, con el fin de alcanzar las metas organizacionales<sup>122</sup>.

Por consiguiente, las competencias se convierten en una estrategia pedagógica y didáctica, es decir el profesional debe poseer una combinación de competencias básicas, genéricas o transversales y unas específicas, así, el currículo al tener como base la formación por competencias, busca integrar las capacidades intelectuales y comunicativas con las propuestas de la solución de problemas<sup>123</sup>. Por ejemplo, el Ministerio de Educación Nacional en su propuesta para la formación por competencias en educación superior, busca aquellas competencias genéricas que sean transversales a los niveles educativos y a los programas académicos, pero sin reemplazar las competencias específicas de cada programa académico<sup>124</sup>.

Dentro de las formas de clasificación de las competencias se encuentran:

#### **2.4.1 Proyecto Tuning de Europa**

Según el proyecto Tuning de Europa, las competencias se pueden dividir en competencias genéricas y competencias específicas<sup>125</sup>. En donde las competencias

---

<sup>121</sup> BLAS, F. ¿De quién se predicen las competencias profesionales?: una investigación a su reflexión. Citado por ESTRADA, Op. cit., p, 48.

<sup>122</sup> LUNA ACEITUNA, Pascual Andrés. Capacitación y adiestramiento. Citado por ANDRADE PACO, Josefina; NAVA, Martha Julia Ortega y VALVERDE NÚÑEZ, Jaime. La educación continua como proceso de formación académica en los alumnos egresados de las instituciones de educación superior en el estado de Sonora (México). En: Contabilidad y Negocios. 2009, vol. 4, no. 8, p. 59.

<sup>123</sup> TIRADO., *et al*, Op. cit., p. 10.

<sup>124</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Propuesta de lineamientos para la formación por competencias en educación superior. [en línea].,p. 1. [consultado el 20 de mayo de 2013]. Disponible en

<[http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-261332\\_archivo\\_pdf\\_lineamientos.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-261332_archivo_pdf_lineamientos.pdf)>

<sup>125</sup> GONZÁLEZ, JULIA., *et al*, Op. cit., p. 3.

genéricas son las más importantes, por lo tanto se les debe dedicar el tiempo y la atención, ya que es fundamental preparar al estudiante para su futuro en términos de empleabilidad y ciudadanía<sup>126</sup>. A continuación se enuncian las competencias:

**2.4.1.1 Competencias genéricas:** son comunes a cualquier titulación. Se clasifican en tres grupos<sup>127</sup>:

- Competencias instrumentales: habilidades cognoscitivas, capacidades metodológicas, destrezas tecnológicas y destrezas lingüísticas.
- Competencias interpersonales: capacidades individuales relativas a la capacidad de expresar sentimientos, habilidades críticas y de autocrítica.
- Competencias sistémicas: son las destrezas y habilidades que conciernen a los sistemas como totalidad.

**2.4.1.2 Competencias específicas<sup>128</sup>:** relacionadas con disciplinas específicas de un campo de estudio. Por ejemplo área de administración de empresas, Geología, Química, Historia, matemáticas, Física, enfermería, entre otros.

## **2.4.2 Propuesta de clasificación de las competencias según el Ministerio de Educación Nacional<sup>129</sup>**

**2.4.2.1 Competencias genéricas:**

- Competencias abstractas del pensamiento: tales como el pensamiento crítico, el entendimiento interpersonal, el pensamiento creativo, el razonamiento analítico y la solución de problemas.
- Conocimientos y competencias prácticas necesarias para el despliegue de las competencias abstractas: dentro de las cuales se encuentran la cultura ciudadana y el entendimiento del entorno, la comunicación, el trabajo en equipo, la alfabetización cuantitativa, el manejo de información, el manejo de una segunda lengua y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.

---

<sup>126</sup> TUNING EDUCATIONAL STRUCTURES IN EUROPE, Op. cit., p. 3.

<sup>127</sup> GONZÁLEZ, JULIA., *et al.*, Op. cit., p. 16-17.

<sup>128</sup> *Ibid.*, p. 8.

<sup>129</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Propuesta de lineamientos para la formación por competencias en educación superior Op. cit, p. 3.

- Dinamizadores para el desarrollo de las competencias abstractas: aprender a aprender y recontextualizar lo aprendido.

2.4.2.2 **Competencias específicas:** son propias de cada programa académico de educación superior y complementan las competencias genéricas.

### 2.4.3 Proyecto Tuning de América Latina<sup>130</sup>

En el proyecto Tuning de América Latina se definen las competencias genéricas a partir de una lista que se valida mediante cuestionarios diligenciados por estudiantes, académicos, graduados y empleadores de América Latina. De manera que, se aprueban las siguientes 27 competencias genéricas<sup>131</sup>:

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo
- Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión
- Responsabilidad social y compromiso ciudadano
- Capacidad de comunicación oral y escrita
- Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
- Capacidad de investigación
- Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas
- Capacidad crítica y autocrítica
- Capacidad para actuar en nuevas situaciones
- Capacidad creativa
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas

---

<sup>130</sup> TUNING AMÉRICA LATINA: INNOVACIÓN EDUCATIVA Y SOCIAL 2011-2013. Competencias. [en línea]. [consultado el 20 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.tuningal.org/es/competencias>>

<sup>131</sup> TUNING AMÉRICA LATINA: INNOVACIÓN EDUCATIVA Y SOCIAL 2011-2013. Competencias genéricas de América Latina. [en línea]. [consultado el 20 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.tuningal.org/es/competencias/geologia>>

- Capacidad para tomar decisiones
- Capacidad de trabajo en equipo
- Habilidades interpersonales
- Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes
- Compromiso con la preservación del medio ambiente
- Compromiso con su medio socio-cultural
- Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad
- Habilidad para trabajar en contextos internacionales
- Habilidad para trabajar en forma autónoma
- Capacidad para formular y gestionar proyectos
- Compromiso ético
- Compromiso con la calidad

En cuanto a las competencias específicas, estas son definidas por grupos de trabajo de cada área temática utilizando la misma metodología de las competencias genéricas. Dentro de las áreas se encuentran: Administración de Empresas, Arquitectura, Derecho, Educación, Enfermería, Física, Geología, Historia, Ingeniería Civil, Matemáticas, Medicina y Química cuyas competencias específicas se definen en la primera parte del proyecto Tuning América Latina (2004-2007) y las competencias específicas de Informática, Agronomía y Psicología se identifican en la segunda parte del proyecto (2011-2013).

#### **2.4.4 Competencias genéricas de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales: Programa de Ingeniería Industrial UIS<sup>132</sup>**

Para el programa de Ingeniería Industrial de la UIS se adoptan 26 competencias generales y a cada competencia se le establecen tres niveles de dominio analizados desde: la profundización (conocimiento requerido para resolver un problema o una tarea), la autonomía (nivel de autonomía personal) y la complejidad (nivel de complejidad de la situación presentada). De esta manera, de las 26 competencias

---

<sup>132</sup> Competencias generales adoptadas por la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS.

consideradas para el programa de Ingeniería Industrial, 25 se encuentran dentro de las aprobadas en el proyecto Tuning de América Latina. Además, dos de las competencias del proyecto Tuning no se tienen en cuenta, a continuación se mencionan:

- Capacidad para organizar y planificar el tiempo, la cual está incluida en la competencia relacionada con la habilidad para trabajar de forma autónoma
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas: esta competencia está implícita dentro de la competencia relacionada con la capacidad de investigación.

También, en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales se aprueba una competencia adicional: iniciativa y espíritu emprendedor. Asimismo, se modifican algunas competencias del proyecto Tuning, tales como:

- A las habilidades en el uso de la tecnología de la información y la comunicación se elimina información y queda como: habilidades en el uso de la tecnología y la comunicación
- A la competencia capacidad de comunicación en un segundo idioma se le cambia comunicación por conocimiento.

## **2.5 SEGUIMIENTO A GRADUADOS**

### **2.5.1 Graduados**

Los términos graduado y egresado en algunos ambientes educativos hacen referencia a lo mismo, pero en otros no. Según el Instituto de Estadística de la UNESCO<sup>133</sup>, el término graduado se refiere a “alumnos que han completado en forma exitosa el año final de un nivel o subnivel de educación”.

En Colombia según el Ministerio de Educación Nacional (MEN), el graduado<sup>134</sup> es

---

<sup>133</sup> MAYA y HERRERA. Caracterización e impacto de los graduados de la Católica del Norte, Op. cit., p. 85.

<sup>134</sup> GRADUADOS COLOMBIA: OBSERVATORIO LABORAL PARA LA EDUCACIÓN. Glosario. [en línea]. [consultado el 20 de mayo de 2013]. Disponible en

quien recibe el título académico por haber culminado un programa académico, y cumplir con los requisitos de ley y los de la respectiva Institución de Educación Superior. Pero el egresado es quien ha cursado y aprobado el pensum académico de su carrera pero no ha recibido su grado o título<sup>135</sup>. México también coincide con la definición de Colombia, pero al graduado le denomina Licenciado<sup>136</sup>.

Adicionalmente, los graduados son el resultado del proceso de formación y están en capacidad de reflexionar y de analizar si este proceso formativo fue efectivo y le permitió enfrentar situaciones de la sociedad<sup>137</sup>. Así, los graduados se convierten en “parte del mercado real y potencial de la institución. Por lo tanto, es necesario interpretar su realidad y necesidades” y proporcionarles a ellos información válida y confiable de la situación general de los egresados de cada profesión específicamente<sup>138</sup>. Es decir, “cuando el egresado progresa la institución también avanza”<sup>139</sup>.

De esta manera al momento de evaluar su impacto en la sociedad mediante los estudios de seguimiento se pueden establecer dos grupos poblacionales<sup>140</sup>:

- El egresado como objeto de desarrollo, en donde se evalúa el cambio que la educación superior ha efectuado en ellos.
- El egresado como agente de desarrollo, en donde se evalúa el cambio que los egresados han realizado sobre los ámbitos socio-económicos.

---

<<http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/propertyvalue-37268.html>>

<sup>135</sup> *Ibid.*

<sup>136</sup> MAYA y HERRERA. Caracterización e impacto de los graduados de la Católica del Norte, Op.cit., p. 86.

<sup>137</sup> VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p. 33.

<sup>138</sup> MAYA y HERRERA. Caracterización e impacto de los graduados de la Católica del Norte. Op. cit., p. 84.

<sup>139</sup> HERNANDEZ, Claudia; TAVERA, María y JIMÉNEZ, Martha. Seguimiento de egresado en tres programas de maestría en una Escuela del Instituto Politécnico Nacional en México. En: Formación universitaria. Diciembre, 2012, vol. 5, no. 2, p. 49.

<sup>140</sup> MAYA y HERRERA. Aproximación al estado del arte sobre estudios de desempeño de graduados de programas de educación superior, Op. cit., p. 135.

## 2.5.2 ¿Qué es un estudio de seguimiento a graduados?

*Los estudios de seguimiento e impacto de egresados son un mecanismo para establecer una relación de doble vía entre la institución y los egresados y benefician a todas las partes involucradas, desde las instituciones hasta la comunidad, incluyendo a los egresados y a los profesionales en formación, por cuanto su propósito es contribuir a mejorar la calidad de la educación, a fin de aportar a la solución de problemas<sup>141</sup>.*

Mediante el seguimiento se tiene autoconocimiento de la institución para realizar acciones para el mejoramiento de la calidad y de apoyo para impulsar proyectos que involucren a los egresados y mejoren la formación de nuevos profesionales. Es decir, “el seguimiento de egresados es una poderosa herramienta que permite visualizar el escenario que viven los ex alumnos en su vida laboral y la forma en que esta impacta directamente en su bienestar económico<sup>142</sup>”.

Según un documento del CSUCA<sup>143</sup>, el impacto se refiere a la influencia interna y externa del programa, en donde a nivel interno se relaciona con los cambios que experimentan y promueven los estudiantes que hacen parte del programa, y el nivel externo se refiere a los aportes que hacen las IES o el programa y su respectiva pertinencia. Es decir, con la evaluación del impacto se pretende identificar la concordancia entre el servicio académico y las necesidades y exigencias de la sociedad y las competencias del graduado como agente de desarrollo de su entorno<sup>144</sup>. Además, mediante la evaluación de impacto se mide la eficacia,

---

<sup>141</sup> MORALES GONZÁLEZ, Fabián Andrés, et al. Seguimiento a egresados: su importancia para las instituciones de educación superior. En: Revista Teoría y praxis investigativa. Septiembre-diciembre, 2008, vol. 3, no.2, p. 64.

<sup>142</sup> HERNANDEZ; TAVERA y JIMÉNEZ, Op. cit., p. 49.

<sup>143</sup> CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTROAMERICANO (CSUSA). Guía para la Autoevaluación de programas Académicos de Educación Superior. Citado por GREEN ARECHAVALA, Ivy Lou y URBINA NÚÑEZ, Osiris Cecilia. Los estudios de seguimiento a egresados en América central: un esfuerzo para mejorar la relevancia de los programas de estudio en las universidades. En: Paradigma. [en línea]. Noviembre, 2004, no. 17, p. 38. [consultado el 17 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.upnfm.edu.hn/bibliod/images/stories/DocDigitales/Paradigmas/paradigma%2017/paradigma17.2do.pdf>>.

<sup>144</sup> MAYA y HERRERA. Aproximación al estado del arte sobre estudios de desempeño de graduados de programas de educación superior, Op. cit., p. 130.

eficiencia y equidad de los programas<sup>145</sup>.

Entonces, para desarrollar estos estudios de seguimiento a graduados, algunas instituciones de educación superior forman equipos de trabajo que tienen como objetivo medir el impacto de los graduados en el mundo laboral<sup>146</sup>, y monitorear las actividades que desarrollan sus egresados, con el fin de verificar que esas actividades estén acordes con los objetivos de la institución y del programa<sup>147</sup>. En otras palabras, mediante los estudios de seguimiento se busca identificar la afinidad entre el diseño y servicio académico con las necesidades de la sociedad<sup>148</sup>. Puesto que, existen tres tendencias principales que afectan a los requisitos exigidos a los empleados altamente calificados<sup>149</sup>: la primera es la necesidad de estar cada vez mejor educados y capacitados, la segunda se relaciona con el término y la sociedad de la información, y la última consiste en los cambios continuos en el mercado laboral. Pero, en estos estudios las universidades al analizar la situación laboral de los graduados no se someten a los requisitos del sistema de empleo sino solo toman la situación laboral de sus egresados como un espejo que refleja su éxito o su fracaso<sup>150</sup>.

De este modo, las variables a considerar en la evaluación del impacto de los graduados en la sociedad son: “variaciones en ingresos, variaciones en calidad de vida, empleabilidad, variaciones en beneficios reportados, consistencia de

---

<sup>145</sup> AEDO, C. Evaluación del impacto. División de Desarrollo Económico. Naciones Unidas – CEPAL. Citado por MAYA y HERRERA. Caracterización e impacto de los graduados de la Católica del Norte, Op. cit., p. 88.

<sup>146</sup> *Ibíd.*

<sup>147</sup> VERGARA; GIRALDO y NARANJO, Op. cit., p 33.

<sup>148</sup> MAYA y HERRERA. Aproximación al estado del arte sobre estudios de desempeño de graduados de programas de educación superior. Op. cit., p. 130.

<sup>149</sup> RED GRADUA2 y ASOCIACIÓN COLUMBUS. Manual de instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados [en línea]. México: Instituto Tecnológico de Monterrey, 2006, p. 13. [consultado el 22 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-136795\\_p](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-136795_p)>.

<sup>150</sup> SCHOMBURG, Harald. Manual para estudios de seguimiento a graduados universitarios. [en línea]. Alemania, 2004, p. 30. [consultado el 25 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-136797\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-136797_pdf.pdf)>

beneficios propuestos y beneficios obtenidos, tasa de retorno del programa”<sup>151</sup>. Así, para determinar el desempeño del graduado se tienen en cuenta aspectos sociales, y económicos tales como: “la vocación del alumno, la oferta educativa, los requerimientos o demandas dinámicas de los sectores productivos y sociales en los contextos geográficos y económicos”<sup>152</sup>.

En Colombia en el año 2005, con el fin de establecer políticas de seguimiento y vinculación a los graduados de las IES, el MEN crea el Observatorio Laboral para la Educación, el cual es un sistema de información que permite mediante el seguimiento a graduados analizar las condiciones laborales de estos y la tendencia de la demanda de los profesionales<sup>153</sup>. Así, este sistema de información permite analizar la calidad, las brechas, la innovación y la pertinencia educativa a partir de información sobre el perfil académico y laboral del graduado de educación superior y la percepción de los graduados sobre su transición al mercado laboral<sup>154</sup>.

El observatorio laboral cuenta con dos componentes de información como se muestra en la Ilustración 2, uno de oferta y otro de demanda. En donde, el de demanda está conformado por la encuesta en línea aplicada a empleadores y los estudios sectoriales. Por otro lado, en el componente de oferta se aplica una encuesta en línea a los graduados en 4 momentos: antes de graduarse, después de uno, tres y cinco años de haberse graduado, manteniendo así un enfoque longitudinal. Adicionalmente, a partir de información que las IES reportan de sus graduados al Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES), mediante la Registraduría Nacional se validan los documentos y esto se integra

---

<sup>151</sup> MAYA y HERRERA. Aproximación al estado del arte sobre estudios de desempeño de graduados de programas de educación superior. Op. cit., p. 136.

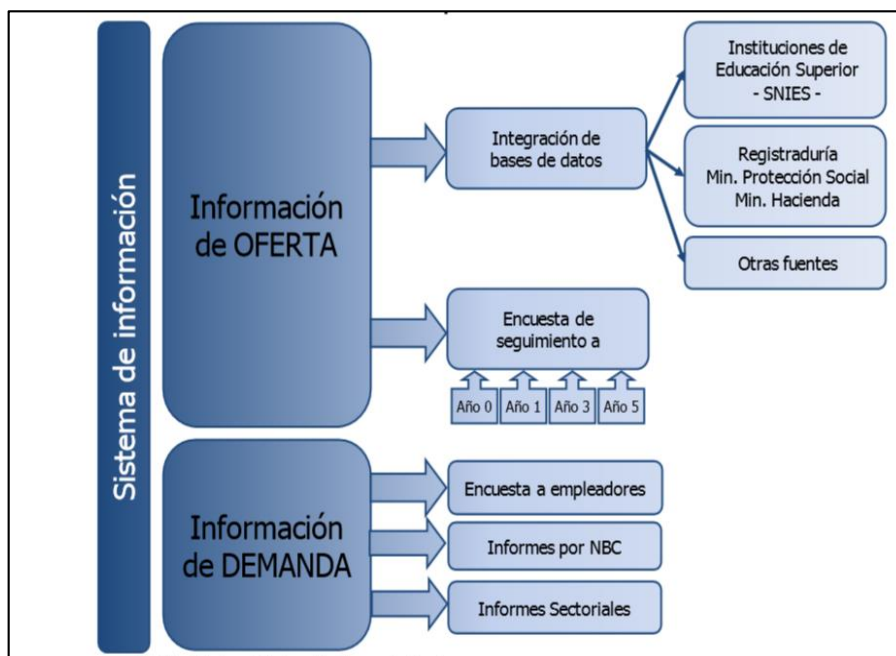
<sup>152</sup> MAYA y HERRERA. Caracterización e impacto de los graduados de la Católica del Norte. Op. cit., p. 86.

<sup>153</sup> REDSUR. Políticas de seguimiento a graduados de la red de oficinas y centros de graduados del Suroccidente Colombiano, p. 3. [consultado el 5 de junio de 2013]. Disponible en <[http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-137087\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-137087_pdf.pdf)>.

<sup>154</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Resultados de las condiciones laborales de los graduados de la educación superior 2002 – 2011 (Documento técnico) [en línea]. p. 1. [consultado el 24 de febrero 2013]. Disponible en <[www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-312791\\_recurso\\_1.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-312791_recurso_1.pdf)>.

junto con las bases de datos de los Ministerios de Protección Social y de hacienda y Crédito Público, esto permite obtener indicadores cuantitativos como la cantidad de graduados que están haciendo aportes a seguridad social<sup>155</sup>.

Ilustración 2. Componentes de información del sistema de información del Observatorio laboral para la Educación



Fuente: COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Resultados de las condiciones laborales de los graduados de la educación superior 2002 – 2011

### 2.5.3 Objetivos de los estudios de seguimiento a graduados

Una de las principales responsabilidades de las IES es la preparación de los estudiantes para el futuro<sup>156</sup>. Así, los estudios de seguimiento proveen información para evaluar la educación impartida por las IES, y esta información es un insumo para que la institución identifique posibles deficiencias de un programa académico y para analizar el aspecto profesional de los graduados, sus conocimientos y destrezas<sup>157</sup>.

<sup>155</sup> GRADUADOS COLOMBIA: OBSERVATORIO LABORAL PARA LA EDUCACIÓN. ¿Quiénes somos? [en línea]. [consultado el 22 de junio de 2013]. Disponible en <<http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/article-143157.html>>

<sup>156</sup> SCHOMBURG. Op. cit., p. 39.

<sup>157</sup> *Ibíd.*, p. 11-12.

Según el Manual de Instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados, de la Red de gradua2<sup>158</sup>, los objetivos que pueden cumplir los estudios de seguimiento son: evaluar la pertinencia y la calidad de los planes de estudios, mejorar el diseño de los planes de estudio, ayudar a los estudiantes a elegir una carrera, comunicar a los ex-alumnos, obtener indicadores de la calidad de la educación, evaluar el nivel de satisfacción de los egresados con su formación, tomar mejores decisiones de mercadeo, conocer el nivel de inserción de los egresados en el mercado laboral y en sus carreras profesionales, satisfacer las necesidades de los empleadores, diseñar programas de capacitación, de postgrado y de educación continua, evaluar la precisión de la educación de los egresados con respecto a su trabajo, verificar si la misión de la universidad se refleja en la realización personal de los egresados y su compromiso.

#### **2.5.4 La importancia del seguimiento a graduados**

El origen de los estudios de seguimiento a graduados se debe a la necesidad de “analizar la relación entre el gasto en educación y el crecimiento económico así como los vínculos entre la inversión en educación y los beneficios que obtienen los individuos<sup>159</sup>”.

El proceso de transición de los graduados al mercado laboral es un aspecto importante a investigar para analizar la concordancia entre las competencias que adquieren en el proceso de formación en las Instituciones de Educación Superior y las que la sociedad necesita y exige. Por lo tanto, las IES para desarrollar en los graduados aquellas competencias fundamentales que se requieren en el momento de acceder al mercado laboral, deben hacer un monitoreo de las tendencias socio-económicas, con el fin de estar a la vanguardia de lo que sucede en el mundo laboral y social<sup>160</sup>. Es decir, las instituciones de educación superior deben realizar un acompañamiento más directo y focalizado a sus graduados con el objetivo de

---

<sup>158</sup> RED GRADUA2 y ASOCIACIÓN COLUMBUS, Op. cit., p. 14.

<sup>159</sup> MORA; CAROT y CONCHADO, Op. cit., p. 17.

<sup>160</sup> *Ibid.*, p 13.

afianzar su relación, orientarlos en el proceso de inserción laboral y su cualificación en formación continuada, entre otros<sup>161</sup>. Una herramienta que facilita este análisis es el estudio de seguimiento a graduados en cual se recolecta información de encuestas aplicadas a graduados y a empleadores, dependiendo de los objetivos del estudio<sup>162</sup>.

Un estudio de seguimiento a graduados permite combinar cinco enfoques<sup>163</sup>:

- Los temas del mercado de empleo, como datos cuantitativos sobre empleo y carreras.
- El carácter del trabajo y las competencias relacionadas.
- Evaluación de las condiciones de estudio y los recursos de acuerdo a la experiencia de los graduados.
- Una comprensión de los valores y las orientaciones de los graduados.
- La recolección de información, con enfoque retrospectivo, de la educación superior.

Cabe resaltar que los estudios de graduados se deben realizar de forma periódica, para que se revele una fuente de datos de referencia<sup>164</sup>, con una orientación en el tiempo, y así se mantenga un contacto constante con los graduados. Por consiguiente, las IES deben enfocar sus esfuerzos a la realización de investigaciones relacionadas con el seguimiento de sus graduados porque la importancia de este tipo de estudios se debe a<sup>165</sup>:

- La pertinencia del programa académico solo se puede conocer cuando el profesional este activo en el mercado, es decir, si la formación proporcionada es adecuada a las necesidades de la sociedad y si el programa académico sigue vigente una vez el graduado se inserta en el mercado laboral.

---

<sup>161</sup> MAYA y HERRERA. Aproximación al estado del arte sobre estudios de desempeño de graduados de programas de educación superior. Op. cit., p. 131.

<sup>162</sup> MORA; CAROT y CONCHADO, Andrea. Op. cit., p. 13.

<sup>163</sup> SCHOMBURG. Op. cit., p. 40.

<sup>164</sup> *Ibid.*, p. 56.

<sup>165</sup> MAYA y HERRERA. Caracterización e impacto de los graduados de la Católica del Norte. Op. cit., p. 81-82.

- Para obtener información sobre el desempeño profesional del graduado y su percepción sobre la formación profesional cuando este en el mercado, y así poder identificar posibles mejoras.
- Para identificar oportunidades en donde el graduado pueda aplicar los conocimientos obtenidos en el proceso de formación, y así fortalecer la relación Universidad-empresa.
- Para identificar las necesidades de formación de los graduados cuando estén en el mercado laboral, y considerar la posibilidad de ofertarlos dentro de su proceso de formación.
- Para enfocar los esfuerzos en que los estudiantes logren competencias que les permitan desempeñarse de manera efectiva en contextos reales
- Para acreditación de los programas y las instituciones, ya que los requisitos legales exigen que las IES hagan seguimiento a sus graduados y se mantengan en contacto con ellos y lograr la cooperación mutua<sup>166</sup>. Debido a que la acreditación es una forma que permite al Estado conocer tanto la calidad de las IES y de programas académicos y como también conocer el nivel de repuesta de la educación superior a las exigencias que se le demandan para el desarrollo del país. Adicionalmente, es un medio para promover el mejoramiento de la calidad<sup>167</sup>. De esta manera, el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) para evaluar la calidad de los programas y de la institución se tienen en cuenta diez factores que permiten valorizar los programas académicos o la institución<sup>168</sup>, dentro de estos
- factores se encuentra el de impacto de los egresado en el medio, el cual enuncia que la calidad de un programa académico se “reconoce a través del desempeño laboral de sus egresados y del impacto que éstos tienen en el proyecto

---

<sup>166</sup> *Ibíd.*, p. 85

<sup>167</sup> COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. *Op. cit.*, p. 7.

<sup>168</sup> *Ibíd.*, p. 16-17

académico y en los procesos de desarrollo social, cultural y económico en sus respectivos entornos”<sup>169</sup>. En este factor se establece que es importante:

- Realizar seguimiento a egresados, ya que estos estudios permiten: conocer la ocupación y ubicación de los graduados, evaluar la pertinencia educativa, conocer la percepción de los graduados, empleadores y la sociedad sobre la calidad de la formación, conocer el aporte de la formación al desarrollo del proyecto de vida del graduado, facilitar la transición del graduado al mercado laboral y ajustar los programas para atender las necesidades del entorno.
- Evaluar el impacto de los egresados en el medio social y académico: para conocer el índice de empleo de los graduados, los egresados destacados en el medio laboral y social, y la percepción de los empleadores sobre la calidad de la formación y el desempeño de los graduados.

## **2.5.5 Tipos de estudios de seguimiento a graduados**

**2.5.5.1 Estudio puntual<sup>170</sup> o transversal:** es cuando la población objeto de estudio es encuestada solamente una vez en un tiempo definido. La mayoría de estudios de graduados son de este tipo<sup>171</sup>.

**2.5.5.2 Estudio longitudinal:** la población objeto de estudio se le consulta en varios momentos de su proceso de inserción laboral y permite tener una visión más completa y actualizada del proceso de inserción laboral, para la comparación de resultados se debe contar con al menos tres aplicaciones de la encuesta a lo largo del tiempo previsto. Aunque este proceso es el ideal, en ocasiones, por razones de tiempo y de recursos, se aplica un cuestionario en el que se le pregunta de manera retrospectiva a los egresados acerca de su situación laboral<sup>172</sup>

---

<sup>169</sup> *Ibíd.*, p. 46-47.

<sup>170</sup> RED GRADUA2 y ASOCIACIÓN COLUMBUS, *Op. cit.*, p. 32.

<sup>171</sup> SCHOMBURG, *Op. cit.*, p. 56.

<sup>172</sup> RED GRADUA2 y ASOCIACIÓN COLUMBUS, *Op. cit.*, p. 32.

## 2.6 ESTADO DEL ARTE DE ESTUDIOS DE SEGUIMIENTO A GRADUADOS

A continuación se presenta una revisión literaria de diferentes estudios de seguimiento a graduados enfocados principalmente al programa de Ingeniería Industrial y realizados a nivel internacional, nacional o local.

### 2.6.1 El proyecto GRADUA2

El proyecto GRADUA2, se realizó en el 2004 y su propósito era apoyar a las instituciones de educación superior en la elaboración de estudios de seguimiento a graduados, este proyecto incorporo la experiencia de las universidades e instituciones que lo conformaron (10 países de América Latina y 11 de Europa). De este estudio una de las conclusiones es que el 24 % de las universidades en Europa y el 32% en América Latina aún no han realizado ningún estudio de seguimiento de egresados.

Dado este estudio, los investigadores proponen el manual titulado “manual de instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados”<sup>173</sup>, el cual es una guía práctica sobre: información básica de los estudios de seguimiento, tipos de estudios de seguimiento de egresados, diseño de los estudios de seguimiento de egresados y de empleadores y aspectos clave para la implementación de estudios de egresados<sup>174</sup>.

Según este manual, los estudios de egresados buscan contribuir a la explicación del desempeño profesional, y para esto es necesario ampliar el alcance de los estudios en donde además de preguntar sobre la satisfacción con el trabajo, también se pregunta sobre la satisfacción con la vida y la manera en que ha afectado la formación educativa en el estilo de vida en general<sup>175</sup>.

Dentro de los temas básicos que se incluyen en las encuestas de seguimiento de

---

<sup>173</sup> *Ibíd.*, p. 5.

<sup>174</sup> *Ibíd.*, p. 15.

<sup>175</sup> *Ibíd.*, p. 17-18.

egresados se encuentran<sup>176</sup>:

#### 2.6.1.1 **El perfil del egresado:**

Permite conocer la evolución profesional y personal del egresado. También, permite establecer la relación entre variables tales como la situación social, familiar, económica, del empleo, de los estudios, etc. Dentro de esta área se incluyen:

- **Datos sociodemográficos:** se pregunta sobre la edad, el género, el estado civil, lugar de nacimiento, número de hijos y edades de estos, procedencia de los padres, fecha de nacimiento, lugar de residencia, entre otros.
- **Antecedentes educativos:** se pregunta sobre la educación básica, secundaria, universitaria, educación pos-universitaria.
- **Otros estudios realizados:** estudios adicionales a la carrera universitaria y en qué área fueron hechos.
- **Fuente de financiamiento de los estudios universitarios:** personas o agencias que financiaron la educación universitaria del graduado.
- **Movilidad durante la formación:** si el egresado cambió de carrera, de campus universitario o de Universidad en algún momento.

#### 2.6.1.2 **Situación de los egresados en el mercado de trabajo**

Esta área permite reorganizar los programas o permite proponer nuevos programas.

Se pregunta por:

- **El primer empleo:** el acceso al primer empleo (tiempo transcurrido para la obtención del primer empleo y los medios para obtener primer empleo), características del primer empleo (salario, puesto desempeñado, sector económico de la organización, tipo de organización-pública o privada, tipo de actividad-dependiente o independiente, posición jerárquica en la organización, entre otros).

---

<sup>176</sup> *Ibíd.*, p. 25-27.

- **La trayectoria profesional:** número de empleos, periodos y duración de ocupación/desocupación laboral, tipo de puestos desempeñados, experiencia internacional y logros o reconocimientos obtenidos en su campo profesional, etc.
- **Situación laboral actual:** se preguntan los mismos puntos del primer empleo.
- **La coherencia entre la formación y el tipo de empleo:**
  - Relación del empleo con el área de estudio
  - El título garantiza el ingreso o es irrelevante
  - La contratación requirió preparación especial para el acceso al empleo
  - La formación le permitió al egresado responder a las demandas del empleo con relación a: desempeño de habilidades operacionales, toma de decisiones, iniciativa necesaria en su desempeño y adaptación a las normas de la empresa.

#### 2.6.1.3 Relación con la institución de egreso

En esta sección se evalúa la satisfacción de los egresados en relación a los servicios que le ofreció la universidad, con el objetivo de fortalecer los vínculos entre la universidad y los egresados y para contribuir al mejoramiento continuo de la institución.

- **Satisfacción con la formación recibida:** satisfacción relacionada con la calidad de los docentes. También, se pueden obtener opiniones o recomendaciones de los egresados basados en su experiencia profesional para el mejoramiento de los planes de estudio.
- **Satisfacción con las condiciones de estudio (servicios, infraestructura).**

Para un enfoque amplio del estudio se puede preguntar a los egresados por los siguientes aspectos<sup>177</sup>:

#### 2.6.1.4 La transición de la educación superior al empleo

En esta parte se busca analizar la manera en que las competencias de los graduados, las condiciones del mercado laboral y las expectativas de los

---

<sup>177</sup> *Ibíd.*, p. 18.

empleadores interactúan al determinar las relaciones entre la graduación y el empleo inicial.

#### **2.6.1.5 El desempeño en el campo laboral de los egresados**

Análisis de la relación entre la remuneración y el estatus, el uso en el trabajo de los conocimientos adquiridos en los estudios y el nivel de interés y de satisfacción que tienen los egresados por el empleo.

#### **2.6.1.6 Otros**

- Relaciones entre las competencias adquiridas y las tareas laborales actuales.
- El nivel de impacto que las motivaciones, expectativas y orientaciones de los estudiantes han tenido sobre la toma de decisiones y la trayectoria profesional.

### **2.6.2 Los proyectos CHEERS, REFLEX y PROFLEX**

Fueron proyectos de reconocida notoriedad internacional y que fueron financiados por la comisión Europea. A continuación, se mencionan detalles de cada proyecto:

#### **2.6.2.1 El proyecto CHEERS (Careers after Graduation- a European Research Study)**

El Centro para la investigación en Educación Superior y Trabajo de la Universidad de Kassel, Alemania coordinó el proyecto CHEERS, en el cual, en el periodo comprendido entre el otoño de 1998 y la primavera del 2000, más de 40000 graduados universitarios de once países Europeos (Austria, Finlandia, Francia, Alemania, Italia, Holanda, España, Suecia, Reino Unido, Noruega, República Checa) y Japón, respondieron a una encuesta cuatro años después haber terminado los estudios universitarios<sup>178</sup>. Esta encuesta aportaba información sobre las relaciones existentes entre la educación superior y el empleo, y se analizaron especialmente las competencias de los graduados<sup>179</sup>. Además, los miembros del Centro de Kassel construyeron un Manual para estudios de Seguimiento a Graduados Universitarios, el cual es una guía práctica, en donde se mencionan los objetivos de los estudios, las limitaciones y barreras que los investigadores

---

<sup>178</sup> SCHOMBURG, Op. cit., p. 10.

<sup>179</sup> MORA; CAROT y CONCHADO, Andrea, Op. cit., p. 17-18.

enfrentaron en el proceso de implementación del estudio de seguimiento a graduados<sup>180</sup>. Asimismo, en este manual el cuestionario se secciona en cuatro grupos, tales como<sup>181</sup>:

- Mediciones objetivas en el periodo de transición entre el periodo de estudio y el empleo: en este grupo se encuentra el tiempo de búsqueda de trabajo, el número de aplicaciones exitosas o no exitosas, el periodo de búsqueda de trabajo, estatus y las características del primer empleo.
- Mediciones objetivas del éxito profesional: en este grupo se incluye la calidad del primer trabajo (ocupación, posición, tipo de empleo) y la calidad del trabajo después de 3 a 4 años después de la graduación (ocupación, posición, tipo de empleo, salario, sector económico y funciones del trabajo).
- Mediciones subjetivas del éxito profesional y para la situación profesional: en este grupo se incluyen preguntas relacionadas con la satisfacción profesional, satisfacción con el empleo (autonomía, salario y oportunidades de mayor formación profesional), la posición apropiada al nivel de educación y el uso de conocimientos y destrezas adquiridas).
- Valoración de la relación entre estudio y profesión: se pregunta sobre la utilidad profesional de los contenidos de sus estudios

#### 2.6.2.2 **El proyecto REFLEX<sup>182</sup>(The flexible Professional in Knowledge Society)**

El proyecto REFLEX perfeccionó y amplió el proyecto CHEERS, mediante nuevos instrumentos y la adaptación de los ya existentes. La encuesta se realizó en los años 2005-2006, y se comparó con la encuesta del proyecto CHEERS, para analizar la evolución de “la perspectiva de los egresados en cuanto a la Educación superior, la transición al mercado laboral y las competencias, inevitablemente vinculados al desarrollo de la Sociedad del Conocimiento”<sup>183</sup>. En este proyecto se obtuvo información de 40787 graduados universitarios de los países que participaron en el

---

<sup>180</sup> SCHOMBURG, Op. cit., p. 10.

<sup>181</sup> *Ibid.*, p. 30-

<sup>182</sup> *Ibid.*, p.18-19.

<sup>183</sup> *Ibid.*, p.18.

proyecto CHEERS, a excepción de Suecia y se incorporaron Bélgica, Estonia, Portugal y Suiza.

### 2.6.2.3 El proyecto PROFLEX<sup>184</sup> (el profesional flexible en la Sociedad del Conocimiento- 2006)

El proyecto PROFLEX es llevado a cabo por el mismo equipo de investigadores de los proyectos CHERRS y REFLEX; se enmarca dentro del Programa ALFA de la Unión Europea, concebido como un programa de cooperación entre IES de la Unión Europea y América Latina.

Además, este proyecto se realiza con el objetivo de dar respuesta a las universidades Latinoamericanas sobre sistemas efectivos de seguimiento a graduados. Asimismo, se pretende obtener resultados sobre los graduados universitarios de Latinoamérica y poder establecer una comparación con los países que participaron en los Proyectos CHEERS y REFLEX.

En este estudio participan 9000 graduados de 36 universidades de 10 países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Honduras, México, Panamá, Puerto Rico y Uruguay.

Para la recolección de la información se utiliza un cuestionario que estaba conformado por 150 preguntas estructuradas en 9 secciones: carrera que finalizó hace cinco años, otras experiencias educativas, trayectoria laboral y situación actual, trabajo actual, organización en la que trabaja, competencias, evaluación de la carrera, valores y orientaciones e información personal. Además, el cuestionario se centró no sólo en las competencias que requieren los egresados universitarios para desarrollar su actividad en la Sociedad del Conocimiento sino también en el innegable papel de las Instituciones de educación superior en la adquisición y aprendizaje de estas competencias.

