

**Caracterización del perfil de los graduados del programa Ingeniería Industrial de la
Universidad Industrial de Santander**

Magda Lorena Rangel Granados.

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniera Industrial

Director:

Henry Lamos Díaz

PhD. Física-Matemática

Tutor:

Yuly Andrea Ramírez Sierra

Magíster en Ingeniería Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2019

Contenido

	Pág.
Introducción	15
1. Tabla de cumplimiento de los objetivos	18
2. Objetivos	19
2.1 Objetivo general.....	19
2.2 Objetivos específicos	19
3. Planteamiento del problema.....	20
4. Resultados esperados	22
5. Marco de referencia	22
5.1 Marco de antecedentes	22
5.2 Marco teórico	25
5.2.1 Educación superior.....	30
5.2.2 Instituciones de Educación Superior (IES).....	30
5.2.3 Calidad en la educación superior.	31
5.2.4 Graduado.....	32
5.2.5 Pertinencia educativa.	32
5.2.6 Seguimiento a graduados.	32
5.2.6.1 Importancia del seguimiento a egresados.	33
5.2.6.2 Objetivos de un seguimiento a graduados.	33

5.2.7 Minería de datos.....	35
5.2.7.1 Tipos de modelos en minería de datos.....	36
5.2.7.2 La minería de datos y el proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos.....	37
5.2.7.3 Fases del proceso de extracción de conocimiento.....	38
5.2.7.4 Técnicas de minería de datos.....	40
5.2.7.4.1 Árboles de decisión.....	40
5.2.7.4.2 Agrupamiento o clustering.....	41
5.2.7.4.3 Redes Bayesianas.....	41
5.2.8 Minería de texto.....	42
5.2.9 Análisis multivariante.....	42
5.2.9.1 Análisis factorial.....	43
5.2.9.1.1 Análisis de correspondencia.....	43
5.2.9.2 Análisis de componentes principales.....	43
5.2.10 Muestreo.....	44
5.2.10.1 Tipos de muestreo.....	44
5.2.10.2 El muestreo por selección intencionada o muestreo por conveniencia.....	45
5.2.11 Herramientas de análisis.....	45
5.2.11.1 IBM SPSS Modeler.....	45
5.2.11.2 RStudi.....	46
5.2.11.3 Power BI.....	46
6. Fases del proceso de extracción del conocimiento.....	47
6.1 Integración y recopilación de la información de los graduados.....	47
6.1.1 Tipo de estudio.....	47

6.1.2 Población estudio.	48
6.1.3 Instrumento de medición.....	48
6.1.3.1 Información requerida para el seguimiento.	49
6.1.3.2 Versión inicial instrumento de medición.	51
6.1.3.3 Versión preliminar del instrumento de medición.....	53
6.1.3.4 Prueba piloto.	56
6.1.4 Técnicas para la recopilación de la información.....	57
6.1.4.1 Medios de difusión.....	58
6.2 Preprocesamiento, limpieza de los datos	60
6.2.1 Análisis preliminar.....	60
6.2.1.1 Momento cero.	61
6.2.1.2 Comparación de la situación laboral.....	65
6.2.2 Información extraída de la red profesional LinkedIn.	69
6.3 Aplicación de análisis multivariados e interpretación de los resultados.....	72
6.3.1 Análisis factorial.	72
6.3.1.1 Análisis momento cero.	73
6.3.1.2 Análisis momento uno.	78
6.3.1.3 Análisis momento tres.....	79
6.3.1.4 Análisis momento cinco.....	80
6.3.2 Análisis de conglomerados.	82
6.3.2.1 Perfiles del agrupamiento.	85
6.3.2.1.1 Perfiles momento cero.	85
6.3.2.1.2 Perfiles momento uno.	90

6.3.2.1.3 Perfiles momento tres.	92
6.3.2.1.4 Perfiles momento cinco.....	95
6.3.2.2 Comparación estudio 2014 y proyecto actual.....	98
6.4 Aplicación de técnicas de minería de datos	105
6.4.1 Minería de texto con R.....	105
7. Conclusiones	114
8. Recomendaciones	117
Referencias bibliográficas.....	119

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Cumplimiento de los objetivos	18
Tabla 2 Graduados entre el año 2013 y 2018	48
Tabla 3 Registros recolectados	59
Tabla 4 Comparación ocupaciones	67
Tabla 5 Comparación sector económico.....	67
Tabla 6 Prueba de KMO y Bartlett M0.....	74
Tabla 7 Varianza total explicada M0.....	75
Tabla 8 Matriz de componente rotado M0.....	76
Tabla 9 Prueba de KMO y Bartlett M1.....	78
Tabla 10 Prueba de KMO y Bartlett M3.....	80
Tabla 11 Prueba de KMO y Bartlett M5.....	81
Tabla 12 Número de egresados por momento en cada cluster.....	85
Tabla 13. Comparación estudio 2014 vs estudio actual M0	100
Tabla 14. Comparación estudio 2014 vs estudio actual M1	102
Tabla 15. Comparación estudio 2014 vs estudio actual M3	104

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Fases del proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos, KDD.....	40
Figura 2. Ocupación Momento cero	64
Figura 3. Sector económico Momento cero	64
Figura 4. Últimos cargos LinkedIn	69
Figura 5. Estudios de formación adicional Ingenieros Industriales LinkedIn	70
Figura 6. Aptitudes y validadesiones LinkedIn	71
Figura 7. Diagrama de dispersión Factor 2 vs Factor 1 M0	77
Figura 8. Conglomerados según competencias para el Momento cero	82
Figura 9. Conglomerados según competencias para el Momento uno	83
Figura 10. Conglomerados según competencias para el Momento tres	83
Figura 11. Conglomerados según competencias para el Momento cinco	84
Figura 12. Nube de palabras de reconocimiento académico M0	106
Figura 13. Nube de palabras sobre ventajas de estudiar en la UIS M0	107
Figura 14. Nube de palabras sobre fortalezas del programa de Ingeniería Industrial para el M0	108
Figura 15. Nube de palabras sobre los aspectos que se deben mejorar en el programa M0	109

Figura 16. Nube de palabras del relato autobiográfico sobre la trayectoria académica y laboral para el M0	110
Figura 17. Nube de palabras sobre ventajas de estudiar en la UIS M5	111
Figura 18. Nube de palabras sobre los aspectos que se deben mejorar en el programa para M5	112
Figura 19. Nube de palabras del relato autobiográfico sobre la trayectoria académica y laboral para el M5	113

Lista de apéndices

(Ver apéndices adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la Biblioteca UIS)

Apéndice A. Versión inicial encuesta M0

Apéndice B. Versión inicial encuesta M1

Apéndice C. Versión inicial encuesta M3

Apéndice D. Versión inicial encuesta M5

Apéndice E. Versión final encuesta M0

Apéndice F. Versión final encuesta M1

Apéndice G. Versión final encuesta M3

Apéndice H. Versión final encuesta M5

Apéndice I. Medios de difusión encuesta

Apéndice J. M0 Gráficas

Apéndice K. M1 Gráficas

Apéndice L. M3 Gráficas

Apéndice M. M5 Gráficas

Apéndice N. Comparación