Finalmente, el análisis de los datos se realiza con el programa estadístico SPSS y

---

<sup>184</sup> *Ibíd.*, p.19-24.

se plantearon análisis avanzados mediante el uso de técnicas estadísticas multivariadas.

### **2.6.3 Trayectoria laboral y competencias profesionales de los jóvenes egresados de la Universidad Nacional de la Plata (UNLP)**

Es un estudio realizado en Argentina, cuyo objetivo es conocer la trayectoria profesional que han tenido los egresados de la UNLP en el mercado laboral desde la graduación. Así mismo, se busca analizar las relaciones entre las competencias adquiridas y el trabajo; y la influencia de la carrera profesional en el mundo laboral<sup>185</sup>.

En este estudio se agrupan las 117 titulaciones que otorga la Universidad en nueve áreas de trabajo profesional: área jurídica, área técnica, área diseño/arquitectura, área ciencia, área economía/administración, área salud, área arte, área social y área docencia/licenciatura:

La población del estudio está conformada por 10500 graduados entre el año 2004 y 2006. Entonces, mediante muestreo probabilístico estratificado-afijación proporcional se selecciona una muestra de 1500 egresados. En este estudio se aplica el muestreo probabilístico estratificado porque la Universidad mediante correo electrónico personalizado invita a los graduados a registrar su hoja de vida, su perfil profesional y académico, y su situación socio – ocupacional, quedando incorporados estos datos en el área base de datos, estadística y seguimiento del graduado, lo que facilita el contacto entre la Universidad y los graduados. Además, en la Universidad mediante el Programa de Oportunidades Laborales y Recursos Humanos (PROLAB) conformado por un grupo de profesionales que se desempeñan en áreas tales como Recursos Humanos, Psicología Laboral, Estadística, Sociología organizacional, Marketing profesional, Comunicación institucional, Capacitación docente y Metodologías educativas, se trabaja y evalúa el perfil de los profesionales:

---

<sup>185</sup> IGNISCI, Ignacio, *et al.* Trayectoria laboral y competencias profesionales de los jóvenes egresados de la U.N.L.P [en línea]. p. 4-52. [Consultado el 20 septiembre de 2013]. Disponible en <[http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/informe\\_graduados\\_2012.N.L.P.pdf](http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/informe_graduados_2012.N.L.P.pdf)>

El instrumento de medición del estudio es un cuestionario on–line, conformado por 20 preguntas cerradas, y por las siguientes variables:

- **Características de los graduados:** Situación de convivencia de los graduados en la actualidad y hace cinco años y composición familiar de los graduados.
- **Formación académica de posgrado:** realización de estudios de posgrado, modalidad del posgrado y lugar donde se realiza.
- **Relación entre formación de grado y el trabajo:** relación entre la ocupación laboral y la carrera de grado al momento del grado, a los dos años de graduación, a partir de los tres años de graduación y actualmente.
- **Contribución de la formación al momento de:** empezar a trabajar, aprender en el trabajo y desarrollar su capacidad como emprendedor.
- **Valorización de los conocimientos** adquiridos en la experiencia profesional que no fueron brindados en la carrera de grado.
- **Característica actual del mercado de trabajo de los graduados de la UNLP:** sector de desempeño de la actividad laboral, relación laboral de los egresados, competencias valoradas y requeridas en el mercado de trabajo, nivel de expectativas monetarias y no monetarias (oportunidades de aprender, el clima laboral, etc.), características del empleo actual, grado de importancia de las relaciones sociales e interpersonales valoradas por los graduados en su trabajo, percepción del graduado acerca de su empleo y la remuneración recibida, y nivel de desarrollo de la profesión en el mercado laboral desde la percepción de los graduados.
- **Trayectoria laboral y profesional:** mantenimiento del empleo desde la graduación hasta la actualidad y la cantidad de veces que se ha cambiado de empleo
- **Valoración del trabajo y la profesión:** se enuncia una situación para detectar posible accionar del graduado, se pregunta acerca del: grado de importancia de los valores laborales, la autonomía, la estabilidad laboral, la importancia de aprender cosas nuevas en el trabajo, el nivel de importancia de los ingresos elevados, el grado de importancia para afrontar nuevos retos, perspectivas

profesionales, utilidad para la sociedad, tiempo para el ocio, grado de satisfacción con el trabajo actual, la importancia del prestigio social y de la conciliación familia-trabajo.

#### **2.6.4 Universidad del Bío-Bío Chile**

Un estudiante de la Universidad del Bío-Bío, Chile, realizó una investigación para determinar la concordancia entre las competencias profesionales que las empresas de los sectores de servicios y manufactura demandan de los Ingenieros Industriales y aquellas competencias que poseen los estudiantes de último año de Ingeniería Industrial de la Universidad del Bío-Bío (UBB), Chile y la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Argentina<sup>186</sup>. Para el estudio se recolecto la información de los ingenieros industriales que laboran en empresas del sector servicios y manufactura de las regiones de la región del Bío-Bío, Chile y la Provincia de misiones, Argentina. En el cuestionario se preguntaban datos generales y se evaluaban las competencias “blandas” (motivaciones, actitudes y habilidades) y las competencias “duras” (involucra las distintas materias del currículo de la carrera de Ingeniería Industrial)<sup>187</sup>. La información se recolecto en Excel y el análisis estadístico se realizó mediante el paquete computacional SPSS. Después del análisis de los resultados se llegó a concluir que independiente del lugar de ubicación de las empresas los requerimientos para el desarrollo profesional del Ingeniero Industrial no difieren considerablemente, además el promedio de utilización de competencias “blandas” fue mayor que el de competencias “duras”, y las empresas requieren de los profesionales no solo los conocimientos y la información general, sino también la motivación y rasgos característicos de personalidad, aspectos que contribuyen al desarrollo de la organización<sup>188</sup>.

---

<sup>186</sup> ESTRADA, Op. cit., p. 1.

<sup>187</sup> *Ibíd.*, p. 181.

<sup>188</sup> *Ibíd.*, p. 263.

### **2.6.5 Valoración subjetiva de los atributos que los ingenieros consideran requerir para ocupar puestos administrativos: Un estudio en empresas maquiladoras de Ciudad Juárez**

García & Jaime<sup>189</sup>, realizaron un estudio en la Ciudad Juárez, Chihuahua, México, con el cual pretendían identificar los factores principales que se requieren para ocupar puestos administrativos en empresas maquiladora. Para esto, recopiló información de encuestas aplicadas a los ingenieros que laboran en industrias maquiladoras, a los cuales se contactó vía telefónica para socializarles el estudio, y acordar la forma de hacerles participe del mismo, ya sea programando citas o enviando la encuesta vía correo electrónico. Dentro de los 20 atributos que se evaluaron se encuentran: la experiencia en manufactura, conocimiento en relaciones industriales, competencia técnica, conocimiento en relación a la organización y sus mercados, conocimiento generales del negocio, conocimientos de tecnología avanzada para la manufactura, experiencia y/o habilidades comerciales, conocimientos computacionales, la competencia técnica, internacional y en ventas, el dominio de un segundo idioma, entre otros, la información recolectada, se analizó mediante análisis factorial exploratorio y se crearon modelos de ecuaciones estructurales para encontrar la relación entre los factores<sup>190</sup>. Después de los análisis de la información, se concluye<sup>191</sup>:

- Los ingenieros que ocupan puestos administrativos tienen pleno conocimiento de la organización.
- Los ingenieros deben capacitarse y acreditarse en procesos de calidad, de acuerdo a las necesidades de la empresa.
- Se debe aplicar conocimientos de ingeniería económica, analizando aspectos financieros y especializarse en algún área.

---

<sup>189</sup> GARCÍA ALCARAZ, Jorge Luis y ROMERO GONZÁLEZ, Jaime. Valoración subjetiva de los atributos que los ingenieros consideran requerir para ocupar puestos administrativos: un estudio en empresas maquiladoras de Ciudad Juárez. *En*: Revista Mexicana de Investigación Educativa [en línea]. Enero-marzo, 2011, vol. 16, no. 48, p 195. [consultado el 12 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v16n48/v16n48a9.pdf>>.

<sup>190</sup>Ibíd., p. 195-201.

<sup>191</sup>Ibíd., p. 214-215.

- Es fundamental tener conocimientos de los procesos de fabricación de la empresa.
- Se debe tener conocimientos de tecnologías de procesos.

### **2.6.6 Competencias cognoscitivas del Ingeniero Industrial**

Illada & Ortíz, realizaron una investigación, cuyo objetivo fue identificar las competencias cognoscitivas que exige el mercado laboral venezolano a los Ingenieros Industriales, mediante la creación de un sistema de cualificación para determinar el estándar ocupacional de las competencias cognoscitivas que permiten cumplir a cabalidad con lo encomendado en el ejercicio profesional. Para realizar esto, se utiliza información proveniente de la opinión de los ingenieros industriales que laboran en Venezuela y de los docentes de diferentes IES en las que se ofrece la Ingeniería Industrial.

Por otra parte, el análisis de esta información se realiza mediante la técnica de análisis multivariante: análisis de factores, la cual simplifica las variables iniciales y permite hacer grupos homogéneos con características de interés<sup>192</sup>.

Finalmente, se concluye que los requerimientos esenciales del Ingeniero Industrial son aquellas capacidades “para gestionar la producción y la calidad de los procesos, planificándolos, mejorándolos, controlando sus costos, localizando sus facilidades, garantizando la seguridad industrial y gestionando proyectos”<sup>193</sup>.

### **2.6.7 Observatorio Laboral para la Educación (OLE)<sup>194</sup>**

La Encuesta de Seguimiento a Graduados del OLE, tiene como propósito analizar el desarrollo profesional y personal de los graduados de educación superior. Además, para el Ministerio de Educación y la Instituciones de Educación Superior la información que se recolecta beneficia a los graduados, bachilleres, padres de

---

<sup>192</sup> ILLADA y ORTÍZ, Op. cit., p. 2-3.

<sup>193</sup> *Ibid.*, p. 9.

<sup>194</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Seguimiento a graduados: Encuesta momento cero [en línea], p. 1. Consultado el 30 de septiembre de 2013. Disponible en <[http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277\\_recurso\\_1.pdf](http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277_recurso_1.pdf)>.

familia y orientadores, al sector productivo y a la sociedad colombiana, de la siguiente manera:

- A los graduados les ayuda a visualizar la forma de complementar su formación y de estar actualizado en los requisitos para acceder al mundo laboral.
- A los bachilleres, padres de familia y orientadores les ayuda en la selección del programa académico.
- Al sector productivo, le permite analizar el mejoramiento de las competencias requeridas, para aumentar la productividad y competitividad.
- A la sociedad colombiana, esta información le sirve como un referente para analizar el mejoramiento en la calidad educativa, la pertinencia educativa y la equidad social.

Adicionalmente, esta encuesta consta de cuestionarios que deben ser diligenciados en cuatro momentos: al momento del grado y 1 año, 3 y cinco años después de recibir el título de pregrado. En la Tabla 1 se observan las secciones que componen las encuestas, y se mencionan las variables que conforman cada sección. Además, en estas encuestas en el momento cero<sup>195</sup> se pregunta la mayor información de carácter estático, es decir, la parte B: historia académica y financiación y la parte G: satisfacción con los recursos ofrecidos por la institución, solo se encuentra en el momento cero. Así mismo, solo en el momento uno<sup>196</sup> se hace una pregunta de tipo estático relacionada con el tiempo que transcurre desde la graduación hasta conseguir el primer empleo.

---

<sup>195</sup> Ibid., p. 2-10.

<sup>196</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Seguimiento a graduados: Encuesta momento uno [en línea] p. 2-9. [consultado en septiembre 30 de 2013]. Disponible en <[http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277\\_recurso\\_2.pdf](http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277_recurso_2.pdf)>.

Tabla 1. Secciones de los cuestionarios de seguimiento a graduados del OLE

Partes de la encuesta	Momento cero	Momento uno	Momento tres	Momento cinco
<b>Datos del graduado</b>	Nombre, cédula de ciudadanía, programa, fecha de nacimiento, país, departamento y ciudad de residencia, teléfono fijo, celular y correo electrónico.	Se pregunta lo mismo del momento cero, dado que es información dinámica.	Se pregunta lo mismo del momento cero, dado que es información dinámica.	Se pregunta lo mismo del momento cero, dado que es información dinámica.
<b>Parte A: Información personal y familiar</b>	Estado civil, número de hijos, tipo de vivienda (propia, arriendo, etc.), nivel de educación de los padres, ocupación de los padres, limitaciones y cultura.	Información dinámica, como: estado civil, número de hijos, limitaciones y tipo de vivienda.	Se pregunta lo mismo del momento uno.	Se pregunta lo mismo del momento tres.
<b>Parte B: Historia Académica y financiación</b>	Año de grado bachillerato, Aspectos relacionados con la transición a la Educación Superior, Preferencias académicas y fuentes de financiación.	De esta parte no se pregunta nada porque está información es estática.	De esta parte no se pregunta nada porque está información es estática.	De esta parte no se pregunta nada porque esta información es estática.
<b>Parte C: Competencias</b>	Nivel de dominio del segundo idioma (la institución de bachillerato era bilingüe, influencia de la IES para la mejora de las competencias extranjeras y nivel de dominio de otros idiomas) y satisfacción con la formación recibida (competencias generales).	En la sección de nivel de dominio de un segundo idioma solo se pregunta por el dominio de otros idiomas. Por otra parte, en la sección de satisfacción con la formación recibida se adicionan preguntas relacionadas con las competencias laborales generales, competencia más fuerte y más débil.	Se agregan dos preguntas, sobre la competencia más útil y la menos útil en la trayectoria laboral en la sección de satisfacción con la formación recibida.	Se pregunta lo mismo del momento tres.
<b>Parte D: Plan de vida</b>	Proyecto de vida a largo plazo	Proyecto de vida a largo plazo	Se adiciona una pregunta relacionada con las actividades de formación realizadas desde el momento del primer grado de Educación Superior.	Se pregunta lo mismo del momento tres.

Tabla 1. (Continuación)

Partes de la encuesta	Momento cero	Momento uno	Momento tres	Momento cinco
<b>Parte E: Situación laboral</b>	Mayor ocupación actual, tipo de empleo (graduado: empleado, independiente, propietarios o socios, desempleados y buscan empleo). Entonces, según el tipo de empleo se realizan las siguientes preguntas: canal de búsqueda de empleo, tipo de contrato laboral, ocupación actual, actividad económica, grado de relación entre el empleo y la carrera, nivel de ingresos, ámbito de la actividad laboral (local, regional, nacional y multinacional), interés por crear empresa, satisfacción con el empleo y que tan útiles en el trabajo son las competencias adquiridas durante la formación, nivel de estudio requerido para el trabajo actual y dificultades al momento de conseguir empleo.	Se adicionan preguntas relacionadas con: el tiempo transcurrido para conseguir el primer empleo después de la graduación, tiempo de experiencia laboral profesional, nivel de satisfacción de las expectativas laborales que se tenían al empezar los estudios, que tan útiles en otros aspectos de la vida son las competencias adquiridas en la carrera.	Se elimina la pregunta relacionada con el tiempo transcurrido desde la graduación hasta conseguir el primer empleo. Además, para los graduados que son empresarios se elimina la pregunta en donde se indaga sobre si este es el primer trabajo, y se adiciona una pregunta relacionada con hace cuánto tiempo tiene la empresa.	Se pregunta lo mismo del momento tres.
<b>Parte F: Nivel de Identidad con la Institución de Educación Superior</b>	Razones para volver o no a estudiar en la institución de Educación Superior, posibilidad de cursar otros estudios en la institución, interés por otros estudios (posgrado, educación no formal, universitaria, técnica y tecnológica) y la posibilidad de recomendar el programa a algún bachiller.	Se adicionan preguntas relacionadas con: el sentido de pertenencia con la Universidad, la influencia de la Universidad de egreso en las posibilidades laborales, y en la pregunta de la posibilidad de estudiar en la institución se colocan otras opciones diferentes.	Se pregunta lo mismo del momento uno.	Se pregunta lo mismo del momento tres.
<b>Parte G: Satisfacción con los recursos ofrecidos por la Institución</b>	Satisfacción con: el personal docente, el apoyo a los estudiantes, la gestión administrativa y los recursos físicos.	No se pregunta nada. Esta sección se elimina	No se pregunta nada. Esta sección se elimina	No se pregunta nada. Esta sección se elimina
<b>Parte H: Datos fundamentales para el seguimiento a graduados</b>	Datos de un familiar o amigo, tales como: nombre, relación, país, departamento, ciudad, teléfono fijo y celular.	Se pregunta lo mismo del momento cero	Se pregunta lo mismo del momento cero	Se pregunta lo mismo del momento cero

Fuente: Elaboración propia basada en las encuestas del Observatorio Laboral para la Educación (OLE)

Por otra parte, las encuestas del momento tres<sup>197</sup> y cinco<sup>198</sup> tienen el mismo contenido y estas difieren del momento uno, ya sea en que se eliminan o se adicionan algunas variables en algunas partes de la encuesta, tales como: competencias (En la sección de satisfacción con la formación recibida), situación laboral y nivel de identidad con la Institución de Educación Superior.

También, el Observatorio Laboral para la Educación cuenta con un aplicativo de diligenciamiento en línea, y con el propósito de contribuir al buen desarrollo de los estudios de seguimiento a graduados permite a las IES administrar las encuestas de seguimiento a graduados que diligencian sus propios egresados<sup>199</sup>.

### **2.6.8 Evaluación de competencias laborales en estudiantes de Ingeniería Industrial**

Este estudio tiene como objetivo identificar y evaluar el nivel de competencias laborales requeridas por los estudiantes del pregrado de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira y elaborar propuestas para fortalecer el desarrollo de las mismas<sup>200</sup>. Este estudio es de tipo cuantitativo descriptivo que describe el nivel de competencias laborales de los estudiantes de noveno semestre de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira de las materias de manufactura flexible y control de calidad<sup>201</sup>. En total la población objetivo son 60 estudiantes. Se utiliza muestreo no probabilístico por conveniencia, obteniendo una muestra conformada por 52 estudiantes, pero debido al paro estudiantil solo es

---

<sup>197</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Seguimiento a graduados: Encuesta momento tres [en línea] p. 2-9 [consultado en septiembre 30 de 2013]. Disponible en <[http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277\\_recurso\\_3.pdf](http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277_recurso_3.pdf)>.

<sup>198</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Seguimiento a graduados: Encuesta momento cinco [en línea] p. 2-9 [consultado en septiembre 30 de 2013]. Disponible en <[http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277\\_recurso\\_4.pdf](http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277_recurso_4.pdf)>.

<sup>199</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Administrar Encuesta de seguimiento a graduados. [en línea]. Consultado el 30 de septiembre de 2013. Disponible en <<http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/article-142277.html>>

<sup>200</sup> BURITICA M., Angela María. Evaluación de competencias laborales en estudiantes de Ingeniería Industrial [en línea]. Trabajo de grado Magister en desarrollo humano y organizacional. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial. Programa de Maestría, 2012. p.16 [consultado el 28 de septiembre de 2013]. Disponible en <<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2862/1/658312B958.pdf>>.

<sup>201</sup> Ibid., p. 48-49.

posible aplicar el cuestionario a 50 estudiantes.

Por otra parte, las variables de esta investigación, se obtienen de la relación entre aspectos del marco teórico relacionado con las competencias laborales, de formación y el perfil del Ingeniero Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira junto con el cuestionario que está disponible para aplicar a los estudiantes. Así, las competencias para este estudio se escogen con base en una investigación de competencias del Ingeniero Industrial en Colombia. Entonces, se relacionan las competencias definidas en el perfil del Ingeniero Industrial con las competencias halladas en la investigación, y se obtienen cinco competencias.

### **2.6.9 Impacto social de los programas de pregrado: Ingeniería de producción<sup>202</sup>**

El objetivo de este estudio consiste en evaluar el impacto social del pregrado en Ingeniería de Producción, y la calidad del programa y de la Universidad EAFIT. Para recolectar la información se diseña un cuestionario, el cual se basa en la Encuesta Continua de Hogares para la construcción de preguntas relacionadas con la condición laboral de los egresados.

Para este estudio, la población objeto de estudio está conformada por los ingenieros de producción egresados de la Universidad EAFIT entre 1998 y 2004, la cual es 740 estudiantes.

Por otro lado, para evaluar la calidad del programa y de la Universidad se construyeron preguntas con base a los criterios o características que emplea el Consejo Nacional de Acreditación –CNA- en los procesos de acreditación y reacreditación. Asimismo, se toma como base las necesidades de la Universidad y se tienen en cuenta temas tratados en otros estudios realizados con egresados de la Universidad EAFIT.

---

<sup>202</sup> ORTÍZ CORREA, Javier., *et al.* Impacto social de los programas de pregrado: Ingeniería de producción [en línea]. Medellín p. 15-22. [consultado en septiembre 24 de 2013]. Disponible en <<http://www.eafit.edu.co/institucional/calidadeafit/investigacion/Documents/Impacto%20social%20Ingenie%C3%ADra%20de%20Producci%C3%B3n-2005.pdf>>

Entonces, la encuesta queda conformada por 91 preguntas distribuidas en cuatro secciones. En la primera se pregunta sobre: nombre completo, fecha de nacimiento, el género y la carrera de egreso, el estado civil el país y ciudad de residencia, datos de contacto como teléfono, dirección de residencia y correo electrónico.

En la segunda sección se pregunta sobre las condiciones laborales de los egresados: a los que están empleados se les pregunta: empresa donde trabajan, nivel y área del cargo, tiempo de vinculación a la empresa, el medio a través del cual consiguió el empleo, el número total de empleados en la empresa, tipo de contrato, ingreso laboral mensual, el número de cargos que ha tenido en la empresa que labora y la satisfacción con el empleo actual. Por otro lado, a los desempleados se les pregunta: el tiempo que llevan buscando empleo, el ingreso laboral al que aspiran, la empresa y el cargo de la última experiencia laboral y el motivo de desvinculación de esa compañía. Por último a los inactivos se les pregunta sobre si habían trabajado alguna vez, la duración de la inactividad y si están buscando empleo o desean instalar algún negocio.

En la tercera sección, se encuentran preguntas relacionadas con la calidad, en donde se pregunta sobre la pertinencia del programa, el nivel de competitividad con relación a otros profesionales de la misma carrera ofrecida por otras instituciones educativas, las posibilidades laborales por ser egresado de EAFIT y la satisfacción con la formación recibida.

En la última sección, se pregunta sobre la trayectoria laboral del egresado, los estudios de posgrado realizados y si ha participado en procesos de creación de empresas.

Después, se diseña una plataforma de Internet para la aplicación de la encuesta en la cual el egresado al ingresar se le solicita el número del documento de identidad y la fecha de nacimiento para identificarlo, una vez validada la información se reconoce el nombre completo, la fecha de nacimiento, el género y la carrera de egreso. Posteriormente, el egresado ingresa a diligenciar el cuestionario.

Seguidamente, cuando se recolecte la información se realiza el análisis mediante

el uso de tablas dinámicas de Microsoft Excel. También, se construyeron gráficas para evidenciar mejor el comportamiento de las variables.

#### **2.6.10 Estudio de seguimiento a recién egresados de programas académicos de pregrado de la Sede Central<sup>203</sup>**

Este estudio de tipo descriptivo realizado por la Universidad Pontificia, tiene como objetivo recolectar información de los egresados relacionada con: datos socioeconómicos, situación laboral al momento del grado y en la actualidad, comparar la situación laboral de los recién egresados con la población de egresados de la educación superior del país proveniente del OLE, grado de satisfacción con los servicios que le prestó y que le presta por el momento la Universidad; con el propósito de lograr mejoras en la institución y de utilizar esta información en procesos de autoevaluación, acreditación institucional y acreditación de los programas académicos.

En lo relacionado con la población objetivo, la Universidad posee un sistema denominado Sistema de Grados de la Universidad en el cual se registran los datos de contacto de los graduados. Así, de los datos que se encuentran en el sistema, se elige la población objetivo del estudio conformada por los graduados entre los periodos académicos 2009-3 y 2011-1. Entonces, para obtener la muestra se utiliza el muestreo estratificado, particularmente, la muestra representativa de la carrera de Ingeniería Industrial está constituida por 30 graduados.

Luego, para recolectar la información se realizan adaptaciones a un cuestionario utilizado para el seguimiento a egresados en el año 2009. Así pues, el cuestionario queda conformado por 123 preguntas estructuradas en tres secciones:

---

<sup>203</sup> PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Estudio de seguimiento a recién egresados de programas académicos de pregrado de la sede central [en línea]. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 2012, p. 26-34. [Consultado el 20 de agosto de 2013]. Disponible en <[http://pujportal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad%20de%20Ingenieria/1pdf\\_car\\_industrial/EncuestaSeguimientoEgresadosIngenier%2525EDaIndustrial.pdf](http://pujportal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad%20de%20Ingenieria/1pdf_car_industrial/EncuestaSeguimientoEgresadosIngenier%2525EDaIndustrial.pdf)>

- Caracterización económica: datos generales, información socioeconómica, estudios de posgrado que haya realizado o esté realizado y reconocimientos especiales recibidos y apoyo a obras luego del grado.
- Mercado laboral: actividad económica actual (ocupados, asalariados, independientes o por cuenta propia, propietario o socios de empresa y buscando trabajo), aspectos generales relacionados con la actividad laboral o empresarial y actividad al momento del grado e inserción en el mercado de trabajo.
- Satisfacción con la Universidad: evaluación de los servicios a estudiantes de la Universidad, competencias generales, recomendaciones a la Universidad y evaluación de los servicios a egresados de la Universidad.

Para construir las secciones de caracterización socioeconómica y de mercado laboral se tienen en cuenta las preguntas utilizadas en la Gran encuesta Integrada de Hogares (GEIH). Por otra parte, para la formulación de las preguntas de la sección de satisfacción con la Universidad se utiliza como base la Encuesta de Seguimiento a Graduados del OLE.

Para recolectar la información se utiliza una aplicación web a la cual solamente los egresados pueden acceder mediante una invitación recibida por correo electrónico. Entonces, primero la encuesta es diligenciada por los egresados que responden a la invitación e ingresan a la aplicación web a responder el cuestionario. Pero, en caso de no lograr recolectar la muestra requerida se procede a contactar por segunda vez a los egresados mediante correo electrónico. Por último, si aún falta completar la muestra se contacta a los egresados necesarios mediante los servicios de un call center. Además, la Secretaria de Relaciones de Egresados con el fin de motivar a los egresados a diligenciar el cuestionario dona un computador y un IPAD para ser sorteados entre los egresados que participen del estudio.

Al concluir el tiempo destinado para la recolección de la información, se realizan análisis de la información mediante el software SAS versión 9.3 y el software STATA versión 11. Obteniendo, medidas de frecuencia absoluta y relativa. También, se

construyen algunos indicadores.

### **2.6.11 Estudio de seguimiento a egresados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander<sup>204</sup>**

El objetivo de este estudio es establecer desde la perspectiva de los egresados las características de su inserción, el nivel de satisfacción en el área profesional, la percepción que tienen de la calidad del programa y la pertinencia de la formación adquirida.

En este estudio se utilizó un diseño de tipo descriptivo y transversal<sup>205</sup>. Además, se trabaja con datos de egresados existentes en Alianza Industrial, ASEDUIS; ACEII, Admisiones UIS y diferentes redes de contacto, logrando así unificar una base de datos de 1521 registros de egresados desde el año 1961 hasta septiembre de 2009. Pero, la población objetivo del estudio fueron los egresados graduados en el periodo comprendido entre los años 1997 y 2009. Dado que la información de estos egresados está más completa. Sin embargo, para los egresados antes del año 1996 se analizan los aspectos más importantes.

Por otra parte, las áreas que se evalúan en el estudio, son: perfil sociodemográfico de los egresados, información académica, situación ocupacional, proceso de inserción laboral, nivel de satisfacción académica y profesional y la pertinencia del programa desde la perspectiva de los egresados. Así, estas áreas se incluyen en el cuestionario a aplicar, compuesto por treinta y cinco preguntas, y se diseñó usando macros de la herramienta Microsoft Office Excel.

Finalmente, la información recolectada y depurada se analiza con tablas y gráficos dinámicos de Excel, para realizar el cruce de variables. Además, se utilizan las medidas de tendencia central tales como la moda y la media; niveles de medición: nominal, ordinal y el de intervalo.

---

<sup>204</sup> ARRIETA TORRES, Wilmar y DE LA ROSA, Carlos Andrés. Op. cit., p. 27

<sup>205</sup> *Ibíd.*, p., 40-49

### 3. MINERÍA DE DATOS

La información ha ido ocupando un sitio importante en el proceso de evolución de la sociedad humana, convirtiéndose en la base del conocimiento, dado que con la expansión de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación, se dio lugar a la Sociedad de la Información y el conocimiento<sup>206</sup>. Así, la cantidad de información generada puede convertirse en conocimiento, teniendo en cuenta los mecanismos de su producción, tratamiento y distribución<sup>207</sup>.

La minería de datos (Data Mining) surge por la necesidad y el reconocimiento del valor potencial de las grandes cantidades de datos almacenados en los sistemas de información de instituciones, empresas, gobiernos y particulares. Así pues, los datos son materia prima que se debe explotar para obtener el verdadero conocimiento, el cual es la base para la toma de decisiones. Sin embargo, cabe resaltar que la estadística es la primera ciencia que considera los datos como materia prima, pero dadas las nuevas características de los datos (en volumen y tipología), son numerosas y heterogéneas las disciplinas que integran la “minería de datos”<sup>208</sup>.

Dado que gran parte de la información almacenada es histórica ya que representa transacciones o situaciones que se han producido<sup>209</sup>. La mayoría de las decisiones de las organizaciones se basan en sus experiencias y en informaciones provenientes de diferentes fuentes, y tradicionalmente el análisis de esta información se realizaba por medio de técnicas estadísticas, pero dado el aumento de los datos y el número de parámetros a analizar fue indispensable la creación de

---

<sup>206</sup> LIZAZO TORRES, Denis; DELFOR MEYER, Roberto y TORRES CÁRDENAS, Verena. Minería de datos en la encuesta permanente de hogares 2009, Universidad Nacional del Litoral, Argentina. En: Revista Ingeniería Industrial. 2011, vol. 10, no. 1, p. 20.

<sup>207</sup> CISNERO, I; GARCIA, C y LOZANO, I.M. ¿Sociedad de la Información o Sociedad del Conocimiento? La educación como mediadora, citado por LIZAZO; DELFOR y TORRES, Op. cit., p. 20.

<sup>208</sup> HERNÁNDEZ ORALLO, José; RAMÍREZ QUINTANA, María José y FERRI RAMÍREZ, César. Introducción a la minería de datos. Madrid: PEARSON EDUCACION. 2004, p 3

<sup>209</sup> *Ibíd.*

herramientas que permitan tomar decisiones con base en conocimiento veraz<sup>210</sup>. Por lo tanto, como esta información es de gran importancia para las organizaciones, se le debe dar el mejor tratamiento para que sea útil.

El análisis de datos fue tradicionalmente un proceso manual, en donde con ayuda de técnicas estadísticas, se proporcionaban resúmenes y se generaban informes de los datos analizados<sup>211</sup>. Debido al crecimiento del volumen de datos, y cuando la escala de manipulación de datos, exploración e inferencia excede la capacidad humana, se necesita el uso de técnicas de análisis automatizadas<sup>212</sup>.

Así, la minería de datos es el proceso de extraer conocimiento útil y comprensible, previamente desconocido, desde grandes cantidades de datos almacenados en distintos formatos. Es decir, la tarea de la minería de datos es encontrar modelos que caracterizan el conjunto de datos descubriendo patrones que sean la base para la toma de decisiones, y esta tarea la realiza usando técnicas que permiten analizar grandes volúmenes de datos y obtener así conocimiento relevante<sup>213</sup>.

La minería de datos es un campo multidisciplinar que se nutre de la investigación y de los avances de áreas como: gestión de bases de datos, recuperación de información, la estadística, el aprendizaje automático, los sistemas para la toma de decisiones, la visualización de datos, la computación paralela y distribuida. A continuación, se destacan algunas de las áreas influyentes en la minería de datos<sup>214</sup>:

- **Las bases de datos:** conceptos como almacenes de datos (data warehouse) y el procesamiento analítico en línea (OLAP) se relacionan con la minería de datos, dado que las técnicas de acceso a los datos son relevantes para el diseño

---

<sup>210</sup> REYES RICARDO, Isleydi y SALGUEIRO SICILIA, Yamisleydi. Herramienta para realizar la Minería de Datos en el Data Warehouse de un Cuadro de Mando Integral. En: Innovación Tecnológica. 2010, p. 2.

<sup>211</sup> RIQUELME, José; RUIZ, Roberto y GILBERT, Karina. Minería de datos: conceptos y tendencias. En: Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. 2006, vol. 10, no. 29, p 12.

<sup>212</sup> REYES y SALGUEIRO, Op. cit., p. 2.

<sup>213</sup> WITTEN & FRANK. Data Mining. Practical Machine Learning tools and Techniques with Java Implementations. Citado por HERNÁNDEZ; RAMÍREZ y FERRI, Op. cit., p. 5-6.

<sup>214</sup> HERNÁNDEZ; RAMÍREZ y FERRI, Op. cit., p. 14-15.

de algoritmos eficientes de minería de datos, y así extraer conocimiento novedoso y comprensible.

Los almacenes de datos (data warehouse), son un archivo central de fuentes heterogéneas de datos, integrados y organizados bajo un mismo esquema, y OLAP permite resumir, consolidar y ver la información desde distintas perspectivas<sup>215</sup>.

- **Recuperación de información:** obtener información desde datos textuales, por lo que su desarrollo histórico se ha basado en el uso efectivo de bibliotecas recientemente digitales y en las búsquedas en Internet.
- **La estadística:** ha proporcionado muchos de los conceptos, algoritmos y técnicas que se utilizan en minería de datos, por ejemplo, la media, la varianza, las distribuciones, el análisis multivariante, la regresión lineal y no lineal, las técnicas bayesianas, etc.
- **El aprendizaje automático:** es el área de la inteligencia artificial que se ocupa de desarrollar algoritmos (y programas) capaces de aprender, y constituye con la estadística, el corazón del análisis inteligente de los datos. Es más, esta disciplina y la minería de datos siguen el mismo principio: la máquina aprende un modelo a partir de ejemplos y lo usa para resolver el problema.

En general, la estadística es la primera ciencia que extrae información de los datos mediante metodologías originarias de las matemáticas. Seguidamente, con el uso de computadores surgió el concepto de Machine Learning, traducido como Aprendizaje Automático, pero dado el aumento de volumen de los datos y los diferentes formatos de datos se habla de Minería de datos, la cual en 1790 hace énfasis en:

- La escalabilidad del número de atributos (clase o variable dependiente<sup>216</sup>) y de instancias

---

<sup>215</sup> *Ibíd.*, p. 4.

<sup>216</sup> REYES y SALGUEIRO, *Op. cit.*, p. 3.

- Algoritmos y arquitecturas (proporcionando la estadística y el aprendizaje automático los fundamentos de los métodos y las formulaciones)
- La automatización para el manejo de los grandes volúmenes de datos heterogéneos.

### **3.1 VENTAJAS DE LA MINERÍA DE DATOS**

Las principales características de la minería de datos son<sup>217</sup>:

- Apoya a los usuarios empresariales en el procesamiento de reservas de datos para descubrir relaciones que no se sospechaban.
- La información obtenida por medio de la minería de datos ayuda a los usuarios a conocer información que se puede emplear para definir estrategias de competitividad o cursos de acción.
- Examina gran cantidad de datos y hallar patrones difíciles de identificar a simple vista.
- Trabaja siguiendo los mismos criterios con grandes cantidades de información histórica.
- Utiliza herramientas que automáticamente buscan patrones.

### **3.2 APLICACIONES DE LA MINERÍA DE DATOS**

La integración de las técnicas de minería de datos en las actividades del día a día se está convirtiendo en algo habitual, ya que existen numerosas áreas donde la minería de datos se puede aplicar, prácticamente en todas las actividades humanas que generen datos. A continuación se enuncian algunas áreas donde se puede usar minería de datos<sup>218</sup>:

---

<sup>217</sup> ANGELES LARRIETA, María Isabel y SANTILLÁN GÓMEZ, Angélica María. Minería de datos: Conceptos, características, estructuras y aplicaciones, p. 80.

<sup>218</sup> HERNÁNDEZ; RAMÍREZ y FERRI, Op. cit., p. 16-17.

- Aplicaciones financieras y banca, como el cálculo de correlaciones entre indicadores financieros.
- Análisis de mercado, distribución y evaluación de campañas publicitarias.
- Seguros y salud privada, como identificar patrones de comportamiento para clientes con riesgo.
- Educación, detección de abandono y de fracaso.
- Procesos industriales, extracción de modelos de producción.
- Medicina, detección de pacientes con riesgo de sufrir una patología
- Telecomunicaciones, establecimiento de patrones de llamadas.

### **3.3 TIPOS DE MODELOS**

La minería de datos tiene como objetivo analizar los datos para extraer conocimiento en forma de patrones, relaciones, o reglas inferidas de los datos previamente desconocidos o en forma de resumen, así estas relaciones o resúmenes constituyen el modelo de los datos que se han analizado. Existen diferentes formas de representar los modelos y cada una de ellas determina el tipo de técnica que puede usarse para inferirlos.

Los modelos pueden ser de tipo predictivos y descriptivos<sup>219</sup>

#### **3.3.1 Modelo predictivo**

Mediante estos modelos se pretenden estimar valores futuros o desconocidos de variables objetivos o dependientes, usando otras variables denominadas variables dependientes o predictivas. Algunas de las tareas de minería de datos que producen estos modelos son la clasificación y la regresión.

#### **3.3.2 Modelo descriptivo**

Mediante este modelo se identifican patrones que explican o resumen los datos. Es decir, sirven para explorar las propiedades de los datos examinados. Las tareas de

---

<sup>219</sup> *Ibíd.*, p. 12.

la minería de datos que dan lugar a estos modelos son el agrupamiento (*clustering*), las reglas de asociación, las reglas de asociación secuenciales y las correlaciones.

### 3.4 LA MINERÍA DE DATOS Y EL PROCESO DE DESCUBRIMIENTO DE CONOCIMIENTO EN BASES DE DATOS

El “descubrimiento de conocimiento en bases de datos” (Knowledge Discovery in Databases, KDD), se define como “el proceso no trivial de identificar patrones válidos, novedosos, potencialmente útiles y, en última instancia, comprensibles a partir de los datos”<sup>220</sup>. Es decir que el conocimiento extraído sea:

- **Válido:** los patrones extraídos deben ser precisos tanto para los datos usados para su obtención como para datos nuevos.
- **Novedoso:** aporte algo desconocido al sistema y al usuario.
- **Potencialmente útil:** la información debe beneficiar al usuario.
- **Comprensible:** los patrones no comprensibles no proporcionan conocimiento.

La meta del KDD es procesar automáticamente grandes cantidades de datos, identificar patrones significativos y relevantes, y presentarlos como conocimiento apropiado para la toma de decisiones<sup>221</sup>. Esto se debe, a que esta información no es posible analizarla por las técnicas normales pero es descubierta a través del uso de técnicas de Inteligencia Artificial<sup>222</sup>.

Los términos MD y KDD son confundidos como sinónimos. Pero, la MD es un paso del proceso, en el cual mediante algoritmos se descubren patrones de los datos<sup>223</sup>. Otros pasos que están incluidos en el proceso KDD, son “la preparación de los datos, la selección y limpieza de los mismos, la incorporación de conocimiento

---

<sup>220</sup> Fayyad, *et al.* From Data Mining to Knowledge Discovery: An Overview. Citado por HERNÁNDEZ; RAMÍREZ y FERRI, Op. cit., p. 13.

<sup>221</sup> REYES y SALGUEIRO, Op. cit., p. 3.

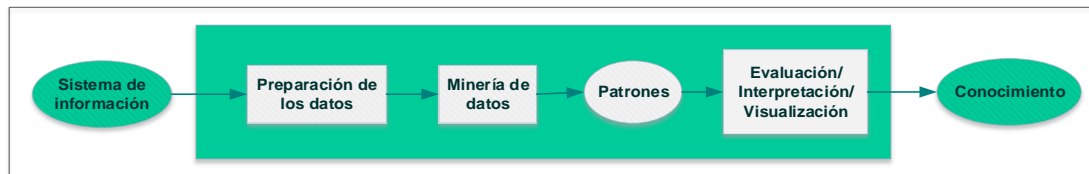
<sup>222</sup> *Ibíd.*, p. 2.

<sup>223</sup> RIQUELME; RUIZ y GILBERT, Op. cit., p. 12.

previo, y la propia interpretación de los resultados de minería”<sup>224</sup>. De este modo, el KDD es el proceso global (Ilustración 3) de descubrir conocimiento útil desde las bases de datos que incluye no solo la obtención de los modelos y patrones (objetivo de la minería de datos) sino también la evaluación y determinación de la validez y confiabilidad de dichos patrones<sup>225</sup>; mientras que “la minería de datos es la parte central del proceso de descubrimiento del conocimiento”<sup>226</sup>.

Por lo tanto, “estos pasos aplicados de una manera iterativa e interactiva aseguran que un conocimiento útil se extraiga de los datos”<sup>227</sup>. Es decir, que es iterativo porque dados los resultados de alguna de los pasos es necesario volver a pasos anteriores, asimismo con varias iteraciones se puede extraer conocimiento útil y de alta calidad, y es interactivo porque el usuario ayuda a la preparación de los datos, validación del conocimiento, etc<sup>228</sup>.

Ilustración 3. Proceso KDD



Fuente: Elaboración propia basado en HERNÁNDEZ ORALLO, José; RAMÍREZ QUINTANA, María José y FERRI RAMÍREZ, César. Introducción a la minería de datos. Madrid: PEARSON EDUCACION. 2004.

### 3.5 FASES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE CONOCIMIENTO

El proceso de KDD está conformado por cinco fases<sup>229</sup>:

#### 3.5.1 Integración y recopilación de datos

En esta fase se determinan las fuentes de información que pueden ser útiles y dónde se pueden conseguir. Seguidamente se transforman los datos a un formato común,

<sup>224</sup> *Ibíd.*, p. 12.

<sup>225</sup> REYES y SALGUEIRO, *Op. cit.*, p. 2.

<sup>226</sup> *Ibíd.*, p. 1.

<sup>227</sup> RIQUELME; RUIZ y GILBERT, *Op. cit.*, p. 13.

<sup>228</sup> HERNÁNDEZ; RAMÍREZ y FERRI. *Op. cit.*, p. 19.

<sup>229</sup> *Ibíd.*, p. 19-79.

frecuentemente mediante un almacén de datos (data warehouse) en el que se unifique de manera operativa toda la información. La ventaja de este almacén de datos es que facilita la navegación y visualización previa de sus datos, para descifrar qué aspectos pueden ser interesantes para el estudio. Además, los almacenes de datos se utilizan para poder agregar, cruzar eficientemente la información y para el procesamiento analítico en línea (on-line analytical processing, OLAP), el cual permite un análisis multidimensional de los datos y una presentación a diferentes niveles de abstracción.

La diferencia entre la minería de datos y OLAP consiste en que la herramienta OLAP se utiliza para comprobar patrones e hipótesis planteadas por el usuario con el fin de verificarlas o rechazarlas. Por lo tanto, es un proceso deductivo. En contraste, la minería de datos usa los datos para encontrar patrones, por lo tanto es un proceso inductivo.

Sin embargo, se puede usar OLAP al principio del proceso KDD para explorar los datos, ya que la efectividad del proceso de descubrimiento de conocimiento depende de la comprensión de los datos. En algunos casos, cuando el volumen de los datos no es muy grande, se puede trabajar con los datos originales o en formatos heterogéneos.

### **3.5.2 Selección, limpieza y transformación**

En esta fase se proyectan los datos para considerar únicamente aquellas variables atributos que van a ser relevantes, con el objetivo de hacer más fácil la tarea de la minería de los datos y para que los resultados sean útiles.

La calidad del conocimiento descubierto depende del algoritmo de minería de datos y también de la calidad de los datos. Los problemas que afectan la calidad de los datos son:

- La presencia de valores que no se ajustan al comportamiento general de los datos (*outliers*). Estos datos pueden ser errores en los datos o pueden ser

valores diferentes a los demás. Por lo tanto se analiza si se eliminan o se corrigen los datos incorrectos.

- La presencia de datos faltantes, perdidos o ausentes (*missing values*), ya que el *método de minería de datos* que se utilice puede no dar buen trato a los campos faltantes. Además, estos datos faltantes pueden producir sesgos al aplicar alguna técnica de minería de datos.

En el proceso de transformación de datos se engloba cualquier proceso que modifique la forma de los datos. Dentro de las transformaciones se encuentran técnicas de consulta (como OLAP) y estadísticas tales como las de análisis multivariante.

El análisis multivariante es el conjunto de métodos estadísticos cuya finalidad es analizar simultáneamente un conjunto de datos de más de dos variables en el sentido de que hay varias variables medidas para cada individuo. Con este análisis se busca un mejor entendimiento del fenómeno objeto de estudio u obtener información que los métodos estadísticos univariantes y bivariantes no pueden conseguir. Dentro del análisis multivariante se encuentra el análisis de correspondencias, el análisis de componentes principales, análisis discriminante, el escalamiento multidimensional y ciertas técnicas de análisis de grupos y descomposición de mezclas o mixturas. A continuación se describen algunas de ellas:

- **Análisis de correspondencia:** es una técnica de análisis que hace parte del método de interdependencia, el cual no distingue entre variables dependientes e independientes y su objetividad consiste en identificar las variables que están más relacionadas. Además, es una técnica descriptiva o exploratoria que tiene como objetivo resumir gran cantidad de datos en un número reducido de dimensiones, minimizando la pérdida de información. Este método se utiliza para analizar desde un punto de vista gráfico (diagrama cartesiano), el grado de asociación entre variable categóricas en tablas de contingencia. Si se analizan

dos variables se denomina análisis de correspondencias simple y si se analizan más de dos variables se denomina análisis de correspondencia múltiple.

- **Análisis de exploración de factores mediante componentes principales:** es la técnica más eficiente, tradicional y conocida para reducir la dimensionalidad (sustituyendo los viejos por los nuevos, en un número menor). Esta técnica consiste en transformar los atributos o variables originales  $x_1, x_2, \dots, x_m$  en otro conjunto de atributos  $f_1, f_2, \dots, f_p$ , donde  $p \leq m$ . De manera que los nuevos atributos que se generan son independientes entre sí, y los primeros  $f$  tengan más relevancia (más contenido informacional) que los últimos. En otras palabras,  $f_1$  es más relevante que  $f_2$ ,  $f_2$  es más relevante que  $f_3$  y así sucesivamente. Por lo tanto, esta transformación nos asegura que si se ignoran los últimos atributos se descarta la información menos relevante.

### 3.5.3 Minería de datos

En esta fase, mediante la construcción de un modelo basado en los datos recopilados se produce nuevo conocimiento que pueda ser útil para el usuario, este modelo es una descripción de los patrones y relaciones entre los datos que pueden usarse para hacer predicciones o descripciones. En esta fase es necesario tener en cuenta:

- Determinar la tarea de minería de datos apropiada, ya sea clasificación, regresión, etc.
- Elegir el tipo de modelo. Por ejemplo, para la tarea de clasificación se podría usar un árbol de decisión.
- Elegir el algoritmo de minería que resuelva la tarea y obtenga el tipo de modelo buscado.

### 3.5.4 Evaluación e interpretación

Se evalúan los patrones y se analizan, si es necesario se vuelve a las fases anteriores para una nueva iteración. Los patrones descubiertos deben tener tres cualidades: ser precisos, comprensibles (inteligibles) e interesantes (útiles y novedosos), pero según las aplicaciones puede interesar mejorar algún criterio y

sacrificar otro. De este modo, se debe evaluar el contexto en donde el modelo se va a utilizar, por ejemplo, en el caso de la clasificación y las reglas de asociación usar la precisión como medida de calidad tiene ciertas desventajas. Pues, la precisión de un modelo no garantiza que refleje el mundo real, entonces se debe contrastar el conocimiento que este modelo proporciona con el conocimiento previo que se tiene sobre el problema para dar el respectivo tratamiento.

### **3.5.5 Difusión, uso y monitorización**

Se hace partícipe de nuevo conocimiento a todos los posibles usuarios. Una vez construido y validado el modelo puede usarse para que un analista recomiende acciones basándose en el modelo y en sus resultados, o se puede aplicar en diferentes conjuntos. Además, es importante medir la evolución del modelo aunque esté funcionando bien, dado que los patrones pueden cambiar.

## **3.6 TAREAS DE LA MINERÍA DE DATOS**

Dentro de la minería de datos se distinguen tipos de tarea en donde cada una tiene sus propios requisitos, y que el tipo de información obtenida con una tarea puede diferir mucho de la obtención de otra., cada tarea puede considerarse como un tipo de problema a ser resuelto por un algoritmo de minería de datos. A continuación, se detallan las tareas pertenecientes a los modelos de tipo predictivo y descriptivo<sup>230</sup>:

### **3.6.1 La clasificación**

Es una de las tareas predictivas más utilizada. Es un proceso en el que un atributo es asignado a un grupo a partir de sus características y rasgos<sup>231</sup>. En ésta, cada instancia (o registro de la base de datos) pertenece a una clase, la cual se indica mediante el valor de un atributo que llamamos la clase de la instancia que puede tomar diferentes valores discretos, y cada uno corresponde a una clase. El objetivo de la clasificación, es predecir la clase de nuevas instancias maximizando la razón

---

<sup>230</sup> *Ibíd.*, p. 25-27.

<sup>231</sup> LIAZO; DELFOR y TORRES, *Op. cit.*, p. 22

de precisión de la clasificación de las nuevas instancias, que se obtiene del cociente entre las predicciones correctas y el número total de predicciones (predicciones correctas e incorrectas).

Para este tipo de técnica existen algoritmos como los árboles de decisión que se destacan por su uso, eficacia y eficiencia.

### **3.6.2 La regresión**

Es también una tarea predictiva que consiste en aprender una función real que asigna a cada instancia un valor real, cuyo objetivo es minimizar el error (generalmente el error cuadrático medio) entre el valor predicho y el valor real. La principal diferencia con la clasificación es que el valor a predecir es numérico.

### **3.6.3 El agrupamiento (clustering)**

Es la tarea descriptiva por excelencia, es una de las más frecuentes en la minería de datos. También, se le suele llamar segmentación ya que parte o segmenta los datos en grupos que pueden ser o no disjuntos.

Además, a diferencia de la clasificación, los datos no tienen asociado ningún valor de salida a priori, sino que a lo largo del proceso van agrupando y maximizando la similitud de los datos que pertenecen a un mismo grupo y minimizando la de aquellos que pertenecen a grupos distintos. En otras palabras, en el agrupamiento el concepto de distancia es importante, puesto que datos similares (ceranos) deberían estar en el mismo grupo. Asimismo, se diferencia de la clasificación en que no se conocen ni las clases ni su número.

### **3.6.4 Las correlaciones**

Son una tarea descriptiva que se utiliza para examinar el grado de similitud de los valores de dos variables numéricas. La fórmula estándar para medir la correlación lineal es el coeficiente de correlación  $r$ , el cual es un valor real comprendido entre -1 y 1. Cuando  $r$  es positivo, las variables tienen un comportamiento similar (ambas crecen o decrecen al mismo tiempo) y cuando  $r$  es negativo si una variable crece la otra decrece.

### 3.6.5 Las reglas de asociación

Son tarea descriptiva, que tiene como objetivo identificar relaciones no explícitas entre atributos nominales, a diferencia de los estudios correlacionales que lo hacen con los numéricos. Estas reglas expresan las combinaciones de valores de los atributos que suceden más frecuentemente. Es decir, una regla de asociación es una proporción probabilística sobre la ocurrencia de ciertos estados en una base de datos. Además, las reglas de asociación no implican una relación causa-efecto, es decir, puede no existir una causa para que los datos estén asociados.

La formulación más común es: “si el atributo X toma el valor  $d$  entonces el atributo Y toma el valor de  $b$ ”. Por lo tanto, una regla de asociación puede ser vista como reglas de la forma SI  $\alpha$  (predecesor de la regla) ENTONCES  $\beta$  (sucesor o consecuente), donde  $\alpha$  y  $\beta$  son dos conjuntos de ítems disjuntos.

Al obtener la regla de asociación, su calidad se evalúa utilizando dos medidas: cobertura (o soporte) y confianza (o precisión). La cobertura o soporte (ecuación 1) es el número de instancias que la regla predice correctamente y la precisión o confianza (ecuación 2) es el porcentaje de veces que la regla se cumple cuando se puede aplicar.

$$\text{soporte } (\alpha \Rightarrow \beta) = P(\alpha \cap \beta) \quad \text{Ecuación 1}$$

$$\text{confianza } (\alpha \Rightarrow \beta) = P(\beta|\alpha) = \frac{P(\alpha \cap \beta)}{P(\alpha)} \quad \text{Ecuación 2}$$

## 3.7 TÉCNICAS DE MINERÍA DE DATOS

Algunas de las técnicas para llevar a cabo las tareas anteriores son<sup>232</sup>:

### 3.7.1 Árboles de decisión

Son una serie de condiciones y decisiones organizadas en forma jerárquica a modo de árbol, de tal manera que la decisión final a tomar se puede determinar siguiendo las condiciones que se cumplen desde la raíz del árbol hasta alguna de las hojas.

---

<sup>232</sup> HERNÁNDEZ; RAMÍREZ y FERRI, Op. cit., p. 281-287.

### 3.7.1.1 Tipos de árboles de decisión:

A continuación se mencionan los tipos de árboles de decisión:

- **Los árboles de Clasificación:** se usan para predecir variables categóricas. Debido a que la clasificación trata con clases o etiquetas disjuntas, las particiones en el árbol saben ser también disjuntas, es decir cada instancia cumple o no cumple una condición cumpliendo la propiedad exhaustiva en donde una de las dos condiciones se debe cumplir.
- Cuando los arboles de decisión se usan para predecir variables continuas se llaman **árboles de regresión**.

### 3.7.1.2 Puntos para que el algoritmo funcione bien

Los puntos para que el algoritmo funcione bien son los siguientes:

- **Particiones posibles:** las particiones son un conjunto de condiciones exhaustivas y excluyentes, es decir si ocurre una condición la otra no ocurre pero alguna de las dos tiene que ocurrir. Además a mayor tipos de condiciones hay más posibilidades de encontrar patrones en los datos, es decir, a mas particiones más expresivos y precisos son los arboles de decisión generados, y el algoritmo será más complejo, además se debe buscar la expresividad y efectividad en los arboles de decisión. Las particiones son:
  - **Particiones nominales:** si un atributo  $x_i$  tiene posibles valores  $\{v_1, v_2, \dots, v_k\}$ , la partición será  $(x_i = v_1, x_i = v_2, \dots, x_i = v_k)$ , lo cual muestra que solo existirá una condición con la igualdad entre el atributo y cada posible valor. Muchos algoritmos siguen esta partición pero otros exigen que los árboles sean binarios (solo dos condiciones).
  - **Particiones numéricas:** si un atributo  $x_i$  es numérico y continuo, es posible que tome valores diferentes en los ejemplos e infinitos valores en general, por lo tanto se intentan obtener particiones que separen los ejemplos en intervalos. Las particiones admitidas son de la forma  $(x_i \leq a, x_i > a)$ , donde  $a$  es una constante numérica elegida entre un conjunto finito de constantes.

- Criterio de selección de particiones:** Si existen  $n$  atributos y  $m$  valores posibles para cada atributo, el número de particiones posibles es de  $n \cdot m$ . Una vez elegida la partición se continúa construyendo el árbol y no se vuelven a plantear particiones ya construidas. Por lo tanto, es fundamental buscar un criterio que permita elegir la partición apropiada, y así conseguir nodos más puros, algunos criterios de partición son el criterio del error esperado, el criterio Gini, los criterios Gain Ratio y la modificación del C4.5 y el DKM., los cuales buscan la partición  $s$  con el menor  $I(s)$ :

$$I(s) = \sum_{j=1 \dots n} p_j * f(p_j^1, p_j^2, \dots, p_j^c)$$

En donde,

$n$  es el número de nodos hijos de la partición.

$p_j$  es la probabilidad de “caer” en el nodo  $j$

$p_j^c$  es la proporción de elementos de la clase  $c$  en el nodo  $j$

Cada criterio de partición implementa una función  $f$  distinta denominada función de impureza, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Criterios de partición

Criterio	$f * (p^1, p^2, \dots, p^c)$
Error esperado	$\min(p^1, p^2, \dots, p^c)$
GINI (CART)	$1 - \sum(p^2)$
Entropia (gain)	$\sum p_i * \log(p_i)$
DKM	$2 \left( \prod p_i \right)^{\frac{1}{2}}$

Fuente: Elaboración propia basada en HERNÁNDEZ ORALLO, José; RAMÍREZ QUINTANA, María José y FERRI RAMÍREZ, César. Introducción a la minería de datos. Madrid: PEARSON EDUCACION. 2004.

### 3.7.1.3 Algunos algoritmos de árboles de decisión<sup>233</sup>

A continuación se describen algunos algoritmos de árboles de decisión:

- **CART o CRT (Classification and Regression Trees)**

Es un método “divide y vencerás” que construye arboles binarios y se basan en el criterio de partición GINI y sirve para la clasificación y la regresión. Este algoritmo funciona eligiendo en cada nodo una división de modo que se minimicen las varianzas de los nodos hijos, es decir que sean más puros que su nodo parental<sup>234</sup>.

CART divide los datos en dos subconjuntos, de modo que los casos comprendidos dentro de cada uno de los subconjuntos sean más homogéneos que el subconjunto anterior. Se trata de un proceso recursivo, que se repite hasta alcanzar el criterio de homogeneidad o hasta llegar a otro criterio de detención. La misma variable predictora puede ser utilizada varias veces en distintos niveles del árbol.

Las ventajas del algoritmo son<sup>235</sup>:

- La flexibilidad.
- No está afectado por valores extremos, colinealidad, heterocedasticidad que afecten los procedimientos establecidos. Los valores *outliers* pueden ser aislados en un nodo y no tienen ningún efecto en la división.
- Puede detectar y revelar interacciones en un conjunto de datos.
- Produce resultados usando sólo las variables más importantes.

---

<sup>233</sup> BREIMAN, L., *et al.* Classification and Regression Trees. Citado por HERNÁNDEZ; RAMÍREZ y FERRI, Op. cit., p 297

<sup>234</sup> SALINAS FLORES, Jesús. Patrones de morosidad para un producto crediticio usando la técnica de árboles de clasificación CART. *En:* revista de la facultad de Ingeniería Industrial [en línea]. 2005, vol.8, no. 1, p. 30. [consultado el 28 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://revistas.concytec.gob.pe/pdf/id/v8n1/a06v8n1.pdf>>

<sup>235</sup> *Ibid.*

Entre sus principales desventajas se tienen<sup>236</sup>:

- Al ser un algoritmo binario, tiende a generar árboles de muchos niveles. No está basado en un modelo probabilístico.
- No existen intervalos de confianza asociados con las predicciones derivadas usando el algoritmo para clasificar a un conjunto de datos.

- **Algoritmo ID3 (Iterative Dichotomiser 3) de Quilan y sus posteriores evoluciones C4.5:** estos métodos están basadas en divide y vencerás y están basado en criterios de partición derivados de GainRatio. La implementación y características del C4.5 se puede descargar de forma gratuita o se encuentra en numerosas librerías, como la versión más avanzada, la J4.8 que se distribuye con la librería WEKA y también la versión C5 comercializada por Quilan o a través de paquetes de minería de datos (Clementine).

Además, se usa solo en clasificación y sus divisiones son mayores o iguales a dos ramas. El algoritmo C4.5 como extensión del ID3permite<sup>237</sup>:

- Construir árboles de decisión cuando algunos de los ejemplos presentan valores desconocidos para algunos atributos.
  - Trabajar con atributos que presentan valores continuos.
- **Algoritmo AQ y el CN2:** el CN2 se crea para mejorar el AQ y se usa para la clasificación y las reglas de asociación. Estos son métodos de “cobertura” y se basan en métodos de búsqueda más elaborados como el beam search.

### 3.7.2 Redes Bayesianas<sup>238</sup>

Es una técnica que pertenece al grupo de las tareas de clasificación. Las Redes Bayesianas representan el conocimiento cualitativo del modelo mediante un grafo acíclico. Este conocimiento se articula en la definición de relaciones de

---

<sup>236</sup>Ibíd.

<sup>237</sup> GERVILLA GARCÍA, Elina, et al. La metodología del Data Mining: Una aplicación al consumo de alcohol en adolescentes. [en línea]. En: Adicciones [en línea]. 2008, vol. 21, no. 1, p. 73. [consultado el 30 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.adicciones.es/files/65-80%20palmer.pdf>>.

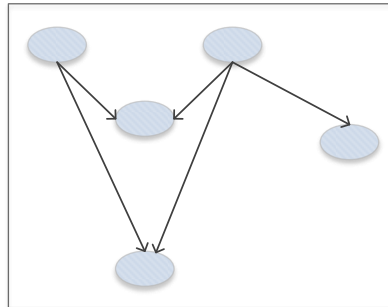
<sup>238</sup> HERNÁNDEZ; RAMÍREZ y FERRI, Op. cit., p. 260-273.

independencia/dependencia entre las variables analizadas. Además, expresan de forma numérica la fuerza de las relaciones entre las variables, lo cual se especifica mediante distribuciones de probabilidad.

Los conceptos asociados a esta técnica son (ver Ilustración 4):

- **Grafo:** par de conjuntos  $G=(X,L)$  donde  $X$  es un conjunto de nodos y  $L$  es un conjunto de arcos. Además, los nodos representan variables y los arcos representan dependencia condicional y una distribución de probabilidad.
- **Arco:** es un subconjunto de pares ordenados

Ilustración 4. Ejemplo de Red Bayesiana

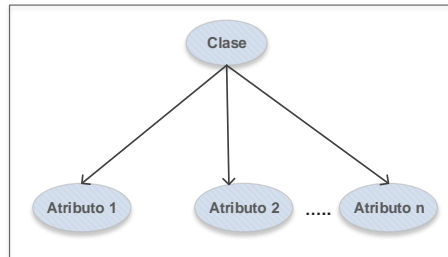


Fuente: Elaboración propia basada en CORSO, Cynthia Lorena. GIBELLIN, Fabian. Aplicación de redes Bayesianas usando Weka. En: Congreso Argentino de Ciencias de la computación (17: 10-14, octubre: Universidad Nacional de la Plata, Argentina)

Adicionalmente, esta técnica busca determinar relaciones causales que expliquen un fenómeno y es aplicado en aquellos casos que son de carácter predictivo. En donde, a las variables conocidas se les otorga una probabilidad y en base a esto se obtiene una probabilidad posterior. Para estimar estas probabilidades a continuación se describen algunos clasificadores:

- **Clasificador Naïve Bayes:** permite obtener la probabilidad posterior de la clase usando la regla de Bayes. Además, la estructura de la red es fija y solo se necesita aprender los parámetros (probabilidades). Mediante este clasificador se supone que todos los atributos son independientes, lo cual da lugar a un gráfico (Ilustración 5) probabilístico en el que existe un único nodo raíz (la clase) y todos los atributos son nodos hoja que tienen como único padre la clase.

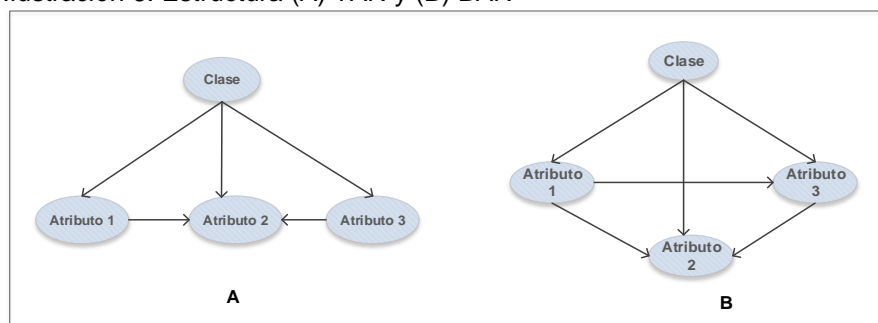
Ilustración 5. Ejemplo de un Clasificador Naïve Bayes



Fuente: Elaboración propia basada en CORSO, Cynthia Lorena. GIBELLIN, Fabian. Aplicación de redes Bayesianas usando Weka. En: Congreso Argentino de Ciencias de la computación (17: 10-14, octubre: Universidad Nacional de la Plata, Argentina

- **Clasificadores basados en Redes Bayesianas:** los métodos para aprender Redes Bayesianas orientadas a la clasificación son:
  - ✓ **TAN (del inglés Tree Augmented Naïve Bayes):** es una extensión del clasificador Naïve Bayes. Mediante este método construye una red bayesiana más compleja que el Naïve Bayes dando un tratamiento especial a la variable clase. Además, se supone que hay ciertas dependencias entre los atributos, que constituyen una red bayesiana con forma de árbol (ver Ilustración 6).
  - ✓ **BAN (de Bayesian Network Augmented Naïve Bayes):** al igual que TAN, aprende Redes Bayesianas orientadas a la clasificación. Primero aprende una red bayesiana para los atributos (excluyendo la clase) y posteriormente se aumenta el modelo añadiendo la variable clase y aristas desde C hasta todos los atributos (ver Ilustración 6).

Ilustración 6. Estructura (A) TAN y (B) BAN



Fuente: Elaboración propia basada en CORSO, Cynthia Lorena. GIBELLIN, Fabian. Aplicación de redes Bayesianas usando Weka. En: Congreso Argentino de Ciencias de la computación (17: 10-14, octubre: Universidad Nacional de la Plata, Argentina)

### 3.7.3 Técnicas para agrupamiento

Dentro de los métodos de agrupamiento encontramos:

#### 3.7.3.1 Algoritmo K medias<sup>239</sup>:

Es el método más popular de los métodos de agrupamiento denominados “por partición”, además, éste es un método de agrupamiento por vecindad en el que se parte de un número determinado de prototipos y de un conjunto de ejemplos a agrupar.

Todo ejemplo nuevo, una vez que los prototipos han sido correctamente situados, es comparado con éstos y asociado al más próximo, de acuerdo a una distancia previamente elegida, normalmente euclídea.

Éste algoritmo puede seguir dos enfoques distintos:

- **K medias por lotes (batch):** el cual se aplica cuando los datos de entrada están disponibles desde el principio, los centros de cada partición se calculan como la media de los ejemplos pertenecientes a esta clase. Sin embargo, a medida que el algoritmo se ejecuta algunos ejemplos cambian de una clase a otra y se debe recalcular los centros en cada paso.
- **K medias en línea (on-line):** se aplica cuando no se dispone de todos los datos desde el primer momento, sino que se pueden adicionar ejemplos más tarde.

El procedimiento para ejecutar este algoritmo es el siguiente:

- 1) Se calcula para cada ejemplo  $x_k$ , el prototipo más próximo  $A_g$ .

$$A_g = \arg_{A_i} \min\{d(x_k, A_i)\} \quad \forall i = 1..n$$

- 2) Después de introducir todos los ejemplos, cada prototipo  $A_k$  tendrá un conjunto de ejemplos:

$$l(A_k) = \{x_{k_1}, x_{k_2}, \dots, x_{k_m}\}$$

---

<sup>239</sup> HERNÁNDEZ; RAMÍREZ y FERRI, Op. cit., p. 432-433.

3) Se desplaza el prototipo hacia el centro de masas de su conjunto de ejemplos:

$$A_k = \frac{\sum_{i=1}^m x_{ki}}{m}$$

Donde  $m$  es el conjunto de patrones

4) Se repite el procedimiento hasta que ya no se desplazan los prototipos.

#### **3.7.4 Técnicas para reglas de asociación**

Dentro de estas técnicas encontramos el **algoritmo Apriori**, el cual es un algoritmo de aprendizaje de reglas de asociación simple y popular que se basa en la búsqueda de los conjuntos de ítems con determinada cobertura. Para ello, se construyen los conjuntos formados por solo un ítem que superan la cobertura mínima, este conjunto de conjuntos se usa para construir el conjunto de conjuntos de dos ítems, y así sucesivamente hasta que se llegue a un tamaño en el cual no existan conjuntos de ítems con la cobertura requerida. Por lo tanto, el aprendizaje de reglas de asociación se divide en dos fases: la extracción de conocimiento de ítems que cumpla con la cobertura requerida desde los datos, y la generación de reglas a partir de esos conjuntos.

Los conjuntos de ítems se buscan mediante la siguiente propiedad: un conjunto de ítems formado por  $X$  ítems es frecuente si y solo si cada uno de los  $X$  ítems es frecuente por sí solo<sup>240</sup>.

### **3.8 METODOLOGÍAS PARA PROCESOS DE MINERÍA DE DATOS**

Dentro de las metodologías para el desarrollo de proyectos de minería de datos encontramos la metodología CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) y la metodología SEMMA (Sample, Explore, Modify, Model, Assess)<sup>241</sup>. La

---

<sup>240</sup> *Ibíd.*, p. 239-240.

<sup>241</sup> RODRÍGUEZ MÉNDEZ, Alexei. Herramientas y funcionalidades de minería de datos en Oracle. *En: Tono Revista Técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba.*, p. 111.

metodología CRISP-DM permite entender el negocio, por qué es necesario realizar un proyecto de minería de datos y dónde realizar dicho proyecto. En cambio, la metodología SEMMA inicia con la extracción de datos y no se centra en comprender el problema desde los objetivos del negocio<sup>242</sup>.

### 3.8.1 Metodología CRISP-DM<sup>243</sup>

La metodología CRISP-DM, permite “establecer una formulación o planificación de un programa de minería de datos adaptado a las necesidades de cada organización”<sup>244</sup>.

Esta metodología consta de cuatro niveles jerarquizados en tareas desde el nivel general hasta el específico, el primer nivel está organizado en seis fases (ver Ilustración 7) y cada fase está conformada por tareas generales o subfases, las cuales están en el segundo nivel. En el tercer nivel se encuentran las tareas específicas que describen las acciones a desarrollar en situaciones específicas. Por último, las instancias del proceso conforman el cuarto nivel, el cual es un conjunto de acciones, decisiones y resultados del proyecto de minería de datos<sup>245</sup>. Como se observa en la ilustración 7, la metodología propone un ciclo de vida conformado por seis fases:

---

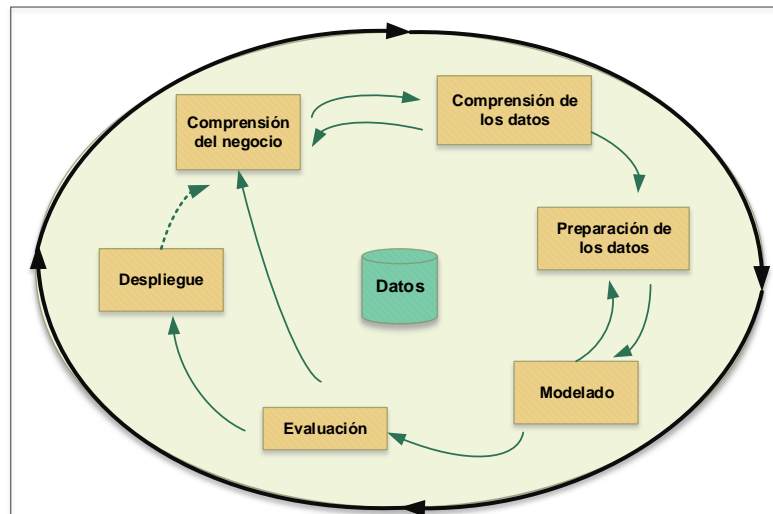
<sup>242</sup> *Ibíd.*

<sup>243</sup> INTERNATIONAL BUSINESS MACHINE. Manual CRISP-DM de IBM SPSS Modeler [en línea]. 2012, p. 4-38. [consultado el 25 de mayo de 2013]. Disponible en <<ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/modeler/15.0/es/CRISP-DM.pdf>>

<sup>244</sup> HERNÁNDEZ; RAMÍREZ y FERRI, Op. cit., p. 581.

<sup>245</sup> PYTEL., P., *et al.* Identificación de tareas críticas en una metodología de desarrollo de proyectos de explotación. En: Congreso Argentino de ciencias de la computación. [en línea]. (10-14, octubre, 2011: La Plata, Argentina). La Plata: Red de universidades Nacionales. p. 989-990. [consultado el 25 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.unla.edu.ar/sistemas/gisi/papers/CACIC-2011-989-998.pdf>>

Ilustración 7. Fases de la metodología CRISP-DM



Fuente: Elaboración propia basado en: HERNÁNDEZ ORALLO, José; RAMÍREZ QUINTANA, María José y FERRI RAMÍREZ, César. Introducción a la minería de datos. Madrid: PEARSON EDUCACION. 2004.

#### 3.8.1.1 La comprensión del negocio:

Se identifica el problema y se determinan los objetivos de minería de datos.

#### 3.8.1.2 La comprensión de los datos:

En esta fase se exploran los datos mediante tablas y gráficos, con el fin de determinar la calidad de los datos se sigue el siguiente procedimiento:

- **Recopilación de datos iniciales:** se elabora un informe de recopilación de datos, en el que se incluyen datos existentes, adquiridos o adicionales.
- **Descripción de los datos:** se centra en la cantidad de datos (formato de datos, método de captura de datos, dimensión de la base de datos) y en la calidad de los datos (tipos de datos, como: numérico, categórico o Booleano (verdadero/falso)) y esquemas de codificación.
- **Exploración de datos:** consiste en explorar los datos mediante tablas, gráficos, con el propósito de identificar los atributos relevantes para análisis posteriores.
- **Verificación de la calidad de datos:** se identifican los valores perdidos, campos vacíos, datos con errores u otras incoherencias que agregan información irrelevante y que dificultan el análisis.

### 3.8.1.3 La preparación de los datos:

Esta fase es la más importante y la que exige más tiempo en la minería de datos.

La preparación de datos suele implicar las siguientes tareas: fusión de conjunto y/o registros de datos, selección de una muestra de un subconjunto de datos, agregación de registros, derivación de nuevos atributos, clasificación de los datos para el modelado, eliminación o sustitución de valores en blanco o ausentes y división en conjuntos de datos de prueba y entrenamiento. A continuación se describen algunas tareas:

- **Selección de datos:** se seleccionan los datos de la recopilación de datos inicial que son relevantes a los objetivos de minería de datos. Esta selección se hace mediante la selección de elementos o la selección de atributos.
- **Limpieza de datos:** implica observar de cerca los problemas en los datos que se han seleccionado incluir en el análisis. Algunos de los problemas de datos son: datos perdidos, errores de datos, incoherencias de codificación y metadatos ausentes o erróneos.
- **Construcción de nuevos datos:** existen dos formas de construir nuevos datos, tales como: derivación de atributos (columnas o características) y generación de registros (filas).
- **Integración de datos:** implica unir dos conjuntos de datos con registros similares, pero con atributos diferentes o integrar dos o más conjuntos de datos con atributos similares, pero con registros diferentes.

### 3.8.1.4 El modelado:

Se selecciona la técnica: reglas de asociación, clustering, redes bayesianas o árboles de decisión. Se genera un modelo de prueba, se comprueba calidad y se corrigen errores, posteriormente. Después se ejecuta la técnica sobre los datos preparados para generar los modelos necesarios. . Todas las técnicas de modelado tienen un conjunto de parámetros que determinan las características del modelo a generar. La selección de los mejores parámetros es un proceso iterativo y se basa exclusivamente en los resultados generados.

### 3.8.1.5 La evaluación:

Se evalúa el modelo, verificando el cumplimiento de los criterios de éxito del problema. Se identifican debilidades y factores a mejorar.

### 3.8.1.6 El despliegue:

Con los resultados obtenidos a partir del modelo se toman decisiones con respecto al problema a resolver, es decir las acciones que se podrían tomar en cuanto al estudio de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander<sup>246</sup>.

## 3.9 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS

Dentro de las herramientas software diseñadas para dar soporte al ejercicio de minería de datos se encuentran:

### 3.9.1 IBM SPSS Modeler<sup>247</sup>

Mediante este software se pueden “crear modelos predictivos precisos de forma rápida e intuitiva sin necesidad de programación”<sup>248</sup>. Además, permite visualizar el proceso de minería de datos, y está disponible en dos ediciones:

- **SPSS Modeler Professional:** permite trabajar con datos estructurados, tales “como los comportamientos e interacciones registrados en los sistemas CRM, datos demográficos, comportamientos de compra y datos de venta”<sup>249</sup>.
- **SPSS Modeler Premium:** es un producto con licencia independiente, que permite ampliar la funcionalidad de SPSS Modeler Professional para “trabajar con datos especializados, como los utilizados para el análisis de entidades o las redes sociales, así como con datos de texto no estructurados”.

---

<sup>246</sup> HERNÁNDEZ; RAMÍREZ y FERRI, Op. cit., p. 581.

<sup>247</sup> *Ibid.*, p. 611-612.

<sup>248</sup> INTERNATIONAL BUSINESS MACHINE. Manual de usuario de IBM SPSS Modeler 15. [en línea]. 2012, p. 1. [consultado el 25 de mayo de 2013]. Disponible en <ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/modeler/15.0/es/UsersGuide.pdf>

<sup>249</sup> *Ibid.*, p. 3.

### 3.9.2 WEKA (Waikato Environment for knowledge Analysis)<sup>250</sup>:

Es una herramienta de libre distribución (licencia GNU) desarrollada por un equipo de investigadores de la Universidad de Waikato (Nueva Zelanda). La biblioteca de análisis Weka fue desarrollada por la Universidad de Waikato, Nueva Zelanda, y contiene un conjunto de algoritmos de aprendizaje de máquina. El utilizar esta biblioteca de análisis numérico permite centrarse más en el manejo de los datos y el formato de los resultados que en detalles de implementación de los algoritmos. Para poder procesar los datos, es necesario convertirlos a un formato de archivo especial, llamado ARFF<sup>251</sup>. En el entorno de minería de datos WEKA se caracteriza por:

- **Acceso a datos:** los datos son cargados desde un archivo en formato ARFF (archivo plano organizado en filas y columnas).
- **Procesado de datos (destacar la gran cantidad de filtros disponibles):** selección de atributos, discretización, tratamiento de valores desconocidos y transformación de atributos numéricos.
- **Modelos de aprendizaje:** árboles de decisión (J4.8, versión propia del método C4.5), tablas de decisión, vecinos más próximos, máquinas de vectores soporte (método sequential minimal optimization), reglas de asociación y métodos de agrupamiento (K medias, EM y CobWeb).
- **Visualización:** el proceso global de minería de datos en WEKA se acelera debido al entorno KnowledgeFlow que, de forma gráfica y a modo de flujos de operaciones, permite definir la totalidad del proceso (carga de datos, preproceso, obtención de modelos, comprobación y visualización de resultados).

Además, esta herramienta está implementada en Java, luego no presenta problemas de portabilidad, siempre y cuando el sistema disponga de la máquina virtual apropiada. Además, es posible actualizar su código fuente para incorporar nuevas utilidades o modificar las ya existentes.

---

<sup>250</sup> HERNÁNDEZ; RAMÍREZ y FERRI, Op. cit., p. 613-614.

<sup>251</sup> REYES SALDAÑA, José Fernando y GARCÍA FLORES, RODOLFO. El proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos. En: Ingenierías. Enero-marzo, 2005, vol. 8, no. 26, p. 40.

### 3.10 EVALUACIÓN DE LOS MODELOS DE MINERÍA DE DATOS

La evaluación de los modelos depende de la tarea de minería de datos. Así, en el caso de la clasificación la calidad de los patrones se evalúan respecto a su precisión predictiva y es el resultado de la división entre el número de instancias del conjunto de prueba que se clasificaron de forma correcta entre el número total de instancias del conjunto de prueba<sup>252</sup>.

Por otro lado para las reglas de asociación, la evaluación se hace con base en la cobertura o soporte y la confianza o precisión. En donde la confianza se relaciona con el número de instancias a las que la regla se aplica y predice correctamente, y la confianza es el resultado de dividir la cobertura entre el número de instancias a las que se puede aplicar la regla. En el caso del agrupamiento, las medidas de evaluación dependen del método utilizado, y suelen ser función de la cohesión de cada grupo y de la separación entre los grupos<sup>253</sup>.

---

<sup>252</sup> HERNÁNDEZ; RAMÍREZ y FERRI, Op. cit., p. 37.

<sup>253</sup> *Ibíd.*, p. 38.

## 4. PROCESO DE DESCUBRIMIENTO DE CONOCIMIENTO

A continuación se mencionan las actividades a desarrollar en cada fase de este proceso de descubrimiento de conocimiento. Las fases están comprendidas por la integración y recopilación de datos, en la cual se describe la población estudio, se identifican las variables importantes para el estudio y que hacen parte del cuestionario a aplicar y se analiza la validez y confiabilidad del cuestionario. Asimismo, se mencionan los aspectos que se llevan a cabo para recopilar la información. Luego, se describe la fase de selección, limpieza y transformación de la información. Finalmente, se detalla el proceso de minería de datos que permite obtener los perfiles y patrones apropiados del estudio que caractericen a los graduados para generar estrategias que permitan fortalecer la calidad y pertinencia de la educación del programa Ingeniería Industrial.

### 4.1 TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo. Además, es de tipo transversal y se sigue una investigación descriptiva y de carácter exploratoria. Es investigación transversal, porque la recolección de datos se realiza en un solo momento y en un tiempo determinado. Así, a partir de esta información se realiza la investigación descriptiva, en donde se busca especificar las propiedades, características y aspectos importantes del fenómeno analizado. En otras palabras, el objetivo de la investigación descriptiva no es indicar la relación entre las variables medidas sino se centra en recolectar datos que describan detalladamente lo investigado. Por otro lado, en la investigación de carácter exploratoria, se indaga sobre algo desconocido o novedoso, se determinan tendencias y se identifican áreas, ambientes, contextos y relaciones entre variables<sup>254</sup>. También, en este

---

<sup>254</sup> GÓMEZ, Marcelo M. Introducción a la metodología de la investigación científica [en línea]. Córdoba: Editorial brujas, 2006 p. 65-66 [consultado en octubre 9 de 2013]. Disponible en <<http://goo.gl/oTujU5>>.

estudio se utiliza el análisis cuantitativo mediante el cual se describe, analiza e interpreta los datos por medio de razonamientos y palabras. Además, este análisis se complementa con el análisis cuantitativo, el cual se basa en números y estructuras matemáticas para realizar razonamientos y conceptos<sup>255</sup>.

## **4.2 INTEGRACIÓN Y RECOPIACIÓN DE DATOS**

En esta fase, se describe la población estudio, el método de muestreo, las fuentes que se usan para obtener las bases de datos de los egresados, las estrategias para la recolección de la información, el procedimiento para la construcción del instrumento de medición y el análisis de confiabilidad de la versión final de la encuesta. A continuación se detalla cada aspecto:

### **4.2.1 Población estudio**

Para la población objetivo se tiene en cuenta un ámbito temporal de los últimos siete años. Entendiendo que ámbito temporal es el tiempo que ha transcurrido desde la graduación de los egresados objeto de estudio<sup>256</sup>.

Por consiguiente, la población objetivo de estudio son los graduados del programa de ingeniería Industrial en el periodo comprendido entre el año 2007 y septiembre de 2013, y de acuerdo a lo establecido por el observatorio laboral, se evalúan a los graduados que hacen parte del momento 0, 1, 3 y 5 (al momento del grado, después de 1, 3 y 5 años de la graduación, respectivamente). Cabe aclarar que si se extiende el estudio a más de cinco años desde la graduación se pueden presentar dos situaciones: una relacionada con la dificultad para localizar a los egresados y la otra relacionada con la distorsión en la opinión del egresado sobre su inserción laboral ya sea por el paso del tiempo o por la influencia de la situación actual sobre dicha

---

<sup>255</sup> GARCÍA, Víctor. Problemas y métodos de investigación en educación personalizada [en línea]. Madrid: Ediciones Rialp, 1994, p. 229 [consultado en octubre 9 de 2013]. Disponible en <<http://goo.gl/MqtESv>>

<sup>256</sup> RED GRADUA2 y ASOCIACIÓN COLUMBUS, Op. cit., p. 35.

opinión<sup>257</sup>. Además, la ventaja de incluir varias promociones en el estudio, se debe a la posibilidad de analizar aspectos académicos, laborales y profesionales de los graduados con diferentes periodos de permanencia en el mercado laboral y diferencias en la situación profesional<sup>258</sup>.

De esta manera, durante el periodo del año 2007 a septiembre del 2013, se han graduado 1229 Ingenieros Industriales de los cuales, 496 son de género masculino y 733 son de género femenino. En la Tabla 3, se detalla la cantidad de graduados que conforman el periodo objetivo de estudio:

Tabla 3. Graduados entre el año 2007 y septiembre de 2013

<b>Año</b>	<b>Graduados</b>
2007	110
2008	187
2009	172
2010	248
2011	200
2012	193
Hasta septiembre 2013	119
<b>Total</b>	<b>1229</b>

Fuente: Elaboración propia basada en la información proporcionada por la Secretaria General de la Universidad Industrial de Santander

Entonces, para recolectar la información se usan los 2388 registros que se encuentran en una base de datos de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, los registros están conformados por el correo electrónico de los graduados del programa hasta septiembre del año 2013, y algunos de ellos tienen número telefónico y nombre. Pero, los registros están en su mayoría mezclados. Por lo tanto, se utilizan todas las direcciones de correo para enviar la información que se necesita recolectar para el presente estudio.

Cabe resaltar que las personas que obtienen su título universitario antes del año 2007, se hacen partícipes del estudio mediante el registro de información relevante,

<sup>257</sup> *Ibíd.*

<sup>258</sup> *Ibíd.*, p. 33.

con el propósito de mantener el contacto entre los graduados y la Escuela.

#### **4.2.2 Método de muestreo**

En el presente estudio se utiliza el muestreo no probabilístico<sup>259</sup>, el cual se caracteriza porque no se conoce la probabilidad de selección de los graduados de la población, dado que las unidades muestrales no se seleccionan al azar sino que son elegidas por el investigador. Por tanto, no es posible controlar el error de muestro, porque el investigador es quien elige la muestra mediante alguno de los siguientes métodos:

- **Muestreo de conveniencia:** el investigador o encuestador selecciona los elementos muestrales más convenientes para el estudio acudiendo a poblaciones accesibles. También se permite la participación voluntaria.
- **Muestreo según el criterio:** se basa en el criterio de un experto para seleccionar la unidad muestral representativa del estudio. En el caso de que el juicio del experto sea válido, la muestra es más representativa que por el muestreo por conveniencia.
- **Diseño de bola de nieve:** se utiliza cuando se estudian poblaciones pequeñas difíciles de localizar. En este muestreo, se solicita a la unidad muestral objeto de estudio proporcionar información sobre otras personas que forman parte del estudio.
- **Muestreo secuencial:** en este muestreo se obtiene información mientras sucesivas unidades de muestra proporcionan información nueva o relevante.

De acuerdo a lo anterior se utiliza en este proyecto el muestreo no probabilístico por conveniencia, porque la única base de datos que se dispone es la de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Además, se busca difundir el estudio por otros medios para que los egresados participen voluntariamente.

---

<sup>259</sup> GRANDE, Ildefonso. ABASCAL, Elena. Análisis de encuestas [en línea]. Madrid: ESIC editorial, 2005., p. 69-70. [consultado en octubre 13 de 2013]. Disponible en < <http://goo.gl/Ft2Yzg>>

### 4.2.3 Instrumento de medición

A continuación se detalla el procedimiento a llevar a cabo para la construcción del instrumento de medición del presente estudio:

Primero, se describen los tipos de pregunta, después se determinan las necesidades de información requeridas para el presente proyecto. Es decir, las necesidades de información se refiere a identificar las áreas a evaluar y las variables que conforman cada área, teniendo en cuenta que el propósito es evaluar el desempeño de los egresados a nivel laboral y profesional.

Por consiguiente, es necesario que las preguntas del cuestionario estén enfocadas a las competencias desarrolladas por los graduados a nivel laboral y profesional. Es decir, en las preguntas se indaga sobre la manera como los profesionales aplican las habilidades, las actitudes y los conocimientos al momento de afrontar una situación y darle solución válida y oportuna, de acuerdo a lo que se menciona en la revisión de la literatura sobre la Calidad y pertinencia de la educación Superior y las competencias.

Finalmente, se analiza la validez y confiabilidad del instrumento de medición.

#### 4.2.3.1 Tipos de pregunta<sup>260</sup>

A continuación se encuentran los niveles de medida, los cuales son importantes al momento de analizar los datos. También, se mencionan aspectos importantes de las preguntas abiertas y cerradas.

- **Niveles de medida:**

Existen cuatro tipos o niveles de medida: escala nominal, escala ordinal, escala de intervalo y escala de proporción. Cualquier pregunta desarrolla algún tipo de estos niveles. A continuación se describen cada uno de ellos:

---

<sup>260</sup> MÚRIA ALBIOL, Josep. GIL SAURA, Roberto. Preparación, tabulación y análisis de encuestas para Directivos. [en línea]. Madrid: ESIC Editorial, 1998., p 27-31 [consultado en octubre 13 de 2013]. Disponible en <<http://goo.gl/Gqrl2u>>

- **Escala nominal:** se utilizan números para clasificar y no para cuantificar u ordenar las categorías. Por ejemplo, cuando se le asigna valores de 1 a las mujeres y 2 a los hombres. Las operaciones estadísticas con esta escala son: frecuencias, porcentajes, moda, tablas de contingencia, test de chi-cuadrado, entre otras<sup>261</sup>.
- **Escala ordinal o de rango:** da a las categorías una relación de orden. Es decir, permite establecer si una alternativa posee alguna característica en mayor o menor grado que las otras opciones. Esta escala se analiza con: mediana, cuartiles, correlación de orden, test no paramétricos, etc<sup>262</sup>.

- **Preguntas abiertas**

En el presente estudio se utilizan preguntas abiertas en donde el entrevistado responde lo que cuestiona el entrevistador. Es decir, el entrevistado puede adicionar una opción de respuesta que no está en la lista de opciones o para aclarar una respuesta dada con anterioridad o para dar alguna opinión sobre el tema.

- **Preguntas cerradas**

Estas preguntas se utilizan en cuestionarios usados para investigaciones con carácter descriptivo o exploratorio. Además, en estas preguntas se definen las opciones de respuesta. De esta manera en el presente estudio se utilizan:

- **Preguntas de elección única:** preguntas de carácter nominal que son dicotómicas cuando se presentan dos opciones de respuesta o politómicas cuando hay más de dos alternativas, pero solo se puede elegir una opción. Dentro de las preguntas politómicas encontramos **el escalamiento tipo Likert**.

El escalamiento tipo Likert, es un método que consiste en un “conjunto de ítems que se presentan en forma de afirmaciones para medir la reacción del sujeto en

---

<sup>261</sup> NOGALES, Ángel Fernández. Investigación y técnicas de mercadeo. [en línea]. Madrid: ESIC Editorial, 2004., p 135. [consultado en octubre 13 de 2013]. Disponible en: <<http://goo.gl/rMcbcQ>>

<sup>262</sup> *Ibíd.*

tres, cinco o siete categorías”<sup>263</sup>. Es decir, se le pide al encuestado que califique cada afirmación escogiendo algún punto de la escala, en donde a cada punto se le asigna un valor numérico. Por lo tanto, el encuestado obtiene una puntuación respecto a la afirmación y una puntuación total en todas las afirmaciones. Además, las afirmaciones pretenden medir la actitud favorable o desfavorable que tiene el encuestado respecto a un fenómeno, objeto o persona<sup>264</sup>.

- **Preguntas cerradas de respuesta múltiple:** estas preguntas permiten elegir al entrevistado más de una respuesta de un listado de opciones.

#### 4.2.3.2 Información requerida

De los estudios de seguimiento a graduados expuestos en el capítulo 2, las áreas a tener en cuenta en el instrumento de medición son las mencionadas en el “manual de instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados”, el cual es proporcionado dada la culminación del proyecto GRADUA2. A continuación se mencionan dichas áreas:

- **El perfil del egresado:** Datos sociodemográficos y antecedentes educativos, otros estudios realizados. Pero, las secciones de fuente de financiamiento de los estudios universitarios y movilidad durante la formación no son relevantes para el presente estudio, porque lo que se pretende identificar es el desempeño de los graduados desde el desarrollo de sus habilidades, actitudes y conocimientos.
- **Situación de los egresados en el mercado de trabajo:** El primer empleo, la situación laboral actual, la coherencia entre la formación y el tipo de empleo. Sin embargo, la parte relacionada con la trayectoria profesional, no se incluye en el estudio porque la información que se obtiene no es relevante y vital para el estudio. Es decir, el objetivo es saber la calidad de empleo en el que se desempeñan los egresados, la satisfacción con este empleo y la pertinencia y calidad de la formación recibida.

---

<sup>263</sup> HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos. BAPTISTA LUCIO, Pilar. Metodología de la investigación. 4 ed. México: McGraw-Hill, 2006. p. 341.

<sup>264</sup> *Ibid.*, p. 341-344

- **Relación con la institución de egreso:** solo se tiene en cuenta la parte satisfacción con la formación recibida. Porque, la parte de satisfacción con las condiciones de estudio (servicios, infraestructura) no aporta información vital para el estudio, ya que no se pretende que los egresados indiquen cierto nivel de satisfacción sobre temas diferentes a lo académico.
- **La transición de la educación superior al empleo:** en esta parte se busca analizar la manera en que las competencias de los graduados, las condiciones del mercado laboral y las expectativas de los empleadores interactúan al determinar las relaciones entre la graduación y el empleo inicial.
- **El desempeño en el campo laboral de los egresados:** análisis de la relación entre la remuneración y el estatus, el uso en el trabajo de los conocimientos adquiridos en los estudios y el nivel de interés y de satisfacción que tienen los egresados por el empleo.
- **Relaciones entre las competencias adquiridas y las tareas laborales actuales.**

De acuerdo con lo anterior, para este estudio primero se adapta el cuestionario construido y aplicado en un proyecto de grado del año 2010 titulado “Estudio de seguimiento a egresados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander”<sup>265</sup>, el cual está conformado por 35 preguntas distribuidas en siete secciones: perfil sociodemográfico, información académica, situación ocupacional, inserción laboral, nivel de satisfacción, satisfacción académica y pertinencia del programa, satisfacción profesional, satisfacción académica, pertinencia<sup>266</sup>. Por consiguiente, se evalúa la pertinencia de cada sección y de cada pregunta para el presente estudio. Entonces, en el Anexo A se muestra de forma detallada cada pregunta del cuestionario base y se analiza si se elimina o no se

---

<sup>265</sup> ARRIETA TORRES, Wilmar y DE LA ROSA, Carlos Andrés. Estudio de seguimiento a egresados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, 2010, p. 159-165.

<sup>266</sup> *Ibíd.*

elimina y la justificación de la acción tomada.

Además, en el Anexo B se encuentra la relación entre las áreas de la encuesta base y las áreas a tener en cuenta en un estudio de seguimiento a graduados según el Manual de Grada<sup>2</sup>. Asimismo, se mencionan observaciones relacionadas con las modificaciones a las denominaciones de algunas áreas y se indican las preguntas nuevas que complementan el instrumento de medición del presente estudio.

Por consiguiente, según lo expuesto en los Anexos A y B, se definen las variables y secciones que conforman la versión inicial del cuestionario de seguimiento a graduados (ver Anexo C). Las secciones son las siguientes:

- Datos sociodemográficos
- Trayectoria académica y educativa
- Trayectoria profesional
- Inserción laboral
- Satisfacción profesional
- Satisfacción académica
- Pertinencia

Seguidamente, con base en la versión inicial del cuestionario, se estructura el cuestionario que se aplica a diferentes promociones de graduados. Es decir, se definen las secciones y las preguntas que conforman los cuestionarios del momento cero, momento uno, momento tres y momento cinco.

Las secciones datos sociodemográficos y trayectoria académica y educativa son igual para todos los graduados. Porque, en los datos sociodemográficos se obtiene información general de los graduados y mediante la sección trayectoria académica y educativa se indaga en todas las promociones de egresados desde el año 2007 hasta septiembre del 2013 otros intereses educativos de los profesionales, ya sea con el estudio de otro pregrado, estudios de posgrado y educación continua (cursos y diplomados). Por otro lado, en la sección de trayectoria profesional en la encuesta

del momento cero se indaga sobre la situación ocupacional actual del egresado y los principales inconvenientes para acceder al mercado laboral. Igualmente, en la sección de satisfacción profesional, no se pregunta sobre la coherencia entre sus estudios y el empleo, porque en este tiempo los egresados se acomodan en un empleo para descubrir intereses profesionales. En contraste, en la encuesta del momento uno y en la encuesta de los momentos tres y cinco, en la sección de satisfacción profesional permite obtener información sobre algunos aspectos del proceso de inserción laboral, así como de los principales desempeños durante la vida profesional y la ocupación actual. Además, los graduados con más de tres años de haber obtenido el título cuentan con la suficiente experiencia para opinar sobre los aspectos que se evalúan.

Adicionalmente, las secciones satisfacción académica y pertinencia son igual para todos los momentos (cero, uno, tres y cinco) que se desean evaluar, porque al evaluar estos aspectos en todas las promociones de egresados es posible observar tendencias en los diferentes momentos.

Por otra parte, la encuesta del momento uno se diferencia de la encuesta de los momentos tres y cinco en una pregunta de la sección de satisfacción profesional correspondiente a determinar si el egresado está desarrollando sus competencias en el empleo actual.

#### 4.2.3.3 **Técnicas para la recopilación de la información**

La técnica que se usa en el presente proyecto para la recolección de información es la encuesta a través de Internet. Existen dos clases<sup>267</sup>: la **encuesta activa**, se envía al entrevistado la encuesta por medio del correo electrónico ya sea insertada en el mensaje o el enlace que lo dirige a la página web para diligenciar dicho cuestionario y la **encuesta pasiva**: se publica el cuestionario en una página web.

---

<sup>267</sup> ESTEBAN TALAYA, Águeda. MOLINA COLLADO, Arturo. Investigación de mercados [en línea]. Madrid: ESIC Editorial, 2014.p. 76. [consultado en octubre 15 de 2013]. Disponible en: <<http://goo.gl/QYQcPX>>

Dentro de las ventajas de esta técnica se encuentran: bajo costo, llega a muestras dispersas, método rápido de obtención de información, personalización del cuestionario y entre elevado y moderado índice de respuestas. Sin embargo algunas de sus desventajas son incertidumbre sobre la privacidad y muestra sesgada a usuarios de internet.

Por consiguiente, para la recolección de información se utiliza la herramienta Online Encuesta, la cual permite mediante una cuenta de correo electrónico de una Institución Educativa crear una cuenta Student, producto que permite disfrutar de forma gratuita algunos beneficios que posee el producto Enterprise (solución de gama alta e ilimitada). A continuación se mencionan las características de la cuenta Student<sup>268</sup>:

- Se puede crear un número ilimitado de encuestas y recopilar una cantidad ilimitada de respuestas.
- Número ilimitado de participantes.
- Esta oferta está disponible siempre y cuando la dirección de correo electrónico de estudiante sea válida.
- Permite utilizar tipos de preguntas variados tales como: preguntas dicotómicas, preguntas abiertas, preguntas cerradas (selección sencilla: lista desplegable, con campo de texto opcional y enlistada), opción múltiple, opción múltiple con campo de texto opcional, tabla (tabla evaluación, tabla evaluación y valoración, tabla con selección múltiple y tabla con campos numéricos) y texto.
- Permite utilizar la secuencia lógica (si...entonces...) para realizar los filtros de la encuesta a aplicar en el presente estudio.
- Diseño personalizado del cuestionario.
- Insertar el propio logotipo.
- Proporciona el enlace URL del cuestionario.

---

<sup>268</sup> ONLINE ENCUESTA. Productos y servicios. [en línea] [consultado en octubre 8 de 2013]. Disponible en <<https://www.onlineencuesta.com/?url=.lan&nosurvey=1&student#student>>

- Posibilidad para que los participantes interrumpan la encuesta y la reanuden más tarde.
- Permite descargar las respuestas en formato de Microsoft Excel y CVS.

De acuerdo con lo anterior, la cuenta se crea con el correo electrónico de la universidad de la autora del proyecto: yuly.ramirez1@correo.uis.edu.co.

#### 4.2.3.4 **Prueba piloto**

La prueba piloto consiste en aplicar el instrumento de medición a un grupo de personas que tengan características semejantes a las de la muestra objetivo del estudio. En esta aplicación así como se evalúa el instrumento de medición (cuestionario), también se evalúan las condiciones de aplicación, el tiempo destinado para diligenciar el cuestionario, se evalúa el lenguaje y la redacción, se evalúa si el cuestionario satisface las necesidades de información requeridas y si es entendible para el encuestado, y de acuerdo a esto hacer las modificaciones pertinentes al instrumento de medición.

Por consiguiente, en este estudio los egresados que diligencian el cuestionario de prueba, realizan las siguientes observaciones:

- La encuesta es extensa.
- Se recomienda replantear agrupar preguntas para disminuir la extensión del cuestionario.
- Al preguntar el nombre se sesga la encuesta.
- Un egresado en el año 2013 manifiesta que no tiene experiencia laboral y ya empezó su maestría.
- El estudio es pertinente para conocer la condición de los egresados a modo de retroalimentación para seguir mejorando el programa en el Alma Mater

Además, al analizar el tiempo que emplean los egresados para diligenciar el cuestionario varía dependiendo del año de egreso, porque la encuesta para los egresados entre el 2012 y 2013 tiene menos preguntas (38 preguntas) que la

encuesta de los egresados antes del 2012, en donde para se evalúan entre 44 y 45 preguntas . De esta manera, el tiempo de diligenciamiento de los egresados en el 2013 y 2012 varía entre 11 y 28 minutos, con un promedio de 18,5 minutos. Por otra parte, para los egresados antes del 2012 el tiempo varía entre 48 minutos y 1 hora con 6 minutos, con un promedio de 55 minutos. De lo cual se deduce que el tiempo de diligenciamiento del cuestionario excede los 15 minutos.

#### 4.2.3.5 Validez y confiabilidad del instrumento de medición

La validez y la confiabilidad son dos requisitos que debe reunir un instrumento de recolección de información<sup>269</sup>.

- **La Validez:**

Está relacionada con el grado en que el instrumento de medición diseñado mide las variables objeto de estudio. Existen tres tipos de validez<sup>270</sup>:

- **Validez de contenido:** se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. Esta validez se puede realizar mediante la revisión literaria (teoría y estudios antecedentes) correspondiente y/o mediante el juicio de expertos en el tema<sup>271</sup>.
- **Validez de criterio:** se compara el instrumento de medición con un criterio externo que tiene el propósito de medir lo mismo. Cuando el criterio se fija en el presente de manera paralela se trata de validez concurrente. Es decir, el criterio y los resultados del instrumento se correlacionan en el mismo momento. Por otro lado, cuando el criterio se fija en el futuro se habla de validez predictiva.
- **Validez de constructo:** se refiere al grado de éxito del instrumento de medición para representar y medir un concepto teórico. Se puede calcular mediante el

---

<sup>269</sup> GÓMEZ, Marcelo M. Introducción a la metodología de la investigación científica [en línea]. Córdoba: Editorial Brujas, 2006., p.122. [consultado en noviembre de 2013]. Disponible en <<http://goo.gl/cJxT4O> >

<sup>270</sup> HERNÁNDEZ; FERNÁNDEZ Y BAPTISTA, Op. cit., p. 277- 284.

<sup>271</sup> SILVA ARCINIEGA, María del Rosario, BRAIN CALDERÓN, María Luisa. Validez y confiabilidad del estudio socioeconómico. [en línea]. Coyoacán: México, 2006.,p. 63-64. Disponible en <<http://goo.gl/epLD8C>>

análisis de factores y de otras pruebas multivariadas, en donde se determina la contribución de cada variable en el instrumento.

De esta manera, la primera versión del cuestionario se somete a revisión por algunos de los docentes de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, en donde cada uno según su juicio proporciona las observaciones al instrumento de medición, relacionadas con mejorar la organización de las preguntas, eliminar preguntas innecesarias, disminuir la extensión del cuestionario y simplificar algunas opciones de respuestas. Por lo tanto, teniendo en cuenta las observaciones obtenidas de la prueba piloto, las observaciones de los docentes y al revisar de nuevo la literatura (ver capítulo 2), se realizan las siguientes modificaciones al cuestionario:

- 1) Se elimina la pregunta obligatoria sobre nombre y apellidos con el fin de dar confianza a los encuestados en diligenciar el instrumento de recolección de información. Además, el nombre solo es importante para actualizar la base de datos de la Escuela de Estudios Industriales y empresariales. Por consiguiente, al final del cuestionario se le solicita al egresado diligenciar por voluntad propia: nombres, apellidos, el correo electrónico, el celular, el teléfono y el nombre de la empresa en la cual trabaja o de la que es propietario. Con el propósito de mantener contacto entre el egresado y la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
- 2) Se adiciona una pregunta abierta a la sección académica y educativa, con la cual se pretende conocer el por qué los egresados han realizado o se encuentran realizando otro estudio de pregrado. La pregunta enuncia: ¿Por qué decidió realizar otro estudio de pregrado?
- 3) A la pregunta: “¿Qué tipo de posgrados ha realizado o se encuentra realizando y en qué Institución? (Indique según corresponda)”, se le agrega a cada tipo de estudio de posgrado (especialización, maestría y doctorado) fecha de

finalización con el fin de conocer si los egresados finalizaron el programa o lo están cursando al momento de diligenciar el instrumento.

4) En la pregunta que se evalúan las competencias desarrolladas debido a la influencia de los estudios de posgrado, las competencias se modifican, ya sea eliminándolas o uniéndolas en una competencia. Por lo tanto las competencias a evaluar son las siguientes:

- Expresión oral y escrita
- Capacidad de solucionar problemas disciplinarios e interdisciplinarios.
- Capacidad para la toma de decisiones
- Capacidad para organizar, coordinar y trabajar en equipo.
- Conducta socialmente responsable
- Habilidad para comprender y evaluar la literatura científica y utilizarla como fundamento para su proyección investigativa.
- Difundir nuevo conocimiento mediante los procesos de enseñanza aprendizaje y la generación de propuestas.
- Habilidad para emprender, dirigir y coordinar investigaciones académicas y profesionales.
- Diseñar y conceptualizar modelos de sistemas empresariales
- Gestionar, liderar y desarrollar la transferencia de tecnologías
- Formular y gestionar proyectos a partir de ideas previamente identificadas.
- Asesorar en la formulación, evaluación y gestión de proyectos
- Implementar planes de mejoramiento continuo.

5) Se elimina la pregunta en la que se indaga sobre el programa de educación continua que ha realizado o se encuentra realizando. Porque, lo que interesa en el estudio no es saber los cursos o diplomados realizados sino de qué manera estos estudios han influido en el desarrollo de algunas competencias específicas. Además, se modifican las competencias que se evalúan, quedando las siguientes:

- Habilidad para coordinar los procesos.

- Capacidad de garantizar un entorno laboral seguro y apropiado.
  - Gestionar proyectos alineados a estándares reconocidos y aceptados.
  - Conocimiento de herramientas informáticas para aplicar los contenidos de algún campo específico.
  - Capacidad analítica, crítica, reflexiva y de síntesis.
  - Capacidad para la toma de decisiones.
  - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- 6) La pregunta relacionada con los idiomas que dominan los egresados se modifica adicionándole en qué nivel se encuentra ese dominio (bajo, básico, medio o avanzado). Además, se modifican los beneficios que los egresados han obtenido debido al nivel de dominio del/de los idiomas. Por consiguiente, las opciones de respuesta se reducen de 5 a 3:
- Ha aprovechado oportunidades laborales.
  - Ha aprovechado oportunidades académicas.
  - Le ha permitido un mejor desempeño laboral.
- 7) Con el propósito de mejorar la organización del cuestionario, la sección de trayectoria profesional se divide en: Inserción laboral, situación ocupacional e interés por crear empresa. Dentro de esta sección se realiza lo siguiente:
- Se elimina la pregunta: “Durante la mayor parte de su vida profesional, usted ha sido”. Porque, es una pregunta que no proporciona información relevante sobre la situación laboral de los egresados desde la graduación.
  - Se modifica, la pregunta que indaga sobre el tiempo de inactividad profesional de los egresados desde la graduación. Con el propósito de facilitar su diligenciamiento. Por lo tanto, la pregunta con respuesta dicotómica (si o no) se formula de la siguiente manera:
    - ✓ ¿Desde que se graduó hasta este momento ha estado inactivo profesionalmente el 100% del tiempo? (Inactivo consiste en no trabajar y no buscar empleo).

- Se modifican las respuestas de la pregunta relacionada con los criterios que exige el primer empleador de los graduados (después de obtener el título), y con el fin de disminuir el tamaño del cuestionario se agrupan algunos aspectos para calificar mediante una escala Likert. A continuación se encuentran estos aspectos:
  - ✓ Experiencia laboral / Práctica adquirida durante sus estudios de pregrado
  - ✓ Prestigio de la Universidad
  - ✓ Referencia de terceras personas
  - ✓ Desempeño en la entrevista
  - ✓ Resultados de las pruebas psicológicas
  - ✓ Conocimiento de herramientas informáticas especializadas
  - ✓ Conocimiento de otros idiomas
- Se modifican las repuestas de la pregunta que indaga sobre el nivel jerárquico de los egresados en su empleo actual, quedando la pregunta y las respuestas como se muestra a continuación:
 

¿En cuál de los siguientes niveles jerárquicos se encuentra el cargo que actualmente desempeña?

  - ✓ Nivel Directivo (Junta Directiva)
  - ✓ Nivel Dirección intermedia (Gerentes, Administradores, Asesores, etc.)
  - ✓ Nivel de mandos medios (Jefes de departamentos, Jefes de planta, etc.)
  - ✓ Nivel operativo (El personal de la empresa en sus diferentes departamentos)
  - ✓ No aplica, tengo mi propio negocio
- Se agrega una pregunta con respuesta dicotómica (si o no) en la sección de satisfacción profesional. Esta pregunta enuncia lo siguiente:
 

¿Usted considera que debería estar en otro trabajo en donde pudiera desarrollar mejor sus competencias profesionales?
- En la pregunta sobre la importancia de la profesión para los egresados hasta el momento, se adicionan dos respuestas: “encontrar un empleo adecuado” y “cumplir sus tareas profesionales”. De manera que se pasa de 4 a 6 aspectos a evaluar mediante una escala Likert.

- Se modifica la pregunta sobre los motivos por los cuales los egresados desean volver a estudiar en la UIS. Así, se eliminan algunas opciones de respuesta, quedando las siguientes opciones:
    - ✓ La calidad de la formación
    - ✓ El emprendimiento que se promueve
    - ✓ Posibilidad de intercambios nacionales o internacionales
    - ✓ Apoyar el desarrollo de la investigación
    - ✓ Fomentar la innovación y la creatividad
    - ✓ La relación Universidad-empresa
  - Se eliminan 3 opciones de respuesta de la pregunta relacionada con la utilidad de algunos elementos del plan de estudios para la ocupación de los egresados, quedando como opciones de respuesta los siguientes 5 aspectos:
    - ✓ Los métodos utilizados para el aprendizaje práctico (como: trabajos prácticos en empresa, talleres, entre otros)
    - ✓ Orientación a los estudiantes en investigación
    - ✓ El contenido interdisciplinar del currículo del programa
    - ✓ Los fundamentos de emprendimiento
    - ✓ El uso de material en otro idioma
- 8) A la sección de pertinencia se traslada la pregunta sobre las competencias, ya que se modifica y se pretende conocer el nivel de desarrollo de estas competencias al momento del grado y en la medida en que le son requeridas actualmente, con el fin de realizar una comparación y descubrir falencias y fortalezas. Así, en la Tabla 4, se observan las modificaciones.

Además, se elimina un aspecto de la pregunta en donde se le pide al egresado que valore según el grado de acuerdo algunos aspectos relacionados con la pertinencia educativa. Asimismo, se simplifican las frases, quedando los siguientes aspectos para ser evaluados por los egresados:

- Al terminar sus estudios universitarios se sentía suficientemente preparado para incorporarse en el mundo laboral
- Durante el ejercicio de su profesión, siente que cuenta con las competencias requeridas.
- La aplicación de sus conocimientos académicos ha sido considerada de calidad.
- La formación que la Universidad ofrece a sus estudiantes está alineada con su misión institucional.
- La Universidad plantea acciones que le llevan a interactuar con la sociedad y generan impacto en ésta

Tabla 4. Modificaciones de las competencias

Competencias	Modificaciones
Capacidad de empatizar con los demás: “saber ponerse en el lugar del otro”	Se cambia por “Habilidades interpersonales”
Comunicación efectiva de forma oral y escrita	Se cambia a “Comunicación oral y escrita”
Habilidad en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación	Se elimina información y queda: “Habilidad en el uso de la tecnología y la comunicación”
Compromiso con la mejora de los procesos y de los resultados	Se reemplaza por: “mejoramiento continuo”
Capacidad de brindar asesoría y consultoría	Se elimina porque está implícita en la competencia: “capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica”

- **Confiabilidad de un instrumento de medición:**

Es cuando se producen resultados iguales de la aplicación repetida del instrumento al mismo sujeto u objeto. Es decir, la confiabilidad es el “grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes”<sup>272</sup>.

La confiabilidad se puede determinar mediante los siguientes procedimientos:

- **Medida de estabilidad (confiabilidad por test-retest):** mediante este procedimiento se aplica el mismo instrumento de medición dos o más veces a

---

<sup>272</sup> HERNÁNDEZ; FERNÁNDEZ Y BAPTISTA, Op. cit., p. 277-29.

un mismo grupo de personas, después de cierto periodo de tiempo. Si la correlación entre los resultados de las aplicaciones es positiva, el instrumento es confiable.

- **Método de formas alternativas o paralelas:** en este procedimiento se aplican dos o más versiones del instrumento a un mismo grupo de personas simultáneamente o dentro de un periodo corto. Si la correlación entre los resultados de las aplicaciones del cuestionario es positiva, el instrumento es confiable.
- **Método de mitades partidas (split-halves):** en este método se aplica el instrumento una vez. Los resultados se dividen equivalentemente en dos y se comparan las puntuaciones.
- **Medidas de consistencia interna:** el instrumento se aplica una vez y se calcula el coeficiente sin necesidad de dividir en dos mitades a las variables del instrumento. La consistencia se puede comprobar a través de diferentes métodos estadísticos tales como<sup>273</sup>:
  - ✓ **El coeficiente alfa de Cronbach:** se usa cuando con opciones de respuesta policotómicas, como las escalas tipo Likert. Sus valores oscilan entre 0 (confiabilidad nula) y 1 (confiabilidad total), existe buena consistencia interna cuando el valor de alfa es superior a 0,7. En la Tabla 5, se muestra el nivel de fiabilidad con determinado coeficiente de confiabilidad.
  - ✓ **Los coeficientes Kuder-Richarson 20:** se usa cuando en alternativas de respuesta dicotómicas.
  - ✓ **Coeficiente de Kuder-Richarson 21:** se supone que todas las variables presentan igual varianza.

---

<sup>273</sup> CORRAL, Yadira. Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. [en línea] En: Revista ciencias de la educación. Enero-Junio, 2009. vol. 19., no 33, p. 241-242. [consultado en septiembre 30 de 2013]. Disponible en <<http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/n33/art12.pdf>>

Tabla 5. Coeficiente de confiabilidad de Cronbach

Coeficiente de confiabilidad	Nivel de confiabilidad
0,01 a 0,02	Muy Baja
0,21 a 0,40	Baja
0,41 a 0,60	Moderada
0,61 a 0,80	Alta
0,81 a 1,00	Muy alta

Fuente: Elaboración propia basada en RUIZ, Bolívar. Instrumentos de Investigación Educativa y PALELLA, S. y MARTINS, F. Metodología de la Investigación cuantitativa. Citado por CORRAL, Yadira. Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. En: Revista ciencias de la educación. Enero-Junio, 2009. vol. 19., no 33.

Por consiguiente, para este estudio se utiliza la medida de consistencia interna, porque el instrumento se aplica solo una vez. Pero, como la muestra recolectada en la prueba piloto no es significativa para realizar este análisis. Entonces, con la información recolectada de la versión final del cuestionario, se analiza la respectiva confiabilidad del instrumento de medición.

#### 4.2.3.6 Versión final del instrumento de medición

Después de realizar las modificaciones al cuestionario (ver numeral 4.2.3.5 validez y confiabilidad del instrumento de medición), con el Director del proyecto se valida el instrumento final (ver Anexo D). Después, se estructuran las encuestas del momento cero, uno, tres y cinco. En donde además, cada cuestionario está formado por una sección de observaciones y otra sección de actualización de datos:

- La encuesta momento cero está conformada por 36 preguntas.
- La encuesta del momento uno tiene 40 preguntas.
- Y la encuesta del momento tres y cinco está conformada por 44 preguntas.

#### 4.2.4 Recopilación de la información

Después de hacer las modificaciones pertinentes al cuestionario, éste se distribuye a través de internet de forma activa y pasiva, según lo expuesto en el numeral 4.2.3.3 (Técnicas para la recopilación de información). A continuación se explica la forma de distribución de la encuesta:

- **Encuesta activa:** desde el correo de [graduadosindustrial@uis.edu.co](mailto:graduadosindustrial@uis.edu.co) se envía al correo de los egresados el enlace URL<sup>274</sup> del cuestionario, dentro del contenido del mensaje. Este enlace dirige al egresado a la página web mediante la cual diligencia el cuestionario. Además, el mensaje se envía con el asunto: “La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, solicita favor especial”, con el propósito de llevar a los egresados a leer el mensaje e incentivarlos a diligenciar el cuestionario. Por otra parte, en el contenido del mensaje (ver Anexo E) se socializa: el propósito de este estudio de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial, los beneficios que trae este tipo de estudios, se les invita a los egresados a participar del estudio mediante el diligenciamiento del cuestionario, se resalta que la información registrada es de absoluta confidencialidad y que posteriormente pueden conocer los respectivos resultados.
- **Encuesta pasiva:** se solicita al Coordinador de la oficina de Egresados de la UIS la publicación de un mensaje (ver Anexo F) y un boletín (ver Anexo G) en las redes sociales de la Universidad para invitar a participar del estudio a los egresados que no están dentro de la base de datos que se dispone y para que las personas que conozcan egresados de Ingeniería Industrial les hagan saber del estudio. Por lo tanto, esta información se publica en la página de Facebook antes “Programa de Egresados Uis”<sup>275</sup>. Asimismo, se solicita la difusión de la información a la oficina de Alianza Industrial de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, de manera que esta publicación se realiza en la página de Facebook “Alianza Industrial Ingeniería Industrial”<sup>276</sup>. Igualmente se publica en la página web [carpintero.uis.edu.co](http://carpintero.uis.edu.co).

---

<sup>274</sup> Enlace de la encuesta: <https://www.onlineencuesta.com/s/bf57f42>

<sup>275</sup>. PROGRAMA DE EGRESADOS UIS [consultado el 10 de diciembre de 2013]. Disponible en: <http://goo.gl/x49UYm> >

<sup>276</sup> ALIANZA INDUSTRIAL INGENIERÍA INDUSTRIAL UIS [consultado el 10 de diciembre de 2013]. Disponible en <http://goo.gl/1G7HQi>>

El tiempo destinado para el diligenciamiento del cuestionario por parte de los egresados es de un mes y medio (desde el 3 de diciembre 2013 hasta el 18 de febrero del 2014).

#### 4.2.5 Confiabilidad del instrumento de medición

Con los resultados obtenidos de la aplicación de la versión final del instrumento de medición, se mide la consistencia interna del cuestionario a través del coeficiente alfa de Cronbach, para este análisis se utiliza el Software SPSS. A continuación se muestra el coeficiente para las preguntas que utilizan escalamiento tipo Likert:

Tabla 6. Alfa de Cronbach por variables

Variable	Alfa de Cronbach			N° de elementos
	Momento cero	Momento uno	Momento tres	
Competencias desarrolladas dada la influencia de los estudios de posgrado		0,882	0,839	13
Competencias desarrolladas dada la influencia de los estudios de educación continua	0,782	0,794	0,981	7
Beneficios obtenidos por el nivel de dominio del/los idioma(s)	Varianza cero	0,745	0,666	3
Requisitos del primer empleador después de graduarse	0,658	0,639	0,724	7
Requisitos del mercado laboral durante la experiencia profesional del graduado			0,452	6
Importancia de la profesión			0,727	6
Metas importantes al momento del grado	0,631	0,516	0,093	4
Calidad profesional con respecto a otros egresados de la UIS y de otras Universidades	0,509	0,697	0,694	5
Aspectos por los cuales el egresado volvería a estudiar en la UIS	0,709	0,608	0,821	6
Utilidad de algunos elementos del plan de estudios para la ocupación actual	0,785	0,659	0,662	6
Pertinencia educativa de la UIS	0,763	0,673	0,658	5
Nivel de desarrollo de las competencias al momento del grado	0,940	0,920	0,927	26
Competencias requeridas actualmente	0,948	0,913	0,958	26

Fuente: Elaboración propia con base en datos extraídos de SPSS Modeler

De acuerdo con la Tabla 6, el coeficiente alfa de Cronbach de la mayoría de variables de los momentos cero, uno y tres, es mayor a 0,7, lo cual indica un nivel de confiabilidad alta. Asimismo, otras variables presentan un alfa mayor a 0,9 en

donde el nivel de confiabilidad es muy alto. De esta manera, se deduce que el instrumento de medición es de alta confiabilidad.

#### **4.3 SELECCIÓN, LIMPIEZA Y TRANSFORMACIÓN**

En esta fase de selección, limpieza y transformación se busca preparar los datos que se van a minar. Es decir, se selecciona la información necesaria para realizar la tarea de minería de datos. Por consiguiente, en el presente estudio se elimina de los datos recopilados aquellos que son irrelevantes o innecesarios para el estudio. Asimismo, se aplican algunas técnicas de análisis multivariante tales como: análisis de correspondencia, análisis de componentes principales y análisis de grupos. A continuación se encuentra la cantidad de registros recolectados, seguidamente se listan las variables y secciones que conforman el cuestionario general. Después, se analizan los campos que se deben eliminar ya sea porque no son necesarios en la vista minable pero agregan información al fenómeno estudiado. Seguidamente, se encuentra el análisis de correspondencia de algunas variables, el análisis de componentes principales de las variables más importantes del estudio y la aplicación de algunas técnicas de agrupamiento. Finalmente, se analizan las competencias evaluadas en la encuesta y se plantean estrategias para cada conglomerado de graduados en cada uno de los momentos cero, uno y tres.

De esta manera, se recopilan 311 respuestas las cuales se descargan de la herramienta de encuestas en formato de Excel (.xls). De las 311 respuestas 4 egresados abandonan el cuestionario en la pregunta sobre el lugar de residencia y en la Tabla 7 se muestra el total de egresados que participan, los egresados que no concluyen su participación y los que diligencian el cuestionario completo y la cantidad que no registran los datos de contacto.

Por consiguiente, para el análisis de la información se utiliza el 70,68% de los registros de los egresados que tienen participación completa en el diligenciamiento

del cuestionario. Es decir, no se trabaja con los datos del año 2007 porque se recopilan pocas respuestas y se trabaja con los datos recolectados de los egresados entre el año 2008 y septiembre de 2013 de acuerdo con la clasificación de los momentos que se observa en la Tabla 7.

Tabla 7. Registros recolectados

Momento	Año de graduación	Total de registros	Participación completa	Participación incompleta	Participación completa pero no registran datos
Momento 0	2013	31	20	11	5
	2012	51	32	19	6
Momento uno	2011	34	29	5	4
	2010	28	21	7	6
Momento tres	2009	20	12	8	2
	2008	24	13	11	2
Momento cinco	2007	12	8	4	0
Antes del 2007		107	90	17	0
<b>Total</b>		<b>307</b>	<b>225</b>	<b>82</b>	<b>24</b>

Fuente: Elaboración propia basada en datos extraídos de la herramienta de encuestas onlineencuesta.

La encuesta que se obtiene de la herramienta onlineencuesta está conformada por las siguientes secciones y variables:

- ID de respuesta: Código de la encuesta
- Código de reanudar: código para reanudar el cuestionario
- Empieza: fecha y hora de inicio del diligenciamiento del cuestionario
- Fecha y hora: fecha y hora de finalización del cuestionario
- Estado de la participación: si es completa o si aún no ha concluido la participación
- Datos sociodemográficos: Género, edad, estado civil, reside o no en Colombia, departamento Colombiano de residencia, año de graduación
- Trayectoria académica y educativa
  - Realización de estudios de pregrado: Si ha realizado o no estudios de posgrado

- Área del otro estudio de pregrado y Universidad en donde lo realiza: se pregunta sobre el área de estudio de pregrado y la Universidad en donde lo cursó.
- Justificación para realizar el otro pregrado: se indaga sobre el porqué del estudio del otro pregrado
- Realización de estudios de posgrado: tipo de estudio de posgrado, Institución de posgrado, fecha finalización posgrado, influencia del Posgrado sobre algunas competencias
- Realización de estudios de educación continua, influencia de los estudios de educación continua sobre algunas competencias
- Otro idioma y nivel de dominio: Inglés, francés, portugués, alemán, mandarín, japonés, italiano, otro
- Beneficios por el nivel de dominio de otro idioma
- Trayectoria profesional y laboral
  - Tipo de trabajo desempeñado en la mayor parte del tiempo desde la graduación.
  - Inactivo profesionalmente.
  - Inserción laboral: tiempo para conseguir primer empleo y requisitos del primer empleador.
  - Situación ocupacional: medio para conseguir empleo, desempeño actual, número de trabajadores, tipo de empresa, ubicación del cargo en los niveles jerárquicos, sector económico, actividad económica, tipo de contratación, campo de acción actual, razones para no ejercer la Ingeniería Industrial, satisfacción salarial, tiempo de permanencia en el empleo y requisitos del mercado laboral.
    - Interés por crear empresa y dificultades en la creación de empresa
- Satisfacción profesional: deseo por cambiar de trabajo, coincidencia entre las expectativas laborales y la situación laboral actual, importancia de la profesión, importancia de las metas al momento del grado y calidad profesional

- Satisfacción académica: satisfacción académica, estudiar de nuevo en la UIS o la misma carrera y satisfacción con los servicios de la Universidad
- Pertinencia: pertinencia educativa, grado desarrollo de las competencias al momento del grado, requerimientos actuales de las competencias
- Observaciones y sugerencias al programa de Ingeniería Industrial
- Actualización de datos (nombre, e-mail, celular, teléfono y nombre de la empresa en la cual trabaja o de la que es propietario)

#### **4.3.1 Variables innecesarias**

A continuación se listan los campos que se consideran que no aportan ninguna información relevante y por consiguiente se eliminan

- ID de respuesta: Código de la encuesta
- Código de reanudar: código para reanudar el cuestionario
- Empieza: fecha y hora de inicio del diligenciamiento del cuestionario
- Fecha y hora: fecha y hora de finalización del cuestionario
- Estado de la participación: si es completa o si aún no ha concluido la participación

#### **4.3.2 Variables complementarias**

Las siguientes variables se utilizan para dar información complementaria al estudio:

- Área del otro estudio de pregrado y Universidad en donde lo realiza: se pregunta sobre el área de estudio de pregrado y la Universidad en donde lo cursó.
- Justificación para realizar el otro pregrado: se indaga sobre el porqué del estudio del otro pregrado.
- Área de Posgrado: el área de énfasis del Posgrado cursado o que está cursando.
- Institución de posgrado: Institución en la cual realiza el Posgrado (Especialización, Maestría o Doctorado).
- Fecha finalización posgrado: se utiliza para conocer si los egresados ya finalizaron su estudio de Posgrado o aún no.

- Observaciones y sugerencias al programa de Ingeniería Industrial: esta información se utiliza para indagar posibles aspectos que debe mejorar el programa de Ingeniería Industrial (ver Anexo U).
- Actualización de datos (nombre, e-mail, celular, teléfono y nombre de la empresa en la cual trabaja o de la que es propietario: esta información se organiza por años de graduación, con el propósito de complementar la base de datos de los egresados de Ingeniería Industrial y se mantengan en contacto la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales y los egresados, lo cual es fundamental para el mejoramiento del programa. Por consiguiente, esta base de datos se entrega a la Escuela.

### **4.3.3 Análisis multivariante**

Las técnicas multivariante que se aplican en este estudio son análisis de correspondencia, análisis de componentes principales y algunas técnicas de agrupamiento. A continuación se detalla cada técnica utilizada:

#### **4.3.3.1 Análisis de correspondencia simple:**

Este análisis se utiliza en la representación de datos que se pueden presentar en forma de tablas de contingencia de dos variables nominales u ordinales. Es una técnica para representar las categorías de dos variables en donde se interpreten las similitudes entre las categorías de una variable respecto a las categorías de la otra, y las relaciones entre las categorías de cada una de las variables por separado. Así, en la tabla de contingencia las categorías de una variable aparecen en las filas y las categorías de la otra variable se representan en las columnas.

La existencia o no de algún tipo de relación entre las variables se analiza mediante contrastes de hipótesis sobre la independencia de dichos valores. De esta manera, el test de hipótesis habitualmente utilizado es el de Chi-cuadrado de Pearson, estadístico mediante el cual se contrasta la hipótesis nula que presupone la independencia entre las variables, si el nivel de significancia es menor o igual a 0,05 se rechaza la hipótesis nula y en consecuencia es conveniente realizar el análisis

de correspondencia. De lo contrario, si el nivel de significancia es mayor que 0,05 las variables son independientes.

Para el caso del momento cero, se analiza el nivel de asociación entre las variables el sector de la empresa en el que labora el egresado con el nivel de satisfacción salarial. En la tabla de correspondencias (tabla 8) de las respectivas variables se muestra que el sector con mayor número de casos es el terciario y los niveles de satisfacción salarial que aplican al mayor número de casos son: algo satisfecho y ni satisfecho ni insatisfecho

Tabla 8. Tabla de correspondencias

Sector económico en el cual desempeña su ocupación actual	Nivel de satisfacción salarial					
	Muy satisfecho	Algo satisfecho	Ni satisfecho ni insatisfecho	Algo insatisfecho	Muy insatisfecho	Margen activo
Sector primario	2	1	0	0	0	3
Sector secundario	1	3	0	1	0	5
Sector terciario	1	8	12	9	2	32
Margen activo	4	12	12	10	2	40

Fuente: SPSS Statistics

Posteriormente, con el objetivo de conocer la relación entre la satisfacción salarial y el sector de la empresa en la cual se desempeña actualmente el egresado, se convierte la tabla de correspondencias en perfiles de filas y de columnas. Los perfiles de filas (ver Tabla 9) se calculan dividiendo el número de egresados con determinado nivel de satisfacción salarial entre el número de egresados que labora en determinado sector económico. Así, el 66,7% de los egresados que labora en el sector primario están muy satisfechos con el salario, contrario al 37,5% de los egresados que labora en el sector terciario quienes están ni satisfechos ni insatisfechos con su salario. Además, el 60% del sector secundario está algo satisfecho con el salario. Asimismo, se observa la masa de cada punto, la cual es la frecuencia relativa de observaciones en la categoría correspondiente, en este caso los niveles de satisfacción más importantes o con mayor peso son algo satisfecho y ni satisfecho ni insatisfecho.

Por otra parte, los perfiles de columnas se calculan dividiendo los egresados que laboran en determinado sector económico entre el número de egresados que se encuentran en determinado nivel de satisfacción salarial. Según la Tabla 10, el 90% de los egresados que se encuentran algo insatisfechos con su salario, laboran en el sector terciario. El 66,7% de los egresados con un nivel de satisfacción alto (muy satisfechos) laboran en el sector primario.

Tabla 9. Perfiles de filas

Sector económico en el cual desempeña su ocupación actual	Nivel de satisfacción salarial					
	Muy satisfecho	Algo satisfecho	Ni satisfecho ni insatisfecho	Algo insatisfecho	Muy insatisfecho	Margen activo
Sector primario	0,667	0,333	0,000	0,000	0,000	1,000
Sector secundario	0,200	0,600	0,000	0,200	0,000	1,000
Sector terciario	0,031	0,250	0,375	0,281	0,063	1,000
Masa	0,100	0,300	0,300	0,250	0,050	

Fuente: SPSS Statistics

Tabla 10. Perfiles de columnas

Sector económico en el cual desempeña su ocupación actual	Nivel de satisfacción salarial					
	Muy satisfecho	Algo satisfecho	Ni satisfecho ni insatisfecho	Algo insatisfecho	Muy insatisfecho	Masa
Sector primario	0,500	0,083	0,000	0,000	0,000	0,075
Sector secundario	0,250	0,250	0,000	0,100	0,000	0,125
Sector terciario	0,250	0,667	1,000	0,900	1,000	0,800
Margen activo	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Fuente: SPSS Statistics

Seguidamente, se obtiene la tabla resumen (ver Tabla 11) en la cual se observa el número de dimensiones calculadas, los valores propios o autovalores de cada dimensión, la inercia, el valor de chi-cuadrado con su significancia, la proporción de inercia explicada para cada dimensión, y la proporción explicada acumulada. A continuación se describen estos aspectos:

- **Valor propio o autovalor:** indica la cantidad total de la varianza de la información que está explicada por una dimensión.
- **Inercia:** la inercia de cada dimensión es el cuadrado de cada autovalor, que es una medida relativa de la importancia de cada dimensión o factor. Es el promedio de las distancias de los distintos puntos a su centro de gravedad estando cada distancia ponderada por la masa del punto correspondiente.
- **Valor de chi-cuadrado:** suma ponderada de todas las distancias al cuadrado entre los perfiles de fila y el perfil medio de la fila, y entre los perfiles de columna y el perfil medio de columna.
- **Significancia:** si el nivel de significancia es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula, que presupone una relación de independencia entre las variables. De acuerdo a las variables analizadas el nivel de significancia es  $0,022 < 0,05$ . Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se indica que hay relación significativa entre las variables analizadas.
- **La proporción de inercia explicada para cada dimensión:** indica la importancia de las dimensiones representadas en cada uno de los ejes del mapa.

En la Tabla 11 se observa que se han extraído dos dimensiones. La primera con una inercia de 0,329 y explica el 87,2% de la inercia total, la primera dimensión explica el 87,2% de la inercia total mientras la segunda dimensión solo explica el 12,8%. Además, la asociación entre las variables es altamente significativa (nivel de significancia menor a 0,05), por lo tanto el análisis de correspondencia es apropiado.

Tabla 11. Tabla Resumen

Dimensión	Valor propio	Inercia	Chi-cuadrado	Sig.	Proporción de inercia		Confianza para el Valor propio	
					Explicada	Acumulada	Desviación típica	Correlación
								2
1	0,624	0,389			0,872	0,872	0,151	0,375
2	0,239	0,057			0,128	1,000	0,174	
Total		0,446	17,849	0,022 <sup>a</sup>	1,000	1,000		

a.8 grados de libertad

Fuente: SPSS Statistics

Después, se obtiene el examen de puntos de filas y columnas. Además, se observan las puntuaciones en la dimensión en cada categoría (de fila o de columna), las cuales corresponden a las coordenadas de la categoría en el diagrama de dispersión. Cabe resaltar, que mientras más alejados del origen sean los valores, mejor representadas estarán las filas o columnas en cada uno de los ejes.

Para el caso del examen de columna (ver Tabla 12) en la contribución de los puntos a la inercia de la dimensión, los niveles de satisfacción salarial muy satisfecho (con una contribución del 72,4%) y ni satisfecho ni insatisfecho (con una contribución de 15,6%) explican el 88% de la inercia de la primera dimensión. Por otra parte, los niveles algo satisfecho y muy satisfecho explican el 69,8% de la segunda dimensión.

Tabla 12. Examen de los puntos de columna\*

Nivel de satisfacción salarial	Masa	Puntuación en la dimensión		Inercia	Contribución				
		1	2		De los puntos a la inercia de la dimensión		De la dimensión a la inercia del punto		
					1	2	1	2	Total
Muy satisfecho	0,100	-2,125	0,628	0,291	0,724	0,165	0,968	0,032	1,000
Algo satisfecho	0,300	-0,273	-0,652	0,044	0,036	0,533	0,314	0,686	1,000
Ni satisfecho ni insatisfecho	0,300	0,569	0,447	0,075	0,156	0,251	0,809	0,191	1,000
Algo insatisfecho	0,250	0,381	-0,095	0,023	0,058	0,009	0,977	0,023	1,000
Muy insatisfecho	0,050	0,569	0,447	0,013	0,026	0,042	0,809	0,191	1,000
Total activo	1,000			,446	1,000	1,000			

\* Normalización Simétrica

Fuente: SPSS Statistics

En la Tabla 13, se muestra el análisis de las filas, en donde los sectores primario y terciario explican el 86,5% de la inercia de la dimensión 1, y el 74% de la inercia de la segunda dimensión es explicada solo por el sector secundario.

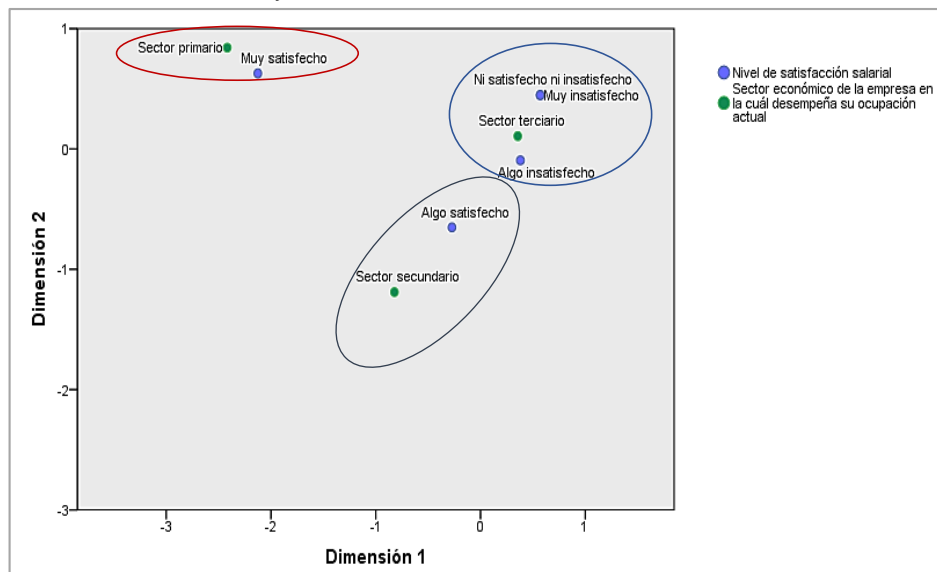
Tabla 13. Examen de los puntos de fila\*

Sector económico en el cual desempeña su ocupación actual	Masa	Puntuación en la dimensión		Inercia	Contribución				
		1	2		De los puntos a la inercia de la dimensión		De la dimensión a la inercia del punto		
					1	2	1	2	Total
Sector primario	0,075	-2,418	0,842	0,286	0,703	0,222	0,956	0,044	1,000
Sector secundario	0,125	-0,822	-1,190	0,095	0,135	0,740	0,555	0,445	1,000
Sector terciario	0,800	0,355	0,107	0,065	0,162	0,038	0,966	0,034	1,000
Total activo	1,000			0,446	1,000	1,000			

\*Normalización Simétrica  
Fuente: SPSS Statistics

Finalmente, mediante una representación gráfica se evalúa el nivel de relación entre las variables. En la Ilustración 8 se observa que en el sector terciario los empleados presentan tres niveles de satisfacción salarial: muy insatisfecho, ni insatisfecho ni satisfecho y algo insatisfecho.

Ilustración 8. Puntos de columna y de fila. Normalización Simétrica



Fuente: SPSS Statistics

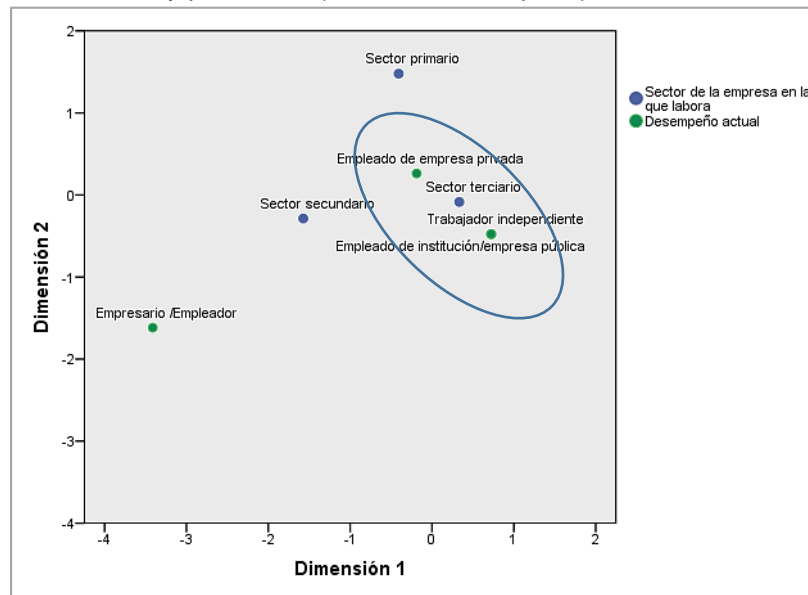
Además, hay un nivel alto de asociación entre el sector secundario y el nivel alto de satisfacción salarial. Por otro lado, en el sector primario la mayoría de empleados presentan un nivel alto de satisfacción salarial (muy satisfecho).

El procedimiento del análisis de correspondencia simple anteriormente descrito se utiliza para evaluar la relación entre otras variables que permitan descubrir algún conocimiento. Se analizan las siguientes variables: la relación entre el sector de la empresa y el desempeño actual del egresado, la relación entre el sector de la empresa y el nivel jerárquico del cargo que desempeña el egresado y la relación entre el tipo de contrato y el sector de la empresa. Así, en el Anexo H, se encuentran las tablas requeridas para llegar al análisis final mediante diagramas de dispersión entre los puntos fila y los puntos columna. A continuación, se presentan los resultados:

- En el momento cero se da lo siguiente:
  - En la relación entre el sector de la empresa y el desempeño actual del egresado, se obtiene un nivel de significancia (0,265) mayor a 0,05 lo que lleva a aceptar la hipótesis de independencia de las variables y que como consecuencia existe menos asociación entre ellas. Sin embargo, en la Ilustración 9, se muestra que: en el sector terciario se encuentra la mayoría de egresados que son empleados de empresa/institución pública, trabajadores independientes y empleados de empresa privada.
  - Del análisis de correspondencia simple entre las variables sector de la empresa y nivel jerárquico del cargo del egresado, se encuentra un nivel de significancia de 0,017, se extraen dos dimensiones, en donde la primera explica el 79,9% de la inercia y el restante 20,1% es la inercia explicada por la segunda dimensión. Así, del diagrama de dispersión (ver Ilustración 10) se describe que en el sector secundario la mayoría de cargos de los ingenieros industriales son de nivel intermedio, del sector primario la mayoría de los egresados son del Nivel Directivo. Los niveles administrativo y operativo tienen mayor presencia en el sector terciario.

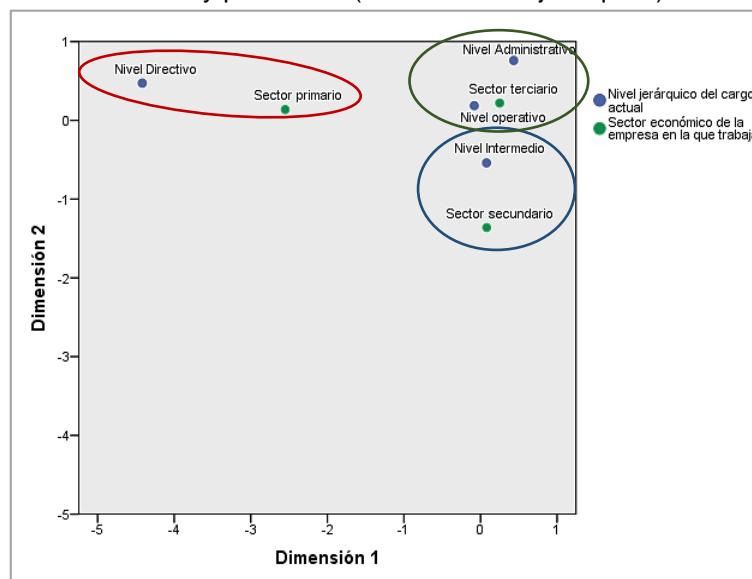
- En la Ilustración 11, se muestra el diagrama de dispersión del análisis de correspondencia entre el tipo de contrato y el sector económico de la empresa, en donde se observa que la asociación no es evidente porque el nivel de significancia es 0,738, mayor a 0,05. Por lo tanto, solo se evidencia la relación significativa entre el contrato a término fijo y el sector terciario.

Ilustración 9. Puntos columna y puntos fila (sector vs desempeño). Normalización simétrica



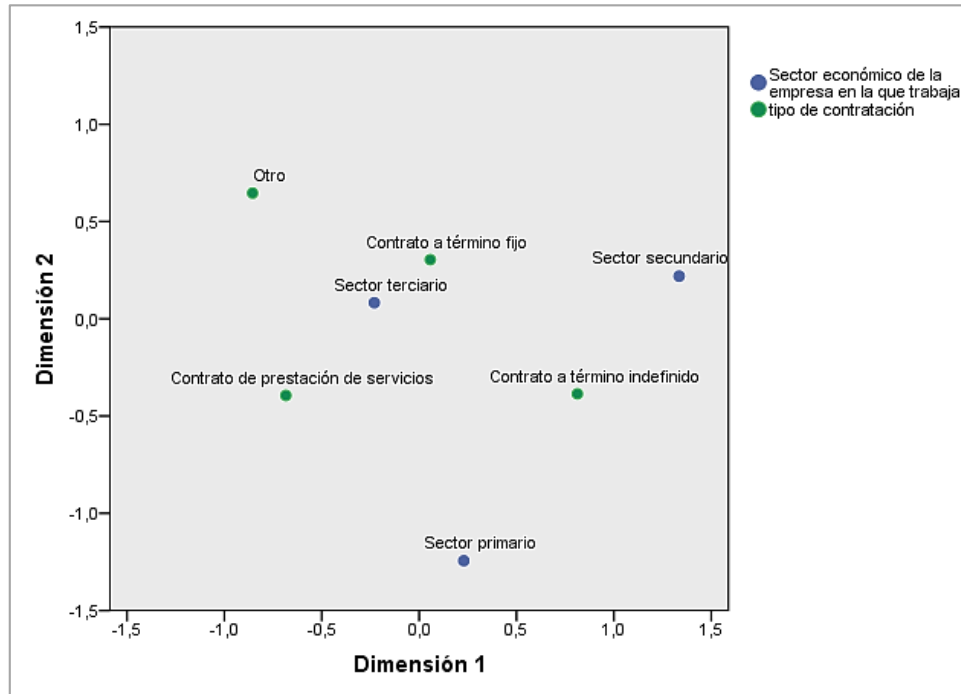
Fuente: SPSS Statistics

Ilustración 10. Puntos columna y puntos fila (sector vs nivel jerárquico). Normalización simétrica



Fuente: SPSS Statistic

Ilustración 11. Puntos columna y puntos fila (sector vs tipo de contratación). Normalización simétrica



Fuente: SPSS Statistics

- En el momento uno, se obtienen los siguientes resultados:
  - En la relación entre las variables ¿cuántos empleados hay en la empresa donde labora el egresado? y el sector económico de la empresa en la que trabaja, a un nivel de significancia de 0,051, se evidencia en el diagrama de dispersión que en el sector primario en donde laboran algunos egresados, se encuentran la mayoría de las empresas que tienen entre 51 y 200 empleados (medianas empresas) y en el sector terciario se encuentran la mayoría de pequeñas empresas (entre 11 y 50 empleados) y grandes empresas (mayor a 200 empleados).en la que laboran algunos egresados.
  - En la relación entre las variables: tipo de contratación y el sector económico de la empresa en la que trabajan los egresados, se presenta un nivel de significancia mayor a 0,05, por lo tanto no es apropiado realizar el análisis de correspondencia con estas variables porque la relación entre las variables no es muy clara. Sin embargo al observar el diagrama de dispersión, se observa

que en el sector terciario algunos egresados tienen contrato a término indefinido.

- De la relación entre el nivel jerárquico del cargo del egresado y el sector económico de la empresa en la que labora el egresado, al igual que la anterior relación se presenta un nivel de significancia mayor a 0,05. Pero, en el diagrama de dispersión, se observa que en sector terciario el cargo de la mayoría de egresados se encuentra en el nivel administrativo.
- En el momento tres, al relacionar las variables, se presenta un nivel de significancia mayor a 0,05, lo cual no permite hacer una interpretación clara de la relación entre las variables. Pero, en algunos diagramas de dispersión se observa que de las empresas en las que laboran los egresados, algunas de las que tienen más de 200 empleados se encuentran en el sector terciario. Además, en el sector primario el cargo de la mayoría de egresados se encuentra en el nivel administrativo.

**4.3.3.2 Análisis exploratorio de factores mediante componentes principales:** Esta técnica se utiliza para la reducción de dimensiones con el objetivo de disminuir el número de variables a un conjunto más pequeño, lo que permite describir a los “individuos” mediante un menor número de variables. Entonces, con base en estas nuevas variables se descubre información relevante de los egresados y que es importante para el presente estudio. Por lo tanto, se realiza la reducción de dimensiones a las 26 competencias que son evaluadas por los egresados de acuerdo al nivel de desarrollo en el que se encuentran al momento de la graduación.

Al realizar el análisis exploratorio de factores mediante componentes principales en SPSS Statistics, se obtiene una tabla que muestra la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (coeficiente KMO), la cual contrasta si las correlaciones parciales entre las variables son pequeñas, toma valores entre 0 y 1, e indica si el análisis factorial mediante componentes principales es adecuado para las variables analizadas. En donde:

- $0,9 < KMO < 1,0$  = Excelente adecuación muestral.
- $0,8 < KMO < 0,9$  = Buena adecuación muestral.
- $0,7 < KMO < 0,8$  = Aceptable adecuación muestral.
- $0,6 < KMO < 0,7$  = Regular adecuación muestral.
- $0,5 < KMO < 0,6$  = Mala adecuación muestral.
- $0,0 < KMO < 0,5$  = Adecuación muestral inaceptable

Además, se muestra la prueba de esfericidad de Bartlett, la cual contrasta si la matriz de correlaciones es una matriz de identidad, lo cual indicaría que el modelo factorial es inadecuado. Así, el estadístico de Bartlett se obtiene a partir de una transformación Chi-cuadrado del determinante de la matriz de las correlaciones. Por tanto, cuanto mayor sea el chi-cuadrado y menor su nivel de significación es improbable que la matriz sea una matriz de identidad.

Para la reducción de dimensionalidad de las competencias según se muestra en la Tabla 14, el KMO está entre 0,7 y 0,8, por lo tanto es aceptable la adecuación muestral. Asimismo, para la prueba de Bartlett se obtiene un nivel de significancia menor de 0,05, de manera que es adecuado realizar el análisis factorial.

Tabla 14. KMO y prueba de Bartlett

<b>Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.</b>		0,760
<b>Prueba de esfericidad de Bartlett</b>	Chi-cuadrado aproximado	935,501
	Grados de libertad	325
	Significancia	0,000

Fuente: SPSS Statistics

Seguidamente se obtiene la tabla de comunalidades. La comunalidad de una variable, se refiere a la proporción de varianza que puede ser explicada por el modelo factorial que se obtiene. De esta manera, en la Tabla 15 se observa que las variables quedan explicadas a través de las componentes extraídas, ya que la mayoría presentan valores mayores a 0,6.

Tabla 15. Tabla de comunalidades

<b>Competencias</b>	<b>Inicial</b>	<b>Extracción</b>
Habilidades interpersonales	1,000	0,588
Capacidad crítica y autocrítica	1,000	0,748
Capacidad creativa	1,000	0,708
Capacidad de abstracción, análisis y síntesis	1,000	0,757
Comunicación oral y escrita	1,000	0,800
Habilidad para comunicarse en un segundo idioma	1,000	0,873
Habilidad en el uso de la tecnología y la comunicación	1,000	0,685
Capacidad para aprender y actualizarse permanentemente	1,000	0,563
Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	1,000	0,696
Capacidad de investigación	1,000	0,734
Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas	1,000	0,602
Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión	1,000	0,783
Capacidad de trabajar en equipo	1,000	0,604
Capacidad para la toma de decisiones	1,000	0,720
Habilidad para trabajar en forma autónoma	1,000	0,766
Capacidad para formular y gestionar proyectos	1,000	0,668
Capacidad de comportarse de acuerdo a principios y valores	1,000	0,780
Compromiso con el mejoramiento continuo	1,000	0,808
Iniciativa y espíritu emprendedor	1,000	0,730
Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes	1,000	0,609
Capacidad de adaptarse al cambio	1,000	0,765
Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad	1,000	0,784
Compromiso con la preservación del medio ambiente	1,000	0,696
Habilidad para trabajar en un contexto diferente en lo social, cultural y territorial.	1,000	0,786
Compromiso con su medio socio-cultural	1,000	0,819
Responsabilidad social y compromiso ciudadano	1,000	0,868
Método de extracción: Análisis de Componentes principales.		

Fuente: SPSS Statistics

Posteriormente, en la Tabla 16, se muestra el porcentaje de varianza explicada de cada componente y los componentes que acumulan la mayor variabilidad de las variables originales. Por lo tanto, se observa que los primeras seis componentes explican el 72,848% de la varianza total.

Después, se obtiene la matriz de componentes rotados en la cual se muestra la carga de cada variable en cada componente. Esta matriz de componentes se obtiene mediante rotación Varimax, el cual es un método de rotación ortogonal que minimiza el número de variables que tienen saturaciones altas en cada factor. Es decir, la rotación es un proceso de manipulación o ajuste del factor, para lograr una solución más sencilla y básicamente más significativa. Así, en la Tabla 17, se muestran los resultados y resaltado en color las competencias que forman cada componente, es decir, las competencias que tienen mayor carga en determinado componente en comparación con la carga que tiene en los otros.

Tabla 16. Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	10,824	41,630	41,630	10,824	41,630	41,630	4,814	18,515	18,515
2	2,251	8,659	50,289	2,251	8,659	50,289	3,975	15,289	33,804
3	2,157	8,297	58,587	2,157	8,297	58,587	3,406	13,100	46,904
4	1,457	5,605	64,192	1,457	5,605	64,192	2,841	10,925	57,829
5	1,234	4,745	68,938	1,234	4,745	68,938	2,332	8,970	66,799
6	1,017	3,911	72,848	1,017	3,911	72,848	1,573	6,049	72,848
7	0,874	3,362	76,210						
8	0,793	3,049	79,259						
9	0,663	2,550	81,809						
10	0,596	2,293	84,102						
11	0,578	2,222	86,324						
12	0,465	1,789	88,113						
13	0,443	1,702	89,816						
14	0,394	1,516	91,331						
15	0,352	1,352	92,684						
16	0,311	1,197	93,881						
17	0,299	1,149	95,030						
18	0,277	1,067	96,097						
19	0,223	0,857	96,954						
20	0,203	0,782	97,736						
21	0,181	0,697	98,433						
22	0,141	0,542	98,975						
23	0,104	0,402	99,377						
24	0,088	0,338	99,715						
25	0,040	0,155	99,870						
26	0,034	0,130	100,000						

Fuente: SPSS Statistics. Método de extracción: Análisis de Componentes principales

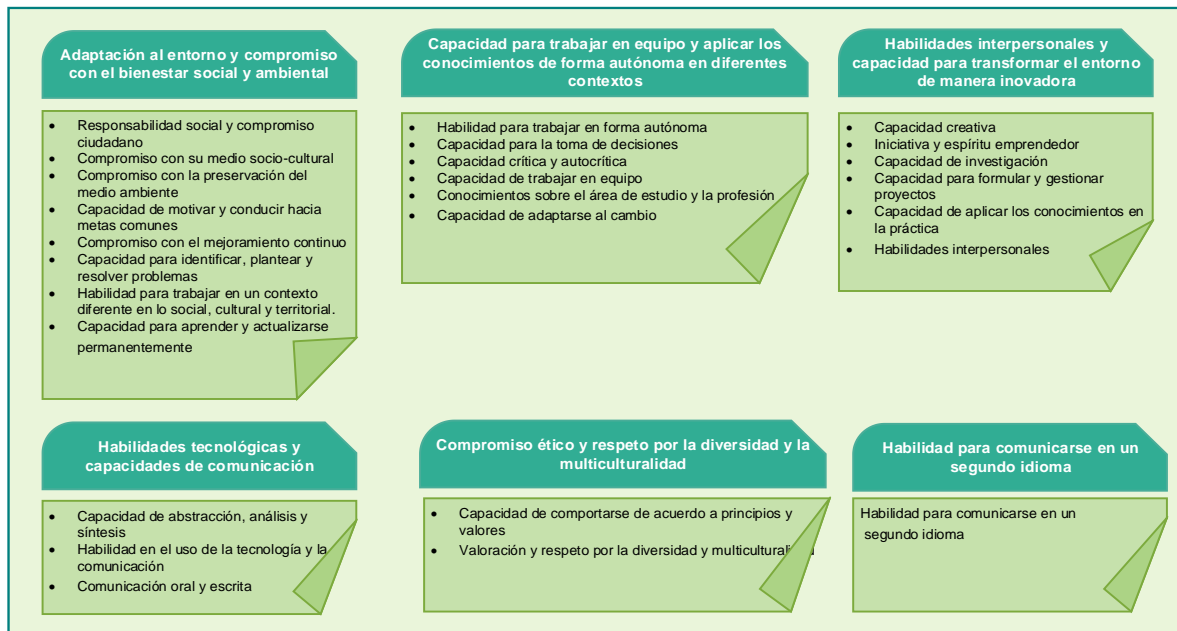
Tabla 17. Matriz de componentes rotados

Competencia	Componente					
	1	2	3	4	5	6
Responsabilidad social y compromiso ciudadano	0,879	0,113	0,188	0,208	0,065	-0,008
Compromiso con su medio socio-cultural	0,827	0,167	0,267	0,141	0,113	-0,060
Compromiso con la preservación del medio ambiente	0,793	-0,024	-0,002	0,192	0,103	0,140
Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes	0,573	0,263	0,427	-0,030	0,165	0,004
Compromiso con el mejoramiento continuo	0,570	0,491	0,270	-0,226	0,333	0,086
Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas	0,560	0,389	0,293	0,209	-0,044	0,075
Habilidad para trabajar en un contexto diferente en lo social, cultural y territorial.	0,523	0,201	0,462	0,074	0,475	-0,164
Capacidad para aprender y actualizarse permanentemente	0,514	0,350	0,198	0,313	0,122	0,156
Habilidad para trabajar en forma autónoma	0,319	0,772	0,209	0,052	0,005	-0,146
Capacidad para la toma de decisiones	0,073	0,769	0,159	0,149	0,259	-0,093
Capacidad crítica y autocrítica	-0,032	0,656	0,180	0,362	-0,050	0,388
Capacidad de trabajar en equipo	0,202	0,653	0,076	0,076	0,354	0,016
Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión	0,380	0,576	0,025	0,529	-0,105	0,127
Capacidad de adaptarse al cambio	0,247	0,496	0,454	-0,019	0,473	-0,165
Capacidad creativa	0,100	0,128	0,720	0,283	-0,036	0,285
Iniciativa y espíritu emprendedor	0,463	0,184	0,692	0,053	0,026	0,025
Capacidad de investigación	0,299	0,110	0,587	0,284	0,036	0,453
Capacidad para formular y gestionar proyectos	0,292	0,348	0,543	0,380	0,144	-0,043
Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	0,392	0,305	0,492	0,428	0,112	-0,106
Habilidades interpersonales	0,079	0,349	0,445	0,379	0,343	-0,025
Capacidad de abstracción, análisis y síntesis	0,211	0,162	0,086	0,778	0,131	0,240
Habilidad en el uso de la tecnología y la comunicación	0,282	-0,007	0,323	0,689	0,103	0,125
Comunicación oral y escrita	-0,074	0,464	0,347	0,573	0,323	-0,162
Capacidad de comportarse de acuerdo a principios y valores	-0,031	0,143	0,166	0,178	0,817	0,180
Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad	0,423	0,137	-0,212	0,095	0,730	0,010
Habilidad para comunicarse en un segundo idioma	0,045	-0,088	0,092	0,130	0,099	0,910

Fuente: SPSS Statistics. Método de extracción: Análisis de componentes principales. La rotación ha convergido en 10 iteraciones

De acuerdo con la matriz de componentes rotados, a continuación en la Ilustración 12, se muestran los grupos que se forman según las competencias desarrolladas por los egresados del momento cero. Además, cada grupo de competencias se generaliza mediante un nombre.

Ilustración 12. Grupos según las competencias desarrolladas por los egresados



Fuente: Elaboración propia basada en la matriz de componentes rotados

#### 4.3.4 Análisis de clustering

Con el propósito de buscar comportamientos diferenciados, los egresados se agrupan mediante un análisis de clustering basado en las puntuaciones factoriales de cada caso en cada uno de los factores (valores estandarizados de media 0 y varianza 1) resultantes de los componentes principales y extraídos previamente. Por lo tanto, se utiliza la técnica de agrupamiento K medias con el fin de situar a los centros en el espacio de forma que los datos pertenecientes al mismo centro tengan características similares. De esta manera, si se utiliza el K medias con  $k=2$  se obtienen dos grupos. Pero, no se sabe si el valor de  $k$  elegido es el adecuado. Con el fin, de indagar más se realiza un agrupamiento con  $k=3$ . Entonces, si comparamos la distancia entre grupos con  $k=2$  y con  $k=3$ , en la Tabla 18 se observa que la distancia entre el cluster 1 y 2 es 1,945 y en Tabla 19 se observa que la

distancia entre estos mismos grupos aumenta a 1,957. Entonces, se crean 4 agrupaciones (ver Tabla 20), al comparar las distancias entre estos grupos con las obtenidas en  $k=3$ , la distancia entre 1 y 2 sigue aumentando, pero la distancia entre 2 y 3 disminuye de 2,119 a 1,958, lo cual lleva a deducir que el agrupamiento óptimo es  $k=3$ .

Tabla 18. Distancias entre los centros de los conglomerados finales  $K=2$

Conglomerado	1	2
1		1,945
2	1,945	

Fuente: SPSS Statistics

Tabla 19. Distancias entre los centros de los conglomerados finales  $K=3$

Conglomerado	1	2	3
1		1,957	1,829
2	1,957		2,129
3	1,829	2,129	

Fuente: SPSS Statistics

Tabla 20. Distancias entre los centros de los conglomerados finales  $K=4$

Conglomerado	1	2	3	4
1		3,556	3,644	3,579
2	3,556		1,958	1,890
3	3,644	1,958		1,965
4	3,579	1,890	1,965	

Fuente: SPSS Statistics

Otra manera de saber si es mejor la agrupación con  $k=3$  que la  $k=4$ , es comparar los grupos formados por  $K$  medias con los formados mediante otro método de agrupamiento. Por consiguiente, el método a utilizar es el conglomerado en dos fases el cual es una herramienta de exploración que se caracteriza por el tratamiento de variables categóricas y continuas. Así, al generar dos y tres conglomerados con este método, mediante una tabla de contingencia se comparan estos datos con los obtenidos por  $k$  medias. En la Tabla 21, se observa que el cluster 1 de  $k$  medias coincide en cierta proporción con el conglomerado 1 de dos fases y lo mismo sucede con el cluster 2 y el conglomerado 2. Sin embargo, no se observa algún grado de similitud entre el cluster 3 y el conglomerado 3. Además, en la Tabla 22 (4 agrupaciones) se observa que el cluster 1 no coincide con el conglomerado 1

y en la agrupación 3 no hay algún grado de similitud entre los dos métodos. Por lo tanto, esto sugiere que de la información analizada se extraigan solo dos agrupaciones.

Tabla 21. Tabla de contingencia K medias \* Conglomerados en dos fases (3 agrupaciones)

K medias	Número de conglomerados en dos fases			Total
	1	2	3	
1	12	4	5	21
2	4	7	6	17
3	8	6	0	14
Total	24	17	11	52

Fuente: SPSS Statistics

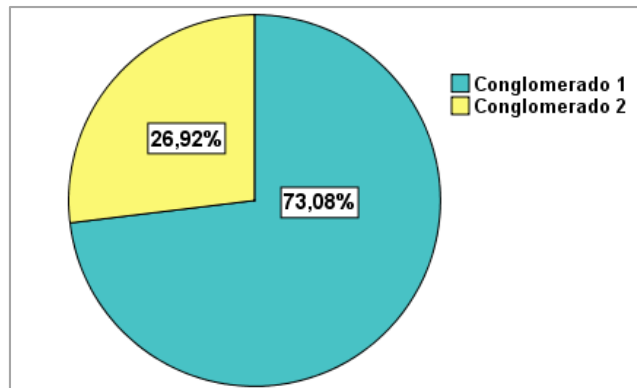
Tabla 22. Tabla de contingencia K medias \* Conglomerados en dos fases (4 agrupaciones)

K medias	Conglomerados en dos fases				Total
	1	2	3	4	
1	0	1	2	0	3
2	10	5	1	0	16
3	7	5	0	2	14
4	7	0	8	4	19
Total	24	11	11	6	52

Fuente: SPSS Statistics

Por consiguiente, se extraen dos conglomerados (ver Ilustración 13), el conglomerado 1 conformado por el 73,08% de los casos analizados y el conglomerado 2 por el restante 26,92% de los casos.

Ilustración 13. Tamaño de los conglomerados



Fuente: SPSS Statistics

Con base en los conglomerados encontrados anteriormente, y mediante el uso de cubos OLAP y de tablas de contingencia, en la Tabla 24 se describen atributos del perfil de los egresados que conforman cada conglomerado. Dentro de las características que se describen del perfil se encuentran: desarrollo de las competencias al momento del grado, trayectoria académica y educativa, datos sociodemográficos (edad, género, estado civil, lugar de residencia), aspectos relacionados con la ocupación actual, requisitos del mercado laboral, satisfacción académica y pertinencia educativa.

De estas características, en la Tabla 23, se muestra que el conglomerado 1 tiene 5 de los 6 grupos de competencias en alto grado de desarrollo, mostrando bajo grado de desarrollo en la habilidad para comunicarse en un segundo idioma. En cuanto al conglomerado 2, se observa bajo grado de desarrollo en 5 de los 6 grupos de competencias, y grado de desarrollo medio en la habilidad para comunicarse en un segundo idioma. Así, las características de los conglomerados permiten detectar oportunidades de mejora para aumentar el grado de desarrollo en esas competencias.

Tabla 23. Centro de los conglomerados finales

Factores	Conglomerado	
	1	2
Adaptarse al entorno y compromiso con el bienestar social y ambiental	0,12092	-0,32821
Trabajar en equipo y aplicar los conocimientos de forma autónoma	0,03275	-0,08889
Habilidades interpersonales y capacidad para transformar el entorno	0,03115	-0,08455
Habilidades tecnológicas y capacidades de comunicación	0,02236	-0,06069
Compromiso ético y respeto por la diversidad y la multiculturalidad	0,50667	-1,37525
Habilidad para comunicarse en un segundo idioma	-0,01794	0,04870

Fuente: SPSS Statistics

Tabla 24. Perfil de los conglomerados momento cero.

Variable	Atributo	Conglomerado 1	Conglomerado 2
<b>Desarrollo de las competencias al momento del grado</b>	Adaptarse al entorno y compromiso con el bienestar social y ambiental	Alto grado de desarrollo	Bajo grado de desarrollo
	Trabajar en equipo y aplicar los conocimientos de forma autónoma	Alto grado de desarrollo	Bajo grado de desarrollo
	Compromiso ético y respeto por la diversidad y la multiculturalidad	Alto grado de desarrollo	Bajo grado de desarrollo
	Habilidades interpersonales y capacidad para transformar el entorno	Alto grado de desarrollo	Bajo grado de desarrollo
	Habilidades tecnológicas y capacidades de comunicación	Alto grado de desarrollo	Bajo grado de desarrollo
	Habilidad para comunicarse en un segundo idioma	Bajo grado de desarrollo	Grado de desarrollo medio
<b>Edad</b>	Edad	Entre 22 y 33 años. Promedio 26 años	Entre 22 y 27 años. Promedio 25 años
<b>Género</b>	Femenino	55,3%	50%
	Masculino	44,7%	50%
<b>Estado Civil</b>	Casado (a)	7,9%	-----
	Divorciado (a)	2,6%	----
	Soltero(a)	86,8%	85,7%
	Unión Libre	2,6%	14,3%
<b>Lugar de residencia</b>	Antioquia	2,8%	----
	Boyacá	2,8%	-----
	Casanare	2,8%	-----
	Cundinamarca	25%	21,4%
	Guajira	2,8%	-----
	Huila	---	7,1%
	Santander	63,9%	71,4%
<b>Educación</b>	Exterior	5,3%	----
	Especialización	8,3%	----
	Maestría	11,1%	7,1%
	Otro Pregrado	2,6%	----
<b>Educación continua</b>	Educación continua	31,6%	21,4%
<b>Dominio de otro idioma</b>	Si	44,7%	50%
<b>Idiomas de mayor dominio</b>	En los dos conglomerados la mayoría de graduados dominan el inglés.	*De los que dominan Inglés, la mayoría tienen nivel avanzado *De los que dominan Francés, la mayoría tienen nivel bajo *De los que dominan Portugués, la mayoría tiene nivel bajo	*De los que dominan Inglés, la mayoría tienen nivel avanzado *De los que dominan Portugués, la mayoría tiene nivel bajo *De los que dominan Francés en su mayoría tienen nivel bajo o medio.
<b>Beneficio por el dominio de otro idioma</b>		Le ha permitido un mejor desempeño laboral	Ha aprovechado oportunidades laborales y académicas y le ha permitido un mejor desempeño laboral.

Tabla 24. (Continuación)

Variable	Atributo	Conglomerado 1	Conglomerado 2
Ocupación actual	Empleado de empresa privada	57,9%	42,9%
	Empresa de institución/empresa pública	18,4%	14,3%
	Empresario/empleador	----	7,1%
	Estudiante de Posgrado	7,9%	7,1%
	Trabajador independiente	7,9%	-----
	Desempleado	7,9%	28,6%
Sector económico de la empresa en la que trabaja	Sector primario	6,3%	11,1%
	Sector secundario	15,6%	11,1%
	Sector terciario	78,1%	77,8%
Tipo de empresa	Nacional	82,8%	77,8%
	Internacional Origen Colombiano	10,35%	----
	Internacional origen Extranjero	6,9%	22,2%
Nivel jerárquico del cargo	Nivel Directivo	3,4%	-----
	Nivel Administrativo	27,6%	12,5%
	Nivel intermedio	48,3%	37,5%
	Nivel operativo	20,75	50%
Tipo de contratación	Contrato a término fijo	50%	62,5%
	Contrato a término indefinido	21,9%	12,5%
	Contrato de prestación de servicios	25%	25%
	Otro	3,1%	-----
Tiempo de permanencia en el empleo actual	Menos de 6 meses	31,3%	55,6%
	Entre 6 meses y 1 año	31,3%	33,3%
	Entre 1 año y 2 años	34,4%	11,1%
	Más de 2 años	3,1%	-----
Satisfacción salarial	Muy satisfecho	9,4%	12,5%
	Algo satisfecho	25%	50%
	Ni satisfecho ni insatisfecho	34,4%	12,5%
	Algo insatisfecho	28,1%	12,5%
	Muy insatisfecho	3,1%	12,5%
Interés por crear empresa	Si	86,8%	100%
Mayor dificultad al crear empresa		Falta de recursos económicos propios y miedo para asumir el riesgo	Falta de recursos económicos propios y miedo para asumir el riesgo
Deseo por estar en otro trabajo para desarrollar mejor las competencias	Si	68,8%	77,8%
	No	31,3%	22,2%
Medio de búsqueda de empleo más utilizado		Otras bolsas de empleo (internet, empresas privadas de empleo), bolsa de empleo de la Universidad, y estableció contactos mientras trabajaba durante los estudios.	Otras bolsas de empleo (internet, empresas privadas de empleo) y práctica o pasantía empresarial

Tabla 24. (Continuación)

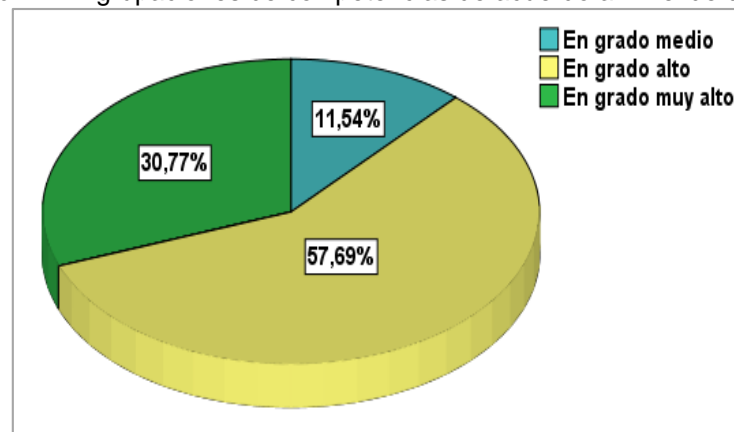
Variable	Atributo	Conglomerado 1	Conglomerado 2
<b>Actividad económica</b>		Actividades profesionales, científicas y técnicas (contaduría, jurídica, consultoría, etc), otros servicios, servicios educativos y servicios de salud, información y comunicaciones y otras industrias manufactureras (joyas, juegos, juguetes, instrumentos musicales, etc)	Servicios educativos, otros servicios, transporte y almacenamiento, elaboración de productos alimenticios y fabricación de productos metalúrgicos básicos
<b>Campo de acción</b>		Planificación, gestión de calidad, gestión de proyectos, asesoría y consultoría, seguridad y salud ocupacional, producción y logística	Planificación, seguridad y salud ocupacional, gestión de proyectos, gestión de calidad y logística.
<b>Requisitos primer empleador</b>		Prestigio de la Universidad, desempeño en la entrevista.	Prestigio en la Universidad, desempeño en la entrevista y resultados de pruebas psicológicas
<b>Aspectos que considera importantes al momento de la graduación</b>		El más importante es desarrollar competencias profesionales y laborales, seguido por acumular experiencia, y mayor formación académica.	El más importante es mayor formación académica, seguido por desarrollar competencias profesionales y laborales y acumular experiencia,
<b>Referencia de la calidad profesional</b>		Ni en ventaja ni en desventaja respecto: a las competencias requeridas en el mercado laboral, a los egresados de otras universidades y a los egresados de su promoción, egresados de promociones previas y posteriores.	En desventaja respecto a las competencias requeridas en el mercado laboral y respecto a las promociones posteriores y ni en ventaja ni en desventaja respecto a los egresados de otras universidades, egresados de su promoción y de promociones previas.
<b>Satisfacción con algunos aspectos de acuerdo a la experiencia académica</b>		Más satisfechos con los métodos utilizados para el aprendizaje práctico (como: los trabajos prácticos en empresa, talleres, entre otros) e insatisfechos con el uso de material en otro idioma.	Más satisfechos con el contenido interdisciplinar del plan de estudios del programa e insatisfechos con el uso de material en otro idioma.
<b>Volviendo hacia atrás, volvería a estudiar en la UIS</b>		De nuevo Ingeniería Industrial (84,2%). Por la calidad de la formación.	De nuevo Ingeniería Industrial (78,6%). Por la calidad de la formación
<b>Pertinencia educativa</b>		La aplicación de los conocimientos ha sido considerada de calidad, la formación que ofrece la Universidad está alineada con la misión institucional y se sentía algo preparado para incorporarse al mundo laboral.	Más de acuerdo respecto a que la aplicación de sus conocimientos ha sido considerada de calidad pero al terminar sus estudios no se sentía preparado para incorporarse al mundo laboral.

Fuente: Elaboración propia basada en datos extraídos de SPSS Statistics

Con el fin, de realizar una segmentación más detallada de los graduados, se realiza una segmentación de las 26 competencias evaluadas en el cuestionario, para caracterizar a los egresados con base en los niveles de desarrollo que ellos tienen de las competencias al momento del grado. Así, se encuentran tres agrupaciones (ver Ilustración 14) denominadas: en grado muy alto, en grado alto y en grado medio, conformadas respectivamente por el 30,77%, el 57,69% y el 11,54% del total de los casos evaluados. Además, más del 50% se encuentran en el segmento denominado en grado muy alto, lo cual indica que los egresados que se encuentran en esta agrupación tienen un desarrollo alto de las competencias, lo que indica que la formación proporcionada a los estudiantes de Ingeniería Industrial ha sido de calidad.

Sin embargo, en la Ilustración 15, se detalla el comportamiento de cada una de las agrupaciones respecto a las medias de las 26 competencias evaluadas, en donde se evidencia que la competencia CG6<sup>277</sup> (Habilidad para comunicarse en un segundo idioma) y la competencia CG10 (capacidad de investigación), están ubicadas entre un grado de desarrollo medio y bajo en las tres agrupaciones..

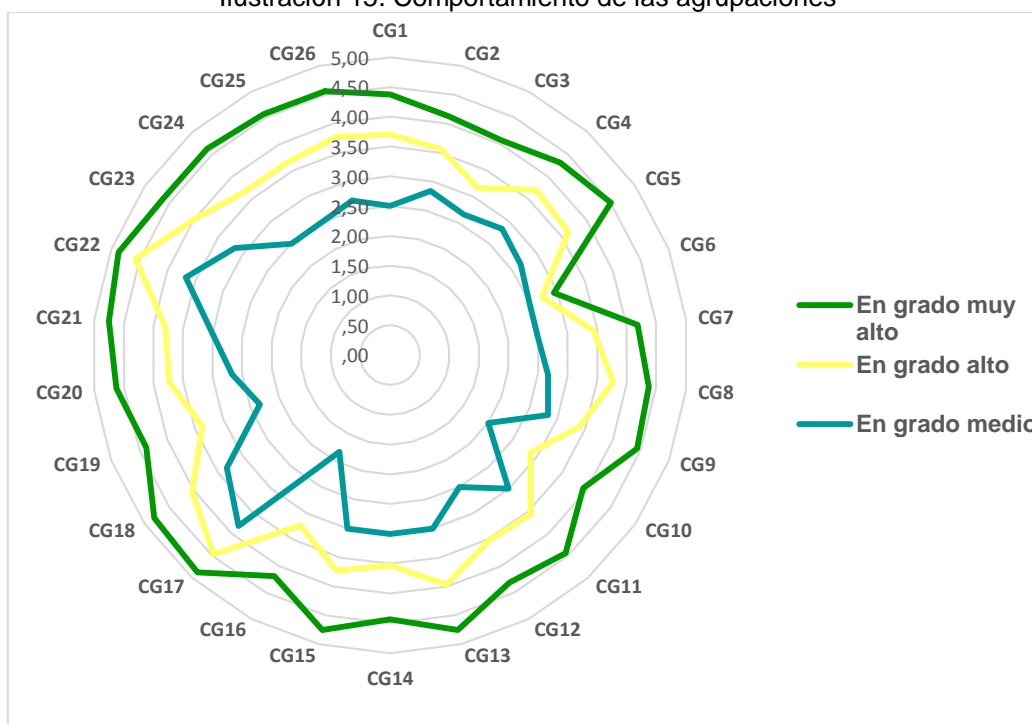
Ilustración 14. Agrupaciones de competencias de acuerdo al nivel de desarrollo



Fuente: SPSS Statistics

<sup>277</sup> Ver codificación de las competencias en el Anexo I.

Ilustración 15. Comportamiento de las agrupaciones



Fuente: SPSS Statistics

Partiendo de las agrupaciones encontradas anteriormente, y mediante el uso de tablas de contingencia y de cubos OLAP, se describe el perfil de los graduados para cada agrupación, en donde se detallan datos sociodemográficos, trayectoria educativa, trayectoria profesional y laboral y satisfacción académica y profesional y la pertinencia educativa. En la Tabla 25, se muestran los perfiles de los segmentos encontrados en el momento cero, los cuales permiten detallar algunas similitudes y diferencias entre los graduados de estos segmentos, con el propósito de formular estrategias que permitan afrontar la situación presentada en cada agrupación y así fortalecer la calidad y pertinencia de la educación ofrecida por el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander.

Para el caso de los momentos 1 y 3 se realiza el análisis exploratorio de factores mediante componentes principales, en el momento 1 la clasificación de las competencias que se da en la matriz de componentes rotados (ver Anexo J) no es

clara para realizar la agrupación. Por otro lado, en el momento 3 la matriz de correlación no es definida positiva lo cual no hace que el análisis de componentes principales sea adecuado.

Entonces, se realiza el análisis mediante el agrupamiento de las competencias, estos grupos al igual que en el momento cero, se definen de acuerdo con el nivel de desarrollo de las competencias al momento del grado. De esta manera, para el momento uno se encuentran tres agrupaciones (ver Anexo K): en grado muy alto, en grado alto y en grado muy alto conformadas respectivamente por el 32%, el 62% y el 6% del total de los casos analizados. Al igual que en el momento cero, en el grado de desarrollo alto de las competencias se encuentra más del 50% de los egresados. Aunque, persiste la deficiencia en la habilidad de comunicación en un segundo idioma, deficiencia en la capacidad de investigación y deficiencia en la capacidad de formular y gestionar proyectos.

Respecto al momento tres, se encuentran también tres agrupaciones (ver Anexo L) similares a las encontradas en los momentos cero y uno: en grado muy alto (36%), en grado alto (56%) y en grado medio (8%). También, se presenta que más del 50% de los egresados evaluados tienen un desarrollo alto de las competencias y en proporción más baja se encuentra aquellos egresados que tienen un grado de desarrollo medio de las competencias. Además, de acuerdo con el comportamiento de cada una de las competencias en estas agrupaciones, hay mayor deficiencia en la habilidad para comunicare en un segundo idioma comparada con los momentos cero y uno. Asimismo, se presenta deficiencia en la capacidad de investigación y en la capacidad para formular y gestionar proyectos

Tabla 25. Perfil de los segmentos de los egresados del momento cero

Variable	Atributo	En grado muy alto	En grado alto	En grado medio
<b>Edad</b>	Rango de edad	Entre 22 y 33 años	Entre 22 y 29 años	Entre 22 y 29 años
<b>Género</b>	Femenino	31,3%	63,3%	66,7%
	Masculino	68,8%	36,7%	33,7%
<b>Estado Civil</b>	Casado (a)	6,3%	6,7%	----
	Divorciado (a)	----	3,3%	----
	Soltero(a)	87,5%	86,7%	83,3%
	Unión Libre	6,3%	3,3%	16,7%
<b>Lugar de residencia</b>	Antioquia	----	----	16,7%
	Boyacá	7,1%	----	----
	Casanare	----	3,3%	----
	Cundinamarca	28,6%	20%	33,3%
	Guajira	7,1%	----	----
	Huila	----	3,3%	----
	Santander	57,1%	73,3%	50%
	Exterior	12,5%	----	----
<b>Educación</b>	Especialización	18,8%	----	----
	Maestría	----	16,6%	----
	Otro Pregrado	6,3%	----	----
	Educación continua	18,8%	33,3%	33,3%
<b>Dominio de otro idioma</b>	Si	43,8%	46,7%	50%
<b>Otros idiomas</b>		Inglés, francés, portugués, italiano o alemán.	Inglés, portugués, francés o italiano.	Inglés, francés o portugués.
<b>Beneficio obtenido por el dominio de otro idioma</b>		Ha aprovechado oportunidades laborales y le ha permitido un mejor desempeño laboral.	Ha aprovechado oportunidades académicas y laborales, y le ha permitido un mejor desempeño laboral	Le ha permitido un mejor desempeño laboral y ha aprovechado oportunidades académicas
<b>Ocupación actual</b>	Empleado de empresa privada	56,3%	56,7%	33,3%
	Empresa de institución/empresa pública	25%	13,3%	16,7%
	Empresario/empleador	----	3,3%	----
	Estudiante de Posgrado	----	13,3%	----
	Trabajador independiente	6,3%	6,7%	----
	Desempleado	12,5%	6,7%	50%
<b>Sector económico de la empresa en la que trabaja</b>	Sector primario	14,3%	4,2%	----
	Sector secundario	7,1%	16,7%	33,3%
	Sector terciario	78,6%	79,2%	66,7%

Tabla.25. (Continuación)

Variable	Atributo	En grado muy alto	En grado alto	En grado medio
Tipo de empresa	Nacional	76,9%	81,8%	100%
	Internacional Colombiano Origen	15,4%	4,5%	-----
	Internacional Extranjero origen	7,7%	13,6%	-----
Nivel jerárquico del cargo	Nivel Directivo	6,3%	-----	-----
	Nivel Administrativo	23,1%	23,8%	33,3%
	Nivel intermedio	61,5%	38,1%	33,3%
	Nivel operativo	7,7%	38,1%	33,3%
Tipo de contratación	Contrato a término fijo	64,2%	43,5%	66,7%
	Contrato a término indefinido	14,3%	21,7%	33,3%
	Contrato de prestación de servicios	21,4%	30,4%	-----
	Otro	-----	4,3%	-----
Tiempo de permanencia en el empleo actual	Menos de 6 meses	28,6%	41,7%	33,3%
	Entre 6 meses y 1 año	35,7%	29,2%	33,3%
	Entre 1 año y 2 años	35,7%	29,2%	-----
	Más de 2 años	-----	-----	33,3%
Satisfacción salarial	Muy satisfecho	14,3%	8,7%	-----
	Algo satisfecho	28,6%	30,4%	33,3%
	Ni satisfecho ni insatisfecho	21,4%	34,8%	33,3%
	Algo insatisfecho	35,7%	17,4%	33,3%
	Muy insatisfecho	-----	8,7%	-----
Interés por crear empresa	Si	93,8%	86,2%	100%
Mayor dificultad para crear empresa		Falta de recursos económicos propios	Falta de recursos económicos propios	Miedo para asumir el riesgo
Deseo por estar en otro trabajo para desarrollar mejor las competencias	Si	57,2%	83,3%	33,3%
	No	42,9%	16,7%	66,7%
Requisitos más importantes del primer empleador		En orden de importancia de mayor a menor se encuentra: prestigio de la Universidad, experiencia laboral/prácticas adquirida durante sus estudios de pregrado, desempeño en las entrevistas y resultado de las pruebas psicológicas	Los más importantes son: prestigio de la Universidad y desempeño en la entrevista	El más importante es prestigio de la Universidad

Tabla.25. (Continuación)

Variable	Atributo	En grado muy alto	En grado alto	En grado medio
<b>Medios de búsqueda de empleo más utilizados</b>		Envía las hojas directamente a las empresas, otras bolsas de empleo (internet, empresas privadas de empleo) y bolsa de empleo de la Universidad.	Estableció contactos mientras trabajaba durante sus estudios, Otras bolsas de empleo (internet, empresas privadas de empleo) y bolsa de empleo de la Universidad.	Estableció contactos mientras trabajaba durante sus estudios, redes sociales y Otras bolsas de empleo (internet, empresas privadas de empleo).
<b>Actividad económica</b>		Actividades profesionales, científicas y técnicas (contaduría, jurídica, consultoría, etc), servicios educativos, otros servicios,	Elaboración de productos alimenticios, otros servicios, servicios educativos, Información y comunicaciones, servicios de salud, transporte y almacenamiento	Servicios educativos, fabricación de productos metalúrgicos básicos y Actividades profesionales, científicas y técnicas (contaduría, jurídica, consultoría, etc)
<b>Campo de acción</b>		Gestión de proyectos, planificación, seguridad y salud ocupacional, asesoría y consultoría y gestión de calidad, otras ocupaciones	Gestión de calidad, gestión de proyectos, planificación y seguridad y salud ocupacional.	Asesoría y consultoría, gestión de calidad, logística, planificación, producción, seguridad y salud ocupacional.
<b>Aspectos importantes al momento de la graduación</b>		Más importante acumular experiencia, seguido por mayor formación académica y desarrollar competencias profesionales y laborales	Más importante acumular experiencia y desarrollar competencias profesionales y laborales, seguido por mayor formación académica	Más importante desarrollar competencias profesionales y laborales, seguido por mayor formación académica y acumular experiencia.
<b>Calidad profesional respecto a otros profesionales</b>		Ni en ventaja ni en desventaja frente a egresados de Ingeniería Industrial de otras Universidades y de la UIS y a las competencias requeridas en el mercado laboral	Ni en ventaja ni en desventaja frente a egresados de Ingeniería Industrial de otras Universidades y de la UIS y en desventaja frente a las competencias requeridas en el mercado laboral	Ni en ventaja ni en desventaja frente a egresados de Ingeniería Industrial de otras Universidades y egresados antiguos de la UIS y demasiado en desventaja frente a las competencias requeridas en el mercado laboral
<b>Satisfacción con algunos aspectos de acuerdo a su experiencia académica</b>		Muy satisfecho con los métodos utilizados para el aprendizaje práctico (como: los trabajos prácticos en empresa, talleres, entre otros) y satisfecho con el contenido interdisciplinar del programa e insatisfechos con el uso de material en otro idioma.	Más satisfechos con los métodos utilizados para el aprendizaje práctico (como: los trabajos prácticos en empresa, talleres, entre otros) y el contenido interdisciplinar del programa, e insatisfechos con el uso de material en otro idioma.	Opinión indiferente ante los métodos utilizados para el aprendizaje práctico (como: los trabajos prácticos en empresa, talleres, entre otros) y el contenido interdisciplinar del programa y demasiado insatisfechos con las herramientas informáticas especializadas para reforzar el aprendizaje.
<b>Volvería a estudiar en la UIS</b>		Si. Por la calidad de la formación, la posibilidad de intercambios nacionales e internacionales y por fomentar la innovación y la creatividad	Si. Por la calidad de la formación y la posibilidad de intercambios nacionales e internacionales	Si. Por la calidad de la formación

Tabla.25. (Continuación)

Variable	Atributo	En grado muy alto	En grado alto	En grado medio
<b>Pertinencia educativa</b>		La aplicación de los conocimientos ha sido considerada de calidad, la formación que ofrece la Universidad está alineada con su misión Institucional. Al terminar sus estudios universitarios se sentía algo preparado para incorporarse al mundo laboral	La aplicación de los conocimientos ha sido considerada de calidad y al terminar sus estudios universitarios no se sentía muy preparado para incorporarse al mundo laboral	La aplicación de los conocimientos ha sido considerada de calidad, la formación que ofrece la Universidad está alineada con su misión Institucional. Al terminar sus estudios universitarios no se sentía preparado para incorporarse al mundo laboral
<b>Grado de desarrollo de las competencias</b>		En alto grado de desarrollo trabajar en equipo y aplicar los conocimientos en la práctica.	En alto grado el compromiso ético y respeto por la diversidad y multiculturalidad.	Bajo desarrollo en adaptarse al entorno y compromiso con el bienestar social y ambiental.

## 4.4 MINERÍA DE DATOS

En esta etapa se busca descubrir patrones y relaciones entre los datos que permitan caracterizar a los graduados, para esto se utilizan técnicas de la minería tales como, árboles de decisión, redes bayesianas y reglas de asociación. A continuación se describe cada técnica:

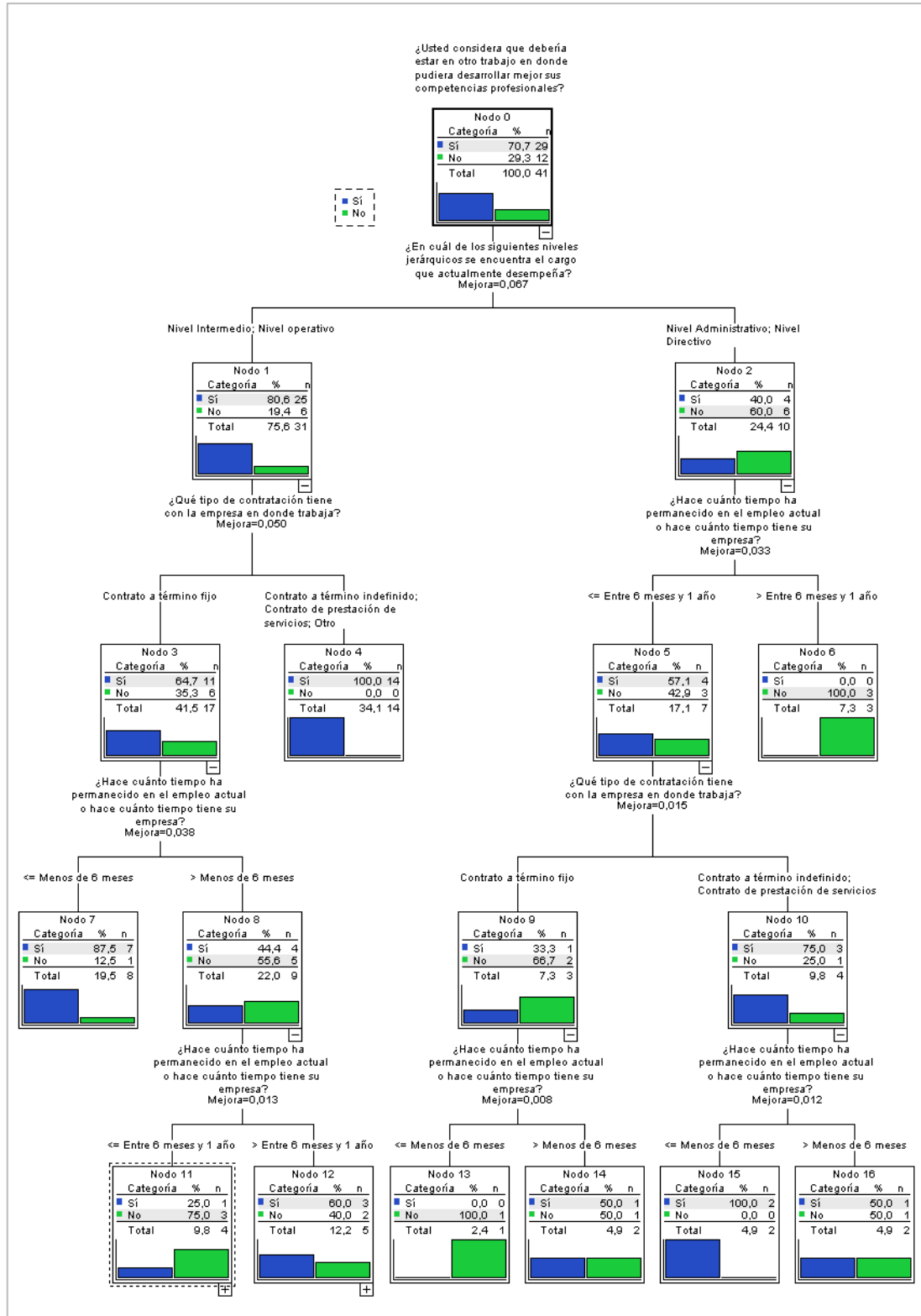
### 4.4.1 Árboles de decisión

Para este estudio los arboles de decisión se basan en el método de crecimiento CRT, el cual divide los datos en segmentos para que sean lo más homogéneos posible respecto a la variable dependiente.

En el caso del momento cero, en la Ilustración 16 se observa un árbol de decisión en el que la variable dependiente es si el egresado cree que debería cambiar de empleo para mejorar las competencias profesionales y como variables independientes se encuentran el tipo de contrato, el nivel jerárquico del cargo y tiempo de permanencia en el empleo actual. La información se obtiene siguiendo cada una de las ramas desde el nodo raíz (Nodo 0) hasta cada una de las ramas. Así, de los egresados que trabajan se tiene que del 75,6% que se encuentran en un nivel operativo o intermedio, el 80,6% desean cambiar de trabajo, de los cuales el 34,1% tienen contrato a término indefinido, contrato a prestación de servicios u otro tipo de contrato, contrario al 60% del nivel administrativo y directivo que desean permanecer en el trabajo.

De esta manera, se construyen arboles de decisión (ver Anexo M) para algunas variables del momento cero y que aportan información relevante al fenómeno estudiado.

Ilustración 16. Árbol de decisión para la satisfacción con el empleo según el nivel del cargo



Fuente: SPSS Statistics

Del árbol de decisión en el que se tiene como nodo raíz el nivel de satisfacción salarial, y se relaciona con las variables independientes: interés por crear empresa y tiempo de permanencia en la empresa, se observa que el 30,8% los egresados con un tiempo de permanencia en el empleo actual menor a un año no están ni satisfechos ni insatisfechos con el salario y el 90% de estos tienen interés por crear empresa.

Adicionalmente, se construye el árbol de decisión que permita mediante el nodo raíz, sector económico en el cual labora el egresado y como variables independientes: nivel de satisfacción salarial, nivel jerárquico del cargo y número de empleados en la empresa en la que labora. Por consiguiente, se obtiene que el 56,2% de los egresados que presentan un nivel de satisfacción salarial bajo, trabajan en el sector terciario, de los cuales el 66,7% están en el nivel intermedio, nivel operativo o nivel directivo. Además, de las empresas con más de 200 empleados (grandes empresas) el 50% son del sector primario. Para el caso de los momentos uno y tres, se construyen los árboles de decisión necesarios para descubrir información relevante. A continuación se describen algunos hallazgos de los árboles de decisión:

De los árboles de decisión construidos con algunas variables del momento uno (ver Anexo N) se obtiene lo siguiente:

- Se relaciona el deseo de cambiar de trabajo con el tiempo de permanencia en el trabajo actual, el tipo de contratación y el nivel jerárquico del cargo. Entonces, de los egresados que llevan en el empleo más de 18 meses, el 63,6% tienen contrato a término fijo o contrato a término indefinido, del cual el 71,4% desean cambiar de empleo.
- De la relación entre las expectativas de la situación laboral que los egresados tenían al finalizar sus estudios, con las variables independientes: desempeño actual, tiempo de permanencia en el empleo y nivel jerárquico, se tiene: para el 43,3% de los empleados de empresa privada la situación laboral es mejor de lo

que esperaba, de los cuales el 76,9% llevan en el empleo más de 18 meses. Adicionalmente, se deduce que a medida que aumenta el tiempo de permanencia en el empleo, la situación laboral coincide con las expectativas que se tenían al finalizar los estudios

- El 51,9% de los egresados que laboran en empresas que tienen más de 200 empleados (grandes empresas) están algo satisfechos con el salario y la mayoría están en el sector terciario.

En relación al momento tres (ver Anexo O) se obtiene lo siguiente:

- La mayoría (60%) de egresados no desean cambiar de empleo con el propósito de desarrollar mejor sus competencias profesionales, estos egresados tienen el cargo en un nivel intermedio o nivel operativo, y la mayoría lleva en su empleo más de un año con un contrato a término indefinido
- Al relacionar como variable dependiente el nivel de coincidencia de la situación laboral actual de los egresados con las expectativas que ellos tenían cuando estaban finalizando sus estudios, y como variables independientes: el desempeño actual del egresado y el tipo de contrato, se observa en el árbol de decisión que la situación laboral de los egresados que laboran en empresas privadas es igual a las expectativas que tenían cuando estaban finalizando sus estudios y la mayoría de egresados tienen contrato a término indefinido

#### **4.4.2 Redes Bayesianas**

Las Redes Bayesianas se usan con el fin de encontrar nueva información a partir de redes que permitan establecer relaciones entre las diferentes variables. Entonces, para cada relación se define la variable clase y las variables independientes. Estas redes se obtienen mediante el método TAN (del inglés Tree Augmented Naïve Bayes) utilizando el software WEKA. El método TAN, construye una red bayesiana que le da un tratamiento especial a la variable clase, por lo tanto se busca aprender redes bayesianas orientadas a la clasificación. En donde, en lugar de suponer las variables independientes (dada la clase), se admiten ciertas dependencias entre los atributos, de manera que se construye una red bayesiana

en forma de árbol.

#### 4.4.2.1 Momento cero

Para el momento cero, en la Ilustración 17, se visualiza el gráfico del árbol generado a partir de la clasificación que se obtiene de relacionar la variable clase: ¿Volviendo hacia atrás, volvería a estudiar en la UIS? y los atributos que se muestran en la siguiente tabla:

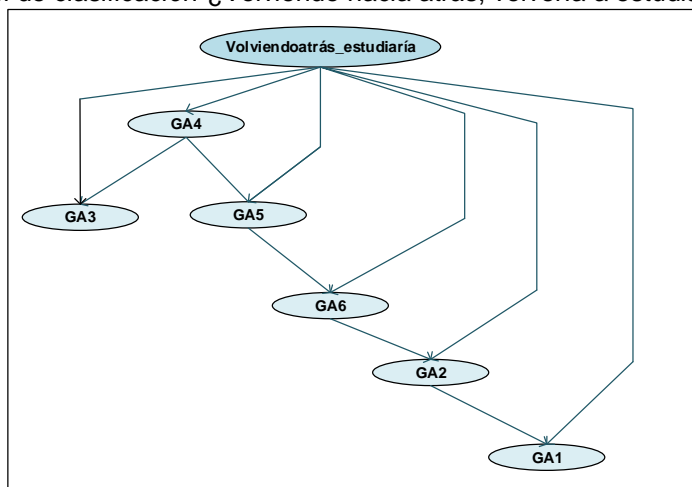
Tabla 26. Atributos

Código	Atributo
GA1	La calidad de la formación
GA2	El emprendimiento que se promueve
GA3	Posibilidad de intercambios nacionales o internacionales
GA4	Apoyar el desarrollo de la investigación
GA5	Fomentar la innovación y la creatividad
GA6	La relación Universidad-empresa

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las probabilidades encontradas, existe una probabilidad de que el 81,3% de los egresados volviendo hacia atrás estudien de nuevo Ingeniería Industrial en la UIS, además, el aspecto que influye considerablemente en esta decisión es la calidad de la formación (GA1). Como se puede observar en la Tabla 27, de los egresados que están de acuerdo con la calidad de la formación de la Universidad y que expresan que están ni de acuerdo ni en desacuerdo en lo relacionado con el emprendimiento que promueve la Institución, la probabilidad de que volviendo hacia atrás estudien de nuevo Ingeniería Industrial en la UIS es del 78,7%. Asimismo, hay una probabilidad del 77,8% de que los egresados volverían a la Institución a estudiar Ingeniería Industrial estando completamente de acuerdo con el emprendimiento que promueve la Institución y con la calidad de la formación de la Institución. Por lo tanto, la calidad de la formación que ofrece cada programa académico debe estar en constante seguimiento para así satisfacer las expectativas de los egresados que después de desarrollar ciertos conocimientos y habilidades los aplican en algún sector de la sociedad con el fin de buscar impactos positivos y que beneficien a todos.

Ilustración 17. Árbol de clasificación-¿Volviendo hacia atrás, volvería a estudiar en la Universidad?



Fuente: Elaboración propia basada en WEKA

Tabla 27. Distribución de probabilidad para la satisfacción con la formación (GA1)

Volviendoatrás_estudiaria	GA2	Completamente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
De nuevo Ingeniería Industrial en la UIS	En desacuerdo	0,238	0,619	0,143
De nuevo Ingeniería Industrial en la UIS	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0,191	0,787	0,021
De nuevo Ingeniería Industrial en la UIS	Completamente en desacuerdo	0,455	0,455	0,091
De nuevo Ingeniería Industrial en la UIS	Completamente de acuerdo	0,778	0,111	0,111
De nuevo Ingeniería Industrial en la UIS	De acuerdo	0,692	0,231	0,077
Otra carrera en la UIS	En desacuerdo	0,2	0,6	0,2
Otra carrera en la UIS	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0,556	0,333	0,111
Otra carrera en la UIS	Completamente en desacuerdo	0,143	0,429	0,429
Otra carrera en la UIS	Completamente de acuerdo	0,333	0,333	0,333
Otra carrera en la UIS	De acuerdo	0,333	0,333	0,333
Ingeniería Industrial en otra Universidad	En desacuerdo	0,333	0,333	0,333
Ingeniería Industrial en otra Universidad	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0,111	0,778	0,111
Ingeniería Industrial en otra Universidad	Completamente en desacuerdo	0,333	0,333	0,333
Ingeniería Industrial en otra Universidad	Completamente de acuerdo	0,333	0,333	0,333
Ingeniería Industrial en otra Universidad	De acuerdo	0,333	0,333	0,333

Fuente: Elaboración propia basada en datos extraídos de WEKA

Siguiendo con el momento cero, a continuación se menciona información relevante que aporta al conocimiento del fenómeno estudiado

- En el Anexo P, se observa para el momento cero lo siguiente:
  - De los egresados que están muy insatisfechos con los fundamentos de emprendimiento, y con el uso de material en otro idioma durante su experiencia académica hay una probabilidad del 69,2% de que volviendo hacia atrás estudien de nuevo Ingeniería Industrial en la UIS.
  - Además, para los egresados que están algo satisfechos con los métodos utilizados para el aprendizaje práctico (como: trabajos prácticos en empresas, talleres, entre otros), la probabilidad es del 65,5% de que volviendo hacia atrás estudien de nuevo Ingeniería Industrial y estén algo insatisfechos con el uso de material en otro idioma durante sus estudios.
  - También, para los egresados que están algo insatisfechos con la orientación en la investigación durante sus estudios y con el uso de material en otro idioma, la probabilidad de que volviendo hacia atrás estudien de nuevo Ingeniería Industrial en la UIS es menor del 60%.
  - Hay una probabilidad del 61,9% de que volviendo hacia atrás los egresados estudien de nuevo Ingeniería Industrial en la UIS, pero están algo satisfechos con los métodos prácticos de aprendizaje, y con las herramientas informáticas especializadas para reforzar el aprendizaje.
  
- De los aspectos que influyen en la pertinencia educativa se obtiene (ver Anexo R):
  - El que la Universidad plantee acciones que le llevan a interactuar con la sociedad y generen impacto en ésta, no es factor determinante para que los egresados decidan volver a estudiar en la UIS.
  - Hay una probabilidad del 55,6% de que los egresados volviendo hacia atrás estudiarían de nuevo Ingeniería Industrial en la UIS, lo cual ocurre cuando los egresados están algo de acuerdo en que la aplicación de sus conocimientos ha sido considerada de calidad y en que durante el ejercicio

de su profesión, siente que cuenta con algunas de las competencias requeridas.

- Además, de los egresados que están algo de acuerdo en que al terminar sus estudios universitarios se sentían suficientemente preparados para incorporarse en el mundo laboral y asimismo están completamente de acuerdo en el aspecto que enuncia que la formación que la Universidad ofrece a sus estudiantes está alineada con su misión institucional, hay una probabilidad menor al 40% de que los egresados volviendo hacia atrás estudien de nuevo Ingeniería Industrial en la UIS.

#### 4.4.2.2 **Momento uno**

- En relación a los aspectos que influyen el volver a estudiar en la UIS se obtiene (ver Anexo Q):
  - La probabilidad de que los egresados estudien de nuevo Ingeniería Industrial en la UIS es del 54,8% y la probabilidad de estudiar otra carrera en la UIS es del 20,2%. Igual al momento cero, la probabilidad de que volviendo hacia atrás estudien de nuevo Ingeniería Industrial en la UIS es mayor.  
Además, existe una probabilidad del 11,7% de que el egresado vuelva a estudiar en la UIS influenciado principalmente por la posibilidad de intercambios nacionales e internacionales. Asimismo, hay una probabilidad del 50% de que los egresados vuelvan a estudiar Ingeniería Industrial en la UIS dependiendo del apoyo en el desarrollo de la investigación y de la posibilidad de intercambios a nivel nacional e internacional.
  - Con una probabilidad de 36%, de que los egresados estudien de nuevo en la UIS, no se ven influenciados a volver por las relaciones universidad-empresa, y tampoco por el emprendimiento que se promueve en la Institución.  
Además, existe una probabilidad del 59,1% de que los egresados vuelvan a estudiar de nuevo en la UIS por el fomento de la innovación y la creatividad y por algo de apoyo al desarrollo de la investigación.

- De los egresados que volverían a estudiar en la UIS con una probabilidad del 58,3%, se ven más influenciados por la calidad de la formación que por el fomento de la innovación y la creatividad.
- De la red bayesiana relacionada con los aspectos que influyen en la satisfacción académica se presenta lo siguiente (ver Anexo P)
  - Los egresados algo insatisfechos con los métodos utilizados para el aprendizaje práctico (como: los trabajos prácticos en empresa talleres, entre otros) volverían a estudiar otra carrera en otra Universidad con una probabilidad del 53,8%. Además, aquellos que están muy satisfechos con los métodos utilizados para el aprendizaje práctico y algo satisfecho con el emprendimiento que se fomenta, volverían a estudiar en la UIS con una probabilidad del 60%.
  - También, hay una probabilidad del 63,6% de que los egresados estudien de nuevo en la UIS, y estén algo satisfechos con las herramientas informáticas utilizadas y con el uso de material en otro idioma.
- De la red bayesiana que relaciona los aspectos de la pertinencia educativa, se obtiene (ver Anexo R):
  - La mayor probabilidad de que los egresados volviendo hacia atrás estudien de nuevo Ingeniería Industrial en la UIS es del 81%, en donde los egresados durante el ejercicio de su profesión, sienten que cuentan con las competencias requeridas y están completamente de acuerdo en que la formación que la Universidad ofrece a sus estudiantes está alineada con su misión institucional. Además, hay una probabilidad de 45,5% de que los egresados vuelvan a estudiar en la Universidad porque al terminar sus estudios universitarios no se sentían lo suficientemente preparados para incorporarse en el mundo laboral y durante el ejercicio de su profesión, siente que cuenta con algunas de las competencias requeridas.

#### 4.4.2.3 Momento tres

Respecto al momento tres, se presenta lo siguiente:

- Hay una probabilidad del 73,6% de que volviendo hacia atrás los egresados estudien de nuevo Ingeniería Industrial en la UIS y un 20,8% estudiaría otra carrera en la UIS

La mayor probabilidad de que los egresados vuelvan a estudiar Ingeniería Industrial en la UIS se presenta cuando ellos se ven influenciados más por la calidad de la formación que por el emprendimiento promovido en la Universidad. Por otro lado, existe una probabilidad del 55,6% de que los egresados estudien otra carrera en la UIS debido al fomento de la innovación y la creatividad pero son indiferentes al emprendimiento que se promueve (ver Anexo Q).

- Hay una probabilidad del 41,2% de que los egresados que de volviendo hacia atrás estudien de nuevo Ingeniería Industrial en la UIS, los cuales están algo satisfechos con los métodos utilizados para el aprendizaje práctico (como: trabajos prácticos en empresa, talleres, entre otros) pero muy insatisfechos con las herramientas informáticas especializadas para reforzar el aprendizaje (ver Anexo P).
- Los egresados que consideran que la aplicación de sus conocimientos académicos ha sido de calidad y que a Universidad plantea acciones que le llevan a interactuar con la sociedad y generan impacto en ésta, la probabilidad de que volviendo hacia atrás estudien de nuevo Ingeniería Industrial en la UIS es del 91,7%. Además, los egresados que al terminar sus estudios universitarios se sentían suficientemente preparados para incorporarse en el mundo laboral, y que durante el ejercicio de su profesión, sienten que cuentan con las competencias requeridas, con una probabilidad del 88,2% volverían a estudiar Ingeniería Industrial en la UIS (ver Anexo R).

#### 4.4.3 Reglas de asociación

Finalmente, de las técnicas de minería de datos se aplican las reglas de asociación utilizando el software WEKA y el algoritmo Apriori, con el fin de encontrar algunos hechos que ocurren en común dentro del conjunto de datos estudiado. El

aprendizaje de las reglas de asociación se basa en su confianza y soporte (o cobertura). Así, el algoritmo trabaja en la búsqueda de reglas que cumplan unos requisitos mínimos de estas medidas. A continuación se encuentran las reglas de asociación obtenidas, entre paréntesis se observa el número de instancias que aplican al lado derecho y al lado izquierdo de la regla, asimismo se encuentra la confianza de cada regla:

#### 4.4.3.1 Momento cero

Dentro de las reglas de asociación más importantes encontradas en la información con soporte mínimo de 0,51 (27 instancias) y confianza mínima del 0,9, se tienen las siguientes:

- Sí la aplicación de sus conocimientos académicos ha sido considerada de calidad.=Completamente de acuerdo (26) **ENTONCES** Interés por crear empresa=Sí (26). Confianza: 1.
- Sí Volviendo atrás estudiaría=De nuevo Ingeniería Industrial en la UIS (43) **ENTONCES** Crear empresa=Sí (39). Confianza: 0,91.
- Sí la calidad de la formación=de acuerdo (30) **ENTONCES** Volviendo atrás estudiaría=De nuevo Ingeniería Industrial en la UIS (27). Confianza: 0,9.

#### 4.4.3.2 Momento uno

Con un soporte mínimo de 0,35 (17 instancias) y una confianza mínima de 0,9, se generan las siguientes reglas de asociación:

- **SÍ** La aplicación de sus conocimientos académicos ha sido considerada de calidad.=Completamente de acuerdo **Y** valoración y respeto por la diversidad y la multiculturalidad=En grado muy alto (17) **ENTONCES** Interés por crear empresa=Sí (17). Confianza: 1
- **SÍ** Capacidad para formular y gestionar proyectos=En grado alto (19) **ENTONCES** Interés por crear empresa=Sí (18). Confianza: 0,95

#### 4.4.3.3 Momento tres

Las reglas de asociación de la información de los egresados en el momento 3, se obtienen a un nivel de soporte mínimo de 0,6 (15 instancias) y un nivel mínimo de confianza de la regla de 0,9. A continuación, se encuentran las reglas obtenidas:

- **SÍ** Capacidad de comportarse de acuerdo a principios y valores=En grado muy alto (15) **ENTONCES** Interés por crear empresa=Sí (15). Confianza: 1
- **SÍ** la calidad de la formación=Completamente de acuerdo (17) **ENTONCES** La aplicación de sus conocimientos académicos ha sido considerada de calidad =Completamente de acuerdo (16). Confianza: 0,94
- **SÍ** durante el ejercicio de su profesión, siente que cuenta con las competencias requeridas =Completamente de acuerdo (17) **ENTONCES** La aplicación de sus conocimientos académicos ha sido considerada de calidad.=Completamente de acuerdo (16). Confianza: 0,94
- **SÍ** Interés por crear empresa=Sí **Y** Volviendo hacia atrás estudiaría=De nuevo Ingeniería Industrial en la UIS (16) **ENTONCES** La aplicación de sus conocimientos académicos ha sido considerada de calidad =Completamente de acuerdo (15). Confianza: 0,94

#### 4.5 COMPETENCIAS DE LOS INGENIEROS INDUSTRIALES

A continuación se analizan las competencias que se evalúan en la encuesta (ver Anexo I), con el propósito de observar el nivel de diferencia que existe entre la medida en la cual los egresados tenían estas competencias al momento del grado y la medida en qué le son requeridas actualmente. Esta comparación se realiza porque las competencias son la manera como el profesional afronta una actividad y la manera como le da la respectiva solución en beneficio de todos. Por lo tanto, las competencias, se refieren a un desempeño exitoso en un oficio. Además, como se

menciona en la revisión literaria de este estudio, según Blas<sup>278</sup>, hoy día las competencias son un referente para los sistemas de formación profesional, un instrumento de gestión del talento humano, una forma de darle la mejor interpretación a los desempeños laborales y profesionales, un indicador para los sistemas de promoción e incentivos, un objetivo de evaluación y acreditación del trabajo profesional, esto con el fin de ser más eficientes a los retos que se presentan en el entorno. Por consiguiente, para cumplir con lo requerido se debe tener un conocimiento base que le permita afrontar la situación presentada, en este caso los graduados deben tener un desarrollo base de las competencias generales para que sean mejoradas por las experiencias profesionales y laborales de cada uno de ellos.

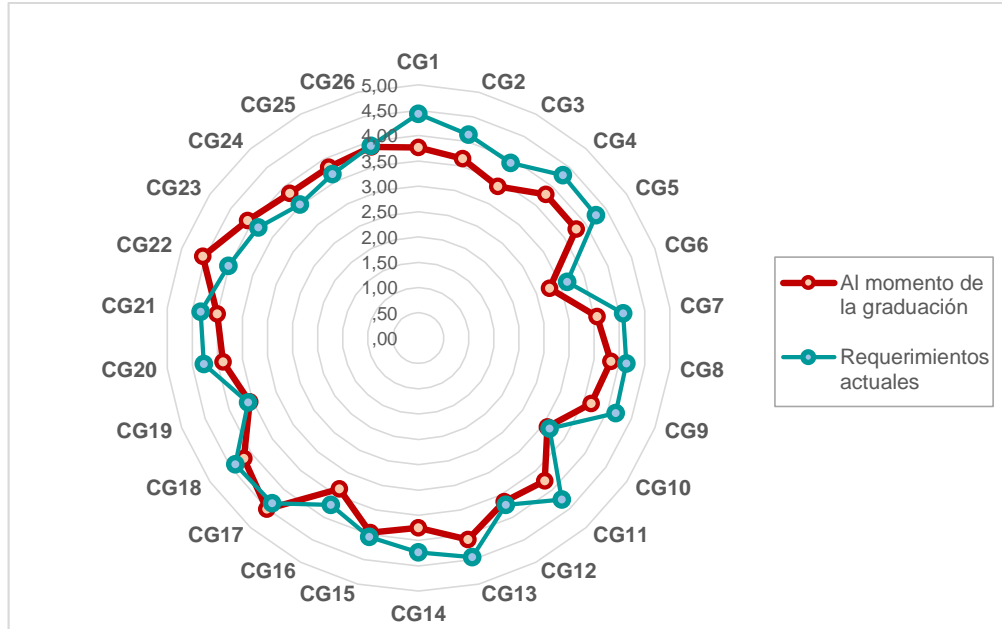
Así, a partir de las competencias evaluadas en la encuesta, se pretende plantear soluciones que permitan subsanar los hallazgos encontrados y mejorar continuamente la calidad y pertinencia educativa.

En la Ilustración 18, se representan los promedios de las competencias evaluadas desde la perspectiva de los egresados del momento cero, en donde se observa que aproximadamente la mitad de las competencias al momento de la graduación están en bajo desarrollo al compararlas con el grado en que son requeridas actualmente, ya sean por el empleador o si el egresado no está trabajando, de acuerdo a su percepción evalúa las respectivas competencias.

---

<sup>278</sup> BLAS, F. ¿De quién se predicen las competencias profesionales?: una investigación a su reflexión. Citado por ESTRADA, Op. cit., p, 48.

Ilustración 18. Promedio Competencias generales momento cero<sup>279</sup>



Fuente: Elaboración propia basada en datos extraídos de SPSS Statistics.

A continuación se plantean algunas soluciones que permitan mejorar lo hallado en las competencias evaluadas:

- Los docentes deben seguir con la metodología de trabajos en grupo, ya que esto permite que los integrantes del grupo interactúen con personas de diferentes culturas, religiones o nivel de formación y cooperen entre sí para alcanzar el objetivo del trabajo y desarrollar habilidades de liderazgo. Además, es recomendable que las aulas de clase se creen debates sobre algún tema o caso de estudio real, con el propósito de mejorar los procesos comunicativos de cada estudiante, las habilidades críticas, transmitir ideas de forma concisa y respetuosa, llegar a puntos de acuerdo y desarrollo habilidades de liderazgo
- Los docentes planteen problemas en las aulas de clase en donde a partir de grupos de trabajo se propongan soluciones creativas y se premie de alguna manera al grupo que propuso la alternativa más viable e innovadora.

<sup>279</sup> Ver codificación de las competencias en el Anexo I.

- Para la comunicación oral y escrita, además de los debates y las lluvias de ideas para dar solución a una situación presentada, las exposiciones en las diferentes materias permiten desarrollar las habilidades de comunicación oral. Asimismo, para mejorar la comunicación escrita se debe incentivar la lectura en los estudiantes, la construcción de escritos argumentativos y la elaboración de trabajos escritos y que al ser revisados por los docentes se genere retroalimentación con el estudiante.
- Los docentes promuevan en los estudiantes el uso de las bases de datos de la Universidad y ofrecer a los estudiantes cursos relacionados con el manejo de TIC's y conocimientos informáticos.
- Incentivar en los estudiantes la investigación sobre algún tema desarrollado en clase, en el cual se indague sobre la manera en que se ha mejorado y otras aplicaciones del mismo tema.
- Los estudiantes mediante el uso de software especializado apliquen un tema desarrollado en el aula de clase, con el propósito de generar soluciones rápidas que permitan tomar decisiones sobre el problema estudiado.
- En la materia gestión de proyectos del programa de Ingeniería Industrial, es necesario que los docentes acompañen a los estudiantes durante el desarrollo del proyecto para esta materia, verificando cada una de las etapas que componen la formulación de los proyectos y generando retroalimentación en el estudiante.
- Dentro de las competencias que se encuentran entre el nivel bajo y el nivel medio están: la habilidad para comunicarse en un segundo idioma (CG6) y Capacidad de investigación (CG10). Ante esto, sería interesante que dentro del currículo del programa de Ingeniería Industrial se cree una asignatura denominada metodología de la investigación, con el propósito de que todos los estudiantes tengan conocimiento de las bases de la investigación. Además, con el fin de mejorar las habilidades en un segundo idioma, es conveniente seguir usando material de trabajo en el idioma inglés y si es posible dar algunas clases en inglés.

Para el caso de los momentos uno y tres, en el Anexo S se encuentran los gráficos de comportamiento del promedio de las competencias al momento de la graduación y los requerimientos actuales. En el momento uno se observa un comportamiento de las competencias similar al presentado en el momento cero, pero en el caso del momento uno los requerimientos actuales presentan niveles más altos a los presentados en el momento cero, y ningún nivel de desarrollo de la competencia al momento de la graduación supera considerablemente el nivel del requerimiento actual.

Por otro lado, en el caso del momento tres, el comportamiento de las competencias no difiere un poco de los momentos cero y uno, ya que persiste las deficiencias en las competencias: la habilidad para comunicarse en un segundo idioma (CG6), capacidad de investigación (CG10) y capacidad para formular y gestionar proyectos (CG19).

## **4.6 ESTRATEGIAS POR SEGMENTO**

A continuación se encuentra una serie de estrategias que permiten tratar las situaciones presentadas en el perfil de los segmentos de los graduados del momento cero, uno y tres, hallados previamente (ver numeral 4.3).

### **4.6.1 Momento cero**

A continuación se encuentran las estrategias por cada agrupación de graduados en el momento cero:

#### **4.6.1.1 En grado muy alto**

Conformado por los graduados entre los 22 y 33 años, en su mayoría son del sexo femenino y soltero (as).

- Conferencias sobre las entidades que apoyan proyectos de emprendimiento.

- Gestionar las prácticas en empresas para vincular a los graduados al mundo laboral antes de obtener el título profesional y gestionar los intercambios a nivel nacional o internacional o difundir mediante medios eficaces los posibles intercambios.
- Aumentar el grado de desarrollo de la competencia trabajo en equipo y aplicar los conocimientos en la práctica, mediante actividades realizadas en las aulas de clase y métodos tales como talleres prácticos, estudios de casos de empresas, entre otros.
- Hacer seguimiento a la calidad de la educación ofrecida por la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
- Monitorear constantemente el nivel de desarrollo de las competencias de los graduados al momento de egresar de la Universidad.
- Hacer seguimiento de las competencias requeridas en el mercado laboral.

#### 4.6.1.2 **En grado alto**

Son graduados que tienen entre 22 y 29 años, la mayoría pertenecen al sexo femenino y la mayoría están solteros(as):

- Conferencias sobre las entidades que apoyan financieramente los proyectos y sobre emprendimiento para aumentar el interés por crear empresa
- Conferencias sobre entrevista laboral para mejorar el desempeño en la entrevista
- Fortalecer el uso de la bolsa de empleo de la Universidad.
- Hacer seguimiento a la calidad de la educación ofrecida por la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
- Monitorear constantemente el nivel de desarrollo de las competencias de los graduados al momento de egresar de la Universidad.
- Hacer seguimiento de las competencias requeridas en el mercado laboral.
- Monitorear la calidad de la formación ofrecida por los docentes de la EEIE.

#### 4.6.1.3 **En grado medio**

Son graduados entre 22 y 29 años la mayoría del sexo femenino y soltero(as).

- Conferencias sobre emprendimiento para disminuir el miedo al riesgo
- Hacer seguimiento a la calidad de la educación ofrecida por la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
- Fortalecer el uso de la bolsa de empleo de la Universidad.
- Monitorear constantemente el nivel de desarrollo de las competencias de los graduados al momento de egresar de la Universidad.
- Hacer seguimiento de las competencias requeridas en el mercado laboral.
- Monitorear la calidad de la formación ofrecida por los docentes de la EEIE.
- Realizar trabajos prácticos en las diferentes asignaturas, para aplicar los temas vistos en la clase.

#### **4.6.2 Momento uno**

A continuación se encuentran las estrategias por cada agrupación de graduados en el momento uno:

##### **4.6.2.1 En grado muy alto**

Son egresados entre 24 y 38 años de edad, la mayoría son del sexo femenino y la mayoría son solteros (as):

- Fortalecer las relaciones Universidad-empresa, para que los egresados puedan ingresar desde cuando están finalizando sus estudios a poner en práctica sus conocimientos.
- Mediante un estudio de benchmarking identificar los perfiles que caracterizan a los egresados de Ingeniería Industrial de otras Universidades y se comparen con los egresados de Ingeniería Industrial de la UIS.
- Utilizar metodologías de aprendizaje práctico, que permitan desarrollar el conocimiento y las habilidades de los egresados. Metodologías tales como: visitas a empresas, talleres prácticos en empresas, etc.
- Realizar seguimiento a la calidad del programa de Ingeniería Industrial.
- Fortalecer dentro de las aulas de clase y en cada asignatura las áreas de innovación y creatividad.

- Dentro de la pertinencia educativa, es necesario mejorar las deficiencias en algunas competencias.
- Desarrollar un proyecto en el cual se indague sobre las funciones que desempeñan los egresados en sus cargos y si estas funciones contribuyen al desarrollo de las competencias.

#### 4.6.2.2 **En grado alto**

Son egresados entre 24 y 35 años de edad, la mayoría son del sexo femenino y la mayoría son solteros (as):

- Fortalecer las relaciones Universidad-empresa, para que los egresados puedan ingresar desde cuando están finalizando sus estudios a poner en práctica sus conocimientos.
- Mediante un estudio de benchmarking identificar los perfiles que caracterizan a los egresados de Ingeniería Industrial de otras Universidades y se comparen con los egresados de Ingeniería Industrial de la UIS.
- Utilizar metodologías de aprendizaje práctico, que permitan desarrollar el conocimiento y las habilidades de los egresados. Metodologías tales como: visitas a empresas, talleres prácticos en empresas, etc.
- Realizar seguimiento a la calidad del programa de Ingeniería Industrial.

#### 4.6.2.3 **En grado medio**

Son egresadas entre 26 y 31 años de edad y la mayoría viven en unión libre:

- Fortalecer las relaciones Universidad-empresa, para que los egresados puedan ingresar desde cuando están finalizando sus estudios a poner en práctica sus conocimientos.
- Mediante un estudio de benchmarking identificar los perfiles que caracterizan a los egresados de Ingeniería Industrial de otras Universidades y se comparen con los egresados de Ingeniería Industrial de la UIS.
- Realizar seguimiento a la calidad del programa de Ingeniería Industrial.
- Conferencias o seminarios para fortalecer el interés de crear empresa que poseen los egresados.

- Fortalecer dentro de las aulas de clase y en cada asignatura las áreas de innovación y creatividad

#### **4.6.3 Momento tres**

A continuación se encuentran las estrategias por cada agrupación de graduados en el momento uno:

##### **4.6.3.1 En grado muy alto**

Son egresados entre 26 y 35 años de edad, la mayoría son del sexo masculino y la mayoría son solteros (as) o viven en unión libre:

- Promover el uso de la bolsa de empleo de la Universidad.
- Fortalecer las relaciones Universidad-empresa, para que los egresados puedan ingresar desde cuando están finalizando sus estudios a poner en práctica sus conocimientos.
- Fortalecer en la formación que ofrece en el programa de Ingeniería Industrial las competencias que le permitirán al egresado desempeñarse exitosamente en su cargo actual
- Mediante un estudio de benchmarking identificar los perfiles que caracterizan a los egresados de Ingeniería Industrial de otras Universidades y se comparen con los egresados de Ingeniería Industrial de la UIS de promociones posteriores o previas al momento de evaluación.
- Utilizar metodologías de aprendizaje práctico, que permitan desarrollar el conocimiento y las habilidades de los egresados. Metodologías tales como: visitas a empresas, talleres prácticos en empresas, etc.
- Realizar seguimiento a la calidad del programa de Ingeniería Industrial.
- Dentro de la pertinencia educativa, es necesario mejorar las deficiencias en algunas competencias.
- Desarrollar un proyecto en el cual se indague sobre las funciones que desempeñan los egresados en sus cargos y si estas funciones contribuyen al desarrollo de las competencias.

- Conferencias o seminarios para fortalecer el interés de crear empresa que poseen los egresados y se presenten las diferentes entidades que apoyan el desarrollo de estos proyectos.

#### 4.6.3.2 **En grado alto**

Son egresados entre 24 y 38 años de edad, la mayoría son del sexo masculino y la mayoría son solteros (as) o casados (as):

- Promover el uso de la bolsa de empleo de la Universidad
- Fortalecer en la formación que ofrece el programa de Ingeniería Industrial las competencias que le permitirán al egresado desempeñarse exitosamente en su cargo actual.
- Mediante un estudio de benchmarking identificar los perfiles que caracterizan a los egresados de Ingeniería Industrial de otras Universidades y se comparen con los egresados de Ingeniería Industrial de la UIS.
- Utilizar metodologías de aprendizaje práctico, que permitan desarrollar el conocimiento y las habilidades de los egresados. Metodologías tales como: visitas a empresas, talleres prácticos en empresas, etc.
- Realizar seguimiento a la calidad del programa de Ingeniería Industrial.
- Conferencias o seminarios para fortalecer el interés de crear empresa que poseen los egresados y se presenten las diferentes entidades que apoyan el desarrollo de estos proyectos.

#### 4.6.3.3 **En grado medio**

Son egresados entre 28 y 31 años de edad y están casados (as) o solteros (as):

- Promover el uso de la bolsa de empleo de la Universidad
- Fortalecer las relaciones Universidad-empresa, para que los egresados puedan ingresar desde cuando están finalizando sus estudios a poner en práctica sus conocimientos.
- Mediante un estudio de benchmarking identificar los perfiles que caracterizan a los egresados de Ingeniería Industrial de otras Universidades y se comparen con los egresados de Ingeniería Industrial de la UIS.

- Realizar seguimiento a la calidad del programa de Ingeniería Industrial.
- Conferencias o seminarios para fortalecer el interés de crear empresa que poseen los egresados y se presenten las diferentes entidades que apoyan el desarrollo de estos proyectos.
- Fortalecer dentro de las aulas de clase y en cada asignatura las áreas de innovación y creatividad.

#### **4.7 INFORMACIÓN ADICIONAL**

A continuación se mencionan las áreas en las cuales los egresados han realizado o están realizando el posgrado:

- En cuanto a especializaciones se encuentran: Alta Gerencia, Evaluación y Gerencia de Proyectos, Gerencia de Hidrocarburos, Gerencia de Proyectos, Gerencia Estratégica, Gestión de la Cadena De Suministro, Gestión de Proyectos de Ingeniería, Logística Comercial Nacional e Internacional , Sistemas Integrados de Gestión, Sistemas de Control Organizacional y de Gestión, Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Prevención de Riesgos Laborales Mercadeo, Contratación Estatal, Evaluación Social de Proyectos, Gerencia de Empresas y Gerencia del Medio Ambiente.
- En relación a las maestrías se encuentran: Maestría en Desarrollo Humano, Gerencia de Proyectos, Gestión de la Tecnología Educativa, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Civil-Recursos Hídricos, Ingeniería Industrial, Master en Dirección Financiera, Administración y Dirección de Empresas, Desarrollo Humano, Maestría en Gerencia de Negocios, MS Agricultural And Applied Economics, Master En Finanzas, Dirección de Operaciones y Logística
- Doctorado en Ingeniería Industrial

Por otro lado, los egresados que han realizado o se encuentran cursando estudios de posgrado manifiestan que el desarrollo de las siguientes competencias ha sido influenciado altamente por sus estudios de Postgrado:

- Para el momento uno competencias tales como: la conducta socialmente responsable, capacidad para organizar, coordinar y trabajar en equipo y capacidad para la toma de decisiones
- En el caso del momento tres: difundir nuevo conocimiento mediante los procesos de enseñanza aprendizaje y la generación de propuestas, capacidad de solucionar problemas disciplinarios e interdisciplinarios, y habilidad para emprender, dirigir y coordinar investigaciones académicas y profesionales.
- En el momento cinco: la capacidad para organizar, coordinar y trabajar en equipo, conducta socialmente responsable, capacidad de solucionar problemas disciplinarios e interdisciplinarios, capacidad de solucionar problemas disciplinarios e interdisciplinarios, asesorar en la formulación, evaluación y gestión de proyectos, diseñar y conceptualizar modelos de sistemas empresariales e implementar planes de mejoramiento continuo.

## 5. FRAMEWORK

Un marco de trabajo o framework es un conjunto de procesos y tecnologías que se utilizan para la solución de un problema, y sirve como referencia para enfrentar y resolver problemas similares<sup>280</sup>. Por lo tanto, en este proyecto a partir de todas las fases realizadas para cumplir a cabalidad con los objetivos del estudio de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial, se realiza un esquema (ver Anexo T) en donde se encuentra cada una de estas fases necesarias para construir perfiles de los graduados, generar conocimiento sobre el fenómeno estudiado, generar estrategias que permitan mejorar la educación de nuevos profesionales y se fortalezca la relación entre la Escuela y los graduados. Este esquema es una guía que aplica a los estudios de seguimiento a graduados de diferentes programas académicos.

---

<sup>280</sup> RAMOZ FERNÁNDEZ, Vicente. Desarrollo de un marco de trabajo para JAVA/J2EE: Plataforma puzzle [en línea] Trabajo final de carrera. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid. Ingeniería Superior Informática, 2009 p. 11 [consultado el 15 de diciembre de 2013]. Disponible en <[http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6231/PFC\\_Vicente\\_Ramos\\_Fernandez.pdf?sequence=1](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6231/PFC_Vicente_Ramos_Fernandez.pdf?sequence=1)>

## 6. CONCLUSIONES

- En la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales se han realizado algunos estudios de seguimiento a graduados desde la perspectiva de los empleadores y de los egresados, lo cual demuestra el interés de la Escuela por mejorar la educación proporcionada a los estudiantes, por fortalecer la relación con los egresados y por garantizar que sus profesionales posean las habilidades, conocimientos y actitudes que le permitan enfrentar el mercado laboral.
- El instrumento de medición (encuesta) adaptado a las necesidades de este estudio de acuerdo con lo encontrado en la revisión literaria, proporciona información importante para analizar la situación de los egresados en lo relacionado con: datos sociodemográficos, trayectoria académica y educativa, trayectoria profesional y laboral, satisfacción profesional, satisfacción académica y pertinencia educativa.
- La prueba piloto permite evaluar: el instrumento de medición (encuesta), el tiempo destinado para diligenciar la encuesta, si la encuesta satisface las necesidades de información requeridas y si es entendible para el encuestado, lo cual se utilizó para hacer las modificaciones pertinentes al instrumento de medición.
- El método de recolección de la información a través de Internet, es de bajo costo, se puede llegar a muestras dispersas y es un método rápido de obtención de información si la base de datos está consolidada y actualizada. Sin embargo, se genera incertidumbre sobre la privacidad y la muestra se sesga a usuarios de internet.
- La falta de una base de datos consolidada de los egresados de Ingeniería Industrial de la UIS, dificulta el proceso de recolección de la información, lo cual lleva a difundir el cuestionario en algunas redes sociales de los egresados y en

la página de carpintero de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales para aumentar el número de participantes en el diligenciamiento de la encuesta.

- Se analizan los datos de los egresados entre el año 2008 y septiembre del 2013, porque los egresados del años 2007 tienen muy baja participación, lo que indica que el proceso de recolección de la información se dificulta a medida que aumenta el tiempo de egreso. Esto se da porque los egresados cambian de cuenta de correo electrónico y no se tienen otros datos de contacto.
- Del análisis de correspondencia simple para el momento cero se encuentra que hay algún grado de sociedad entre las variables: la satisfacción salarial con el sector económico de la empresa en la que trabaja y el sector de la empresa con el nivel jerárquico del cargo que desempeña el egresado en la empresa. Para el momento uno se obtiene algún grado de sociedad entre la cantidad de empleados que hay en la empresa donde labora el egresado y el sector económico de la empresa. En el caso del momento la relación entre las variables es muy baja, y mediante el diagrama de dispersión se pueden relacionar algunos atributos de las variables.
- El análisis exploratorio de factores mediante componentes principales permitió reducir para el momento cero las 26 competencias evaluadas en la encuesta, a un conjunto menor conformado por 6 factores, analizando los graduados con un menor número de variables.
- Los factores obtenidos de la técnica análisis de componentes se agrupan mediante análisis de cluster, obteniendo así dos conglomerados para los egresados del momento cero, el conglomerado uno conformado por el 73,08% de los egresados y el restante 26,92% se encuentran en el conglomerado 2.
- Se encuentra que en el momento cero, el conglomerado uno presenta bajo grado de desarrollo en la habilidad para comunicarse en un segundo idioma y por el

contrario el conglomerado dos presenta un grado de desarrollo medio en esta competencia.

- Para los egresados del momento cero, en el conglomerado uno las competencias con el nivel de desarrollo más alto son: adaptarse al entorno y compromiso con el bienestar social y ambiental, y en el conglomerado dos las competencias con el nivel de desarrollo más bajo son el compromiso ético y el respeto por la diversidad y la multiculturalidad.
- Del análisis de componentes principales y de clustering se obtienen los perfiles de los graduados del momento cero que conforman cada conglomerado:
  - De los egresados clasificados en el conglomerado 1: el 55,3% son del género femenino, el 86,8% son solteros (as), más del 50% residen en Santander, menos del 50% dominan otro idioma, el 57,9% son empleados de empresas privadas, la mayoría trabajan en el sector terciario, se desempeñan en un nivel intermedio, tienen un contrato a término fijo, el 86,8% tiene interés por crear empresa pero la mayor dificultad que consideran para crear empresa es la falta de recursos económicos propios y miedo para asumir el riesgo. Además, consideran que el principal requisito del primer empleador es el prestigio de la Universidad y el desempeño en la entrevista. Asimismo, consideran que la Institución y el programa de Ingeniería Industrial ofrecen una educación de calidad y con pertinencia.
  - De los egresados que conforman el conglomerado dos: se encuentra en igual proporción egresados del género femenino y masculino, están solteros o viven en unión libre, la mayoría vive en Santander, el 50% tienen dominio de otro idioma, la mayoría son empleados del empresa privada y en mayor proporción que el conglomerado uno el 28,6% están desempleados, la mayoría trabaja en el sector terciario, el 50% se desempeñan en el sector operativo, el 50% está algo satisfecho con su salario, tienen interés por crear empresa pero consideran que las principales dificultades son la falta

de recursos económicos propios y el miedo para asumir el riesgo. Además, consideran que los principales requisitos de su primer empleador fueron el prestigio en la Universidad, el desempeño en la entrevista y los resultados de pruebas psicológicas. También, consideran que la educación ofrecida por la Institución ha sido de calidad y pertinente, pero al terminar sus estudios no se sentían lo suficientemente preparados para incorporarse al mundo laboral.

- El análisis de factores de componentes principales no se realiza para los momentos uno y tres. En el caso del momento uno de los factores extraídos no es posible tener una clasificación clara, y, para el momento tres no se realiza este análisis porque la matriz de correlaciones es definida como no positiva.
- Los egresados que se analizan en el momento cero, uno y tres se agrupan en tres conglomerados de acuerdo con el nivel de desarrollo que ellos tienen de las competencias evaluadas al momento del grado. Es decir, los egresados se segmentan: en grado muy alto, en grado alto y en grado medio, con el propósito de construir el perfil que conforma cada segmento, para generar estrategias que buscan fortalecer la calidad y pertinencia de la educación ofrecida por el programa Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander.
- De los tres segmentos de los egresados obtenidos en cada uno de los momentos, más del 50% de los egresados tienen un desarrollo de las competencias al momento de la graduación en un nivel muy alto, lo cual evidencia que la institución busca garantizar que sus egresados posean las habilidades, conocimientos y actitudes para enfrentar el mundo laboral.
- Los árboles de decisión permiten conocer las relaciones de dependencia e independencia entre variables tales como: si el egresado cree que debería cambiar de empleo para mejorar las competencias profesionales y como variables independientes se encuentran el tipo de contrato, el nivel jerárquico del

cargo y tiempo de permanencia en el empleo actual. Otra relación es el nivel de satisfacción salarial, con las variables independientes: interés por crear empresa y tiempo de permanencia en la empresa.

- Las redes bayesianas permiten conocer los principales aspectos relacionados con la pertinencia y la satisfacción académica que influyen en la decisión de que los egresados, volviendo hacia atrás de nuevo estudien Ingeniería Industrial u otra carrera en la UIS.
- Las reglas de asociación permiten descubrir información que no se obtiene mediante las demás técnicas utilizadas. Así, se extraen las mejores reglas para cada uno de los momentos (momento cero, uno y tres) de acuerdo con un nivel de confianza y un soporte mínimo establecidos.
- De las competencias evaluadas en la encuesta, las que son requeridas en un nivel de desarrollo más alto actualmente por el mercado laboral, son: las habilidades interpersonales, la capacidad de trabajar en equipo y la capacidad de adaptarse al cambio. En contraste, las competencias cuyo nivel de desarrollo al momento del grado superan el nivel de desarrollo requerido, son: la valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad, el compromiso con la preservación del medio ambiente, la habilidad para trabajar en un contexto diferente en lo social, cultural y territorial, el compromiso con su medio socio-cultural y la capacidad de comportarse de acuerdo a principios y valores.
- Las competencias requeridas actualmente por el mercado laboral en un nivel de desarrollo más bajo son: la capacidad de investigación y la habilidad para comunicarse en un segundo idioma. Sin embargo, el nivel de desarrollo que tienen los egresados de estas competencias al momento del grado es más bajo que el requerido. Además, los egresados al momento del grado presentan en bajo nivel de desarrollo en la capacidad creativa y en la capacidad para formular y gestionar proyectos.

## 7. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de seguimiento a graduados de Ingeniería Industrial de forma periódica, es decir evaluar a los graduados de acuerdo con el tiempo que llevan como egresados, con el propósito de obtener información actualizada que permita implementar planes de mejoramiento y se fortalezca la relación entre la Escuela y los graduados.
- Aplicar el cuestionario vía Internet mediante una herramienta de encuestas que cumpla con los requerimientos suficientes para construir un cuestionario interesante para los encuestados.
- Designar un profesional para que aplique el cuestionario a los graduados, anualmente. Los graduados a los cuales se les aplica el cuestionario se segmentan de acuerdo a cada momento: momento cero, uno, tres y cinco (al momento del grado, un año, tres años y cinco años después de graduarse, respectivamente).
- Es importante que la oficina encargada en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales del contacto con los egresados, trabaje de forma coordinada con la oficina de egresados de la Universidad con el propósito de mejorar la oferta educativa, la calidad de los profesionales y fortalecer la relación Universidad-Egresado.
- Mediante la página Carpintero de la Escuela crear un buzón de sugerencias que permita a los egresados exponer sus necesidades de formación complementaria (como cursos avanzados de algún software, conferencias de temas de impacto actual, diplomados, entre otros) en la cual han notado ciertas falencias durante su desempeño profesional. Así, la Escuela recopila estas necesidades y da la posibilidad de ofrecer la formación que se necesita o contacta al egresado con

alguna empresa que ofrece dicha formación. Esto con el fin de crear estrategias que permitan mejorar la formación que ofrece el programa, fortalecer las relaciones con los egresados y apoyar al egresado en este proceso de formación.

- Someter el cuestionario utilizado en este proyecto a un proceso de actualización constante, de acuerdo con: las tendencias educativas, las tendencias en la ingeniería y las competencias que deben tener los egresados para el adecuado desempeño laboral y profesional.
- Ofrecer conferencias a estudiantes y egresados sobre los aspectos importantes de la Ingeniería Industrial en la actualidad, responsabilidad social empresarial, sostenibilidad, entre otros temas que permitan llamar la atención de los egresados y fortalecer la relación Escuela-egresado.
- Crear desde la Escuela redes sociales oficiales de egresados del programa de Ingeniería Industrial que permitan centralizar la comunidad de egresados en un solo grupo y se pueda compartir información de importancia.
- Analizar las observaciones y las sugerencias realizadas por los graduados que diligencian la encuesta, con el propósito de identificar posibles mejoras que contribuyen a la calidad y la pertinencia del programa Ingeniería Industrial de la UIS.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALDANA DE BECERRA, Gloria Marlen. Seguimiento a egresados: su importancia para las Instituciones de Educación Superior. En: Revista Teoría y Praxis Investigativa. Septiembre-diciembre, 2008., vol. 3, no. 2, p. 61-65.
- ALMONACID, Paula; MONTES, Isabel cristina y VÁSQUES, Juan José. Un análisis factorial para evaluar la pertinencia de un programa académico desde la perspectiva de los graduados: un estudio de caso. En: Ecos de Economía. Octubre, 2009. no. 29, p. 97–126.
- ANDRADE PACO, Josefina; NAVA, Martha Julia Ortega y VALVERDE NÚÑEZ, Jaime. La educación continua como proceso de formación académica en los alumnos egresados de las instituciones de educación superior en el estado de Sonora (México). En: Contabilidad y Negocios. 2009, vol. 4, no. 8, p. 57-63
- ANGELES LARRIETA, María Isabel y SANTILLÁN GÓMEZ, Angélica María. Minería de Datos: Conceptos, características, estructuras y aplicaciones, p. 79-84.
- ARIZA ALDANA, Mónica Bibiana, et al. Evaluación del graduado de ingeniería industrial 2005-2009 de la Universidad Industrial de Santander desde la perspectiva de los empleadores de Bucaramanga y su Área metropolitana. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, 2010.194 p.
- ARRIETA TORRES, Wilmar y DE LA ROSA, Carlos Andrés. Estudio de seguimiento a egresados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, 2010, 202 p.

- BENEITONE, Pablo, et al (eds.). Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina: Informe final proyecto Tuning- América Latina 2004-2007. [en línea]. España, 2007, 432 p. [consultado el 15 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com\\_docman&Itemid=191&task=view\\_category&catid=22&order=dmdate\\_published&ascdesc=DESC](http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com_docman&Itemid=191&task=view_category&catid=22&order=dmdate_published&ascdesc=DESC)>
- BURITICA M., Angela María. Evaluación de competencias laborales en estudiantes de Ingeniería Industrial [en línea]. Trabajo de grado Magister en desarrollo humano y organizacional. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial. Programa de Maestría, 2012. 93 p. [consultado en septiembre 28 de 2013]. Disponible en <<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2862/1/658312B958.pdf>>.
- BURQ, Isabelle., et al. La motivación del alumno, el apoyo del docente y el temprano compromiso con la sociedad: tres pilares para impulsar el perfil del Ingeniero UC, [en línea]. Ingeniería UC Propone, 2012; 49 p. [consultado 18 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.cai.cl/ingenieriapropone/wp-content/uploads/2012/11/For-Tres-pilares-impulsar-perfil.pdf>>.
- CAÑÓN RODRÍGUEZ, Julio Cesar. Enseñanza de Ingenierías en Iberoamérica: un compromiso con el desarrollo de la región. [en línea]. 1ª ed. Bogotá: ARFO., 2010, 75 p. [consultado el 19 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://www.asibei.net/documentos/libro\\_ensenanza\\_ingenieria\\_WEB.pdf](http://www.asibei.net/documentos/libro_ensenanza_ingenieria_WEB.pdf)>.
- CARRILLO GUTIERREZ, Teresa y PÉREZ MORALES, Juan Ramón. Estrategias de aprendizaje en Ingeniería Industrial. En: Congreso de Ingeniería de Organización. [en línea]. (15: 7-9, septiembre: Cartagena). 5th International Conference on Industrial Engineering Industrial Management. Cartagena: ADINGOR, 2011. p. 1081-1088. [consultado el 16 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2011/anexo\\_innovacion\\_docente/1081-1088.pdf](http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2011/anexo_innovacion_docente/1081-1088.pdf)>.
- COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. Lineamientos para la acreditación de programas de pregrado. [en línea]. Bogotá, 2013, 52 p. [consultado el 17 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://www.mineducacion.gov.co/CNA/1741/articles186359\\_lineamientos\\_2.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/CNA/1741/articles186359_lineamientos_2.pdf)>.

- COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Administrar Encuesta de seguimiento a graduados. [en línea]. [consultado en septiembre 25 de 2013]. Disponible en <<http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/article-142277.html>>
- COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Propuesta de lineamientos para la formación por competencias en educación superior. [en línea]. 23 p. [consultado el 20 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles261332\\_archivo\\_pdf\\_lineamientos.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles261332_archivo_pdf_lineamientos.pdf)>
- COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Resultados de las condiciones laborales de los graduados de la educación superior 2002 – 2011 (Documento técnico) [en línea]. 18 p. [consultado el 24 de febrero 2013]. Disponible en <[www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/articles-312791\\_recurso\\_1.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/articles-312791_recurso_1.pdf)>.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Seguimiento a graduados: Encuesta momento uno [en línea] 9. p. [consultado en septiembre 25 de 2013]. Disponible en <[http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277\\_recurso\\_2.pdf](http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277_recurso_2.pdf)>.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Seguimiento a graduados: Encuesta momento cero [en línea] 11.p. [consultado el 25 de septiembre de 2013]. Disponible en <[http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277\\_recurso\\_1.pdf](http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277_recurso_1.pdf)>.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Seguimiento a graduados: Encuesta momento tres [en línea] 9. p [consultado en septiembre 25 de 2013]. Disponible en <[http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277\\_recurso\\_3.pdf](http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277_recurso_3.pdf)>.

- COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Seguimiento a graduados: Encuesta momento cinco [en línea] 9. p [consultado en septiembre 25 de 2013]. Disponible en <[http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277\\_recurso\\_4.pdf](http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-142277_recurso_4.pdf)>.
- CONSEJO DE COLEGIOS Y FEDERACIÓN DE ASOCIACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN ESPAÑA. Las Ingenierías, reinas del mercado laboral. En: DYNA-Ingeniería e Industria. Octubre, 2012, vol. 85, no. 7, p. 538-540.
- CORSO, Cynthia Lorena. GIBELLIN, Fabian. Aplicación de redes Bayesianas usando Weka. En: Congreso Argentino de Ciencias de la computación [en línea] (17: 10-14, octubre: Universidad Nacional de la Plata, Argentina). Córdoba: Universidad Tecnológica Nacional, 2011. 10 p. [consultado el 20 de septiembre de 2013]. Disponible en <[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18750/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18750/Documento_completo.pdf?sequence=1)>
- DELGADO FERNÁNDEZ, Mercedes., et al. Búsqueda y recuperación de información en Internet desde una perspectiva de los usuarios, en la Educación Superior. En: Pedagogía Universitaria. 2011, vol. 16, no. 1, p. 70-88.
- DUQUE OLIVA, Edison Jair. Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición. En: Revista INNOVAR. Enero-junio, 2005, vol. 15, no. 25, p. 64. P 64-80.
- ELIZONDO GARZA, Fernando J. Los clientes del sistema educativo de ingenieros. En: Revista de ingenierías FIME-UANL. Octubre-diciembre, 2012, no. 57, p. 3-11.
- ESTEBAN TALAYA, Águeda. MOLINA COLLADO, Arturo. Investigación de mercados [en línea]. Madrid: ESIC Editorial, 2014. 208.p. [consultado en octubre 15 de 2013]. Disponible en: <http://goo.gl/QYQcPX>

- ESTRADA CEA, Alex Eduardo. De la Percepción a la Realidad: Análisis Comparativo entre las Competencias Profesionales de los Estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad del Bío-Bío, Chile, y la Universidad Nacional de Misiones, Argentina. Memoria para optar el título de Ingeniero Civil Industrial Mención Gestión. Concepción: Universidad del Bío-Bío. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Industrial, 2005. 323 p.
- EUROPEAN CREDIT TRANSFER SYSTEM. Declaración de La Sorbona [en línea], 1998, 2 p. [citado el 12 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://www.ects.es/pdf/Sorbona\\_ES.pdf](http://www.ects.es/pdf/Sorbona_ES.pdf)>
- GARCÍA ALCARAZ, Jorge Luis y ROMERO GONZÁLEZ, Jaime. Valoración subjetiva de los atributos que los ingenieros consideran requerir para ocupar puestos administrativos: un estudio en empresas maquiladoras de Ciudad Juárez. En: Revista Mexicana de Investigación Educativa [en línea]. Enero-marzo, 2011, vol. 16, no. 48, 35. p. [consultado el 22 de septiembre de 2013]. Disponible en <<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v16n48/v16n48a9.pdf>>.
- GARCÍA, Victor. Problemas y métodos de investigación en educación personalizada [en línea]. Madrid: Ediciones Rialp, 1994, 527 p [consultado en octubre 9 de 2013]. Disponible en <http://goo.gl/MqtESv>
- GERVILLA GARCÍA, Elina., et al. La metodología del Data Mining: Una aplicación al consumo de alcohol en adolescentes. [en línea]. En: Adicciones [en línea]. 2008, vol. 21, no. 1, p. 65-80- [consultado el 30 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.adicciones.es/files/65-80%20palmer.pdf>>
- GÓMEZ, Marcelo M. Introducción a la metodología de la investigación científica [en línea]. Córdoba: Editorial Brujas, 2006., 191.p. [consultado en noviembre de 2013]. Disponible en <http://goo.gl/cJxT4O>
- GONZÁLEZ HERRERA, María Brenda; FIGUEROA GONZÁLEZ, Ernesto geovani y BUSTAMANTE CURIEL, José Alberto. Estudios del desempeño profesional de los egresados de la carrera de administración de la FECA UJED en una década de estudios de egresados 1996-2006. En: Global Conference on Business and Finance Proceedings. 2012, vol. 7, no. 2, p. 729-734.

- GONZÁLEZ, JULIA., et al. Una introducción a Tuning Educational Structures in Europe: La contribución de las universidades al proceso de Bolonia [en línea]. 2006, 96 p. [consultado el 15 de mayo de 2013]. Disponible en: <[http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General\\_Brochure\\_Spanish\\_version.pdf](http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General_Brochure_Spanish_version.pdf)>.
- GRADUADOS COLOMBIA: OBSERVATORIO LABORAL PARA LA EDUCACIÓN. ¿Quiénes somos?. [en línea]. [consultado el 22 de junio de 2013]. Disponible en <<http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/article-143157.html>>.
- GRADUADOS COLOMBIA: OBSERVATORIO LABORAL PARA LA EDUCACIÓN. Glosario. [en línea]. [consultado el 20 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/propertyvalue-37268.html>>
- GRANDE, Ildelfonso. ABASCAL, Elena. Análisis de encuestas [en línea]. Madrid: ESIC editorial, 2005., 293. p. [consultado en octubre 13 de 2013]. Disponible en <<http://goo.gl/Ft2Yzg>>
- GREEN ARECHAVALA, Ivy Lou y URBINA NÚÑEZ, Osiris Cecilia. Los estudios de seguimiento a egresados en América central: un esfuerzo para mejorar la relevancia de los programas de estudio en las universidades. En: Paradigma. [en línea]. Noviembre, 2004, no. 17, p. 37-49. [consultado el 17 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.upnfm.edu.hn/bibliod/images/stories/DocDigitales/Paradigmas/paradigma%2017/paradigma17.2do.pdf>>.
- HERNÁNDEZ ORALLO, José; RAMÍREZ QUINTANA, María José y FERRI RAMÍREZ, César. Introducción a la minería de datos. Madrid: PEARSON EDUCACION, 2004, 654 p.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos. BAPTISTA LUCIO, Pilar. Metodología de la investigación. 4 ed. México: McGraw-Hill, 2006. 850 p. <http://es.scribd.com/doc/38757804/Metodologia-de-La-Investigacion-Hernandez-Fernandez-Batista-4ta-Edicion>

- HERNANDEZ, Claudia; TAVERA, María y JIMÉNEZ, Martha. Seguimiento de egresado en tres programas de maestría en una Escuela del Instituto Politécnico Nacional en México. En: Formación universitaria. Diciembre, 2012, vol. 5, no. 2, p. 41-52.
- IGNISCI, Ignacio, et al. Trayectoria laboral y competencias profesionales de los jóvenes egresados de la U.N.L.P [en línea]. 185. p. [Consultado el 20 de septiembre de 2013]. Disponible en <[http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/informe\\_graduados\\_2012.N.L.P..pdf](http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/informe_graduados_2012.N.L.P..pdf)>
- ILLADA Ruth y ORTÍZ Florángel. Competencias cognoscitivas del Ingeniero Industrial. En: 10th Latin American and Caribbean for Engineering and Technology. [en línea]. Julio, 2012, 10 p. [consultado el 17 mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP260.pdf>>.
- INTERNATIONAL BUSINESS MACHINE. Manual CRISP-DM de IBM SPSS Modeler [en línea]. 2012, 48. p. [consultado el 25 de mayo de 2013]. Disponible en <<ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/modeler/15.0/es/CRISP-DM.pdf>>.
- INTERNATIONAL BUSINESS MACHINE. Manual de usuario de IBM SPSS Modeler 15. [en línea]. 2012, 280 p. [consultado el 25 de mayo de 2013]. Disponible en <<ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/modeler/15.0/es/UsersGuide.pdf>>.
- LIZAZO TORRES, Denis; DELFOR MEYER, Roberto y TORRES CÁRDENAS, Verena. Minería de datos en la encuesta permanente de hogares 2009, Universidad Nacional del Litoral, Argentina. En: Revista Ingeniería Industrial. 2011, vol. 10, no. 1, p. 19-28.
- MARCHESI, Álvaro; TEDESCO, Juan Carlos y COLL, César. Calidad, equidad y reformas en la enseñanza. [en línea]. España: Fundación Santillana 175 p. [citado el 18 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.oei.es/metas2021/CALIDAD.pdf>>.

- MARTÍN del PESO, Mónica; RABADÁN GÓMEZ, Ana Belén y HERNANDEZ MARCH, Julio. Desajustes entre formación y empleo en el ámbito de las Enseñanzas Técnicas universitarias: la visión de los empleadores de la Comunidad de Madrid. En: Revista de Educación [en línea]. Enero-abril, 2013, no. 360, 16 p. [consultado el 14 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://www.revistaeducacion.mec.es/doi/360\\_110.pdf](http://www.revistaeducacion.mec.es/doi/360_110.pdf)>.
- MARTÍN-DÍAZ, María Jesús, GUTIÉRREZ JLIÁN, María Sagrario y GÓMEZ CRESPO, Miguel Ángel. ¿Por qué existe una falla entre la innovación e investigación educativa y la práctica docente? En: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología Y Sociedad. Enero, 2013., vol. 8, no. 22, p. 11-31.
- MARTÍNEZ CARO, Eva; MARTÍNEZ GARCÍA, José Antonio y MARTÍNEZ CARO, Laura. Análisis de las competencias relacionadas con la Organización en la Ingeniería. Un estudio empírico. En: Congreso de Ingenierías de Organización [en línea]. (15; 7-9, septiembre, Caratagena). 5th International Conference on Industrial Engineering Industrial Management. Cartagena: ADINGOR, 2011. p. 417-425. [consultado 17 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2011/innovacion\\_docente/417-425.pdf](http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2011/innovacion_docente/417-425.pdf)>.
- MAYA GUERRA, José Ignacio y HERREREA HERRERA, María Eugenia. Aproximación del estado del arte sobre los estudio de desempeño de graduados de programas de educación superior. En: Revista virtual Universidad Católica del Norte. Mayo-agosto, 2012, no. 36, p. 127-158.
- MAYA GUERRA, José Ignacio y HERREREA HERRERA, María Eugenia.. Caracterización e impacto de los graduados de la Católica del Norte. En:Revista Virtual Universidad Católica del Norte. Septiembre-diciembre, 2011, no. 34, p. 79-113.
- MENA, Ángel., et al. Desarrollo de competencias en dirección de proyectos en los alumnos de las titulaciones de ingeniería industrial en la Universidad de Huelva (España). [en línea]. En: Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos [en línea]. (13: 8-10, julio, 2009: Badajoz, España). Universidad de Extremadura. p. 2227-2236. [consultado el 15 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://aeipro.com/files/congresos/2009badajoz/ciip09\\_2227\\_2236.2654.pdf](http://aeipro.com/files/congresos/2009badajoz/ciip09_2227_2236.2654.pdf)>.

- MORA, José-Ginés; CAROT, José-Miguel y CONCHADO, Andrea. (eds.). Informe resumen de los resultados del proyecto PROFLEX en Latinoamérica: Comparativa con el proyecto PROFLEX en Europa [en línea], 70 p. [Consultado el 16 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://ingenieria.uaslp.mx/web2010/Egresados/Proyecto%20REFLEX/Publicaci%C3%B3n%20PROFLEX.pdf>>.
- MORALES GONZÁLEZ, Fabián Andrés, et al. Seguimiento a egresados: su importancia para las instituciones de educación superior. En: Revista Teoría y praxis investigativa. Septiembre- diciembre, 2008, vol. 3, no.2, p. 61-65.
- MÚRIA ALBIOL, Josep. GIL SAURA, Roberto. Preparación, tabulación y análisis de encuestas para Directivos. [en línea]. Madrid: ESIC Editorial, 1998., 265.p. [consultado en octubre 13 de 2013]. Disponible en <http://goo.gl/Gqrl2u>
- NOGALES, Ángel Fernández. Investigación y técnicas de mercadeo. [en línea]. Madrid: ESIC Editorial, 2004., 297. p. [consultado en octubre 13 de 2013]. Disponible en: <http://goo.gl/rMcbcQ>
- ONLINE ENCUESTA. Productos y servicios. [en línea] [consultado en octubre 8 de 2013]. Disponible en <<https://www.onlineencuesta.com/?url=.lan&nosurvey=1&student#student>>
- ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS PARA LA EDUCACIÓN. Metas Educativas 2021: miradas sobre la educación en Iberoamérica [en línea]. España, 2011; 336 p. [consultado el 15 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.oei.es/metas2021/Miradas.pdf>>.
- ORRAL, Yadira. Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. [en línea] En: Revista ciencias de la educación. Enero-Junio, 2009. vol. 19., no 33, p. 241-242. [consultado en septiembre 30 de 2013]. Disponible en <<http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/n33/art12.pdf>>
- ORTÍZ CORREA, Javier., et al. Impacto social de los programas de pregrado: Ingeniería de producción [en línea]. Medellín., 109 p. [consultado en septiembre 24 de 2013]. Disponible en <<http://www.eafit.edu.co/institucional/calidad-eafit/investigacion/Documents/Impacto%20social%20Ingenier%C3%ADa%20de%20Producci%C3%B3n-2005.pdf>>

- PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Estudio de seguimiento a recién egresados de programas académicos de pregrado de la sede central [en línea]. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 2012, 152 p. [consultado en septiembre 26 de 2013]. Disponible en <[http://pujportal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad%20de%20Ingenieria/1pdf\\_car\\_industrial/EncuestaSeguimientoEgresadosIngenier%2525EDaIndustrial.pdf](http://pujportal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad%20de%20Ingenieria/1pdf_car_industrial/EncuestaSeguimientoEgresadosIngenier%2525EDaIndustrial.pdf)>
- PUENTES GAETE, Antonio., et al. Concepciones sobre las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC y sus implicaciones educativas: Un estudio exploratorio con profesorado de la provincia de Ñuble, Chile. En: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Enero, 2013, vol. 8, no. 22, p. 75-88.
- PYTEL., P., et al. Identificación de tareas críticas en una metodología de desarrollo de proyectos de explotación. En: Congreso Argentino de ciencias de la computación. [en línea].( 17: 10-14, octubre, 2011: La Plata, Argentina). La Plata: Red de universidades Nacionales. p. 989-998. [consultado el 25 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.unla.edu.ar/sistemas/gisi/papers/CACIC-2011-989-998.pdf>>
- RAMOZ FERNÁNDEZ, Vicente. Desarrollo de un marco de trabajo para JAVA/J2EE: Plataforma puzzle [en línea] Trabajo final de carrera. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid. Ingeniería Superior Informática, 2009. 145 p. [consultado el 15 de diciembre de 2013]. Disponible en <[http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6231/PFC\\_Vicente\\_Ramos\\_Fernandez.pdf?sequence=1](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6231/PFC_Vicente_Ramos_Fernandez.pdf?sequence=1)>
- RED GRADUA2 y ASOCIACIÓN COLUMBUS. Manual de instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados [en línea]. México: Instituto Tecnológico de Monterrey, 2006, 96 p. [consultado el 22 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-136795\\_p](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-136795_p)>.
- REDSUR. Políticas de seguimiento a graduados de la red de oficinas y centros de graduados del Suroccidente Colombiano, 18 p. [consultado el 5 de junio de 2013]. Disponible en <[http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-137087\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-137087_pdf.pdf)>.

- REYES RICARDO, Isleydi y SALGUEIRO SICILIA, Yamisleydi. Herramienta para realizar la Minería de Datos en el Data Warehouse de un Cuadro de Mando Integral. En: Innovación Tecnológica. 2010, 8 p.
- REYES SALDAÑA, José Fernando y GARCÍA FLORES, RODOLFO. El proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos. En: Ingenierías. Enero-marzo, 2005, vol. 8, no. 26, p. 37-47.
- RIQUELME, José; RUIZ, Roberto y GILBERT, Karina. Minería de datos: conceptos y tendencias. En: Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. 2006, vol. 10, no. 29, p 11-18 p.
- RODRÍGUEZ MÉNDEZ, Alexei. Herramientas y funcionalidades de minería de datos en Oracle. En: Tono Revista Técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba., p. 110-116.
- RODRÍGUEZ VALBUENA, Luisa. Algunos cuestionamientos a la enseñanza de Ingeniería Industrial en Colombia. En: Cuadernos de Administración. Julio-diciembre 2012, vol. 28, no. 48, p. 91-193.
- RODRÍGUEZ, Carlos y RAMÍREZ, Sergio. Juegos y ejercicios prácticos como apoyo a los cursos interactivos para el área de administración de operaciones y logística en la carrera de ingeniería de producción de la Universidad EAFIT. En: Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education. 2010, vol. 4, no. 1, p. 8-17
- SALINAS FLORES, Jesús. Patrones de morosidad para un producto crediticio usando la técnica de árboles de clasificación CART. En: revista de la facultad de Ingeniería Industrial [en línea]. 2005, vol.8, no. 1, p. 29-36 [consultado el 28 de mayo de 2013]- Disponible en <<http://revistas.concytec.gob.pe/pdf/id/v8n1/a06v8n1.pdf>>
- SCHOMBURG, Harald. Manual para estudios de seguimiento a graduados universitarios. [en línea]. Alemania, 2004, 345 p. [consultado el 25 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-136797\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-136797_pdf.pdf)>

- SILVA ARCINIEGA, María del Rosario, BRAIN CALDERÓN, María Luisa. Validez y confiabilidad del estudio socioeconómico. [en línea]. Coyoacán: México, 2006.,329.p. Disponible en < <http://goo.gl/epLD8C>
- TIRADO M., Luis Javier., et al. Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales. En: Revista Educación en Ingeniería [en línea]. Junio, 2006, no 1, 11 p. [consultado el 18 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/26>>
- TORRES, Jorge. Filosofía de enseñanza de mecánica de materiales para los ingenieros del siglo XXI. En: Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education. 2009, vol. 3, no. 1, p. 18-27.
- TUNING EDUCATIONAL STRUCTURES IN EUROPE. [en línea]. [consultado el 25 mayo de 2013]. Disponible en <<http://www.unideusto.org/tuningeu/>>.
- UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER [en línea]. Consultado el 5 de junio de 2013]. Disponible en <<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/estudiosIndustrialesEmpresariales/programaAcademicos/ingenieriaIndustrial/perfilEgresado.jsp>>
- VALENCIA ARIAS, Alejandro. La formación de habilidades emprendedoras en los estudiantes de Ingeniería. En: Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education. 2011, vol.5, no. 2, p. 15-24.
- VALLE B, Mauricio y CABRERA M., Piedad. ¿Qué competencias debe poseer un ingeniero civil industrial? La percepción de los estudiantes. En: Revista Iberoamericana de Educación. Septiembre, 2009. no. 50, p.1-14.
- VERGARA QUINTERO, María del Carmen; GIRALDO OSORIO, Adriana María y NARANJO ARISTIZÁBAL, María Mercedes. Graduados UAM-calidad y pertinencia [en línea]. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales, 2009, 160 p. [consultado el 14 de mayo de 2013]. Disponible en <<http://hdl.handle.net/11182/357>>.

- WIT, Hans. El Proceso de Bolonia, la Estrategia de Lisboa y el Espacio Europeo de Educación Superior e Investigación [en línea], p. 223-225. [consultado el 13 de mayo de 2013]. Disponible en <[http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/7292/1/2006\\_esp\\_LII\\_5\\_colaboracion7.pdf](http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/7292/1/2006_esp_LII_5_colaboracion7.pdf)>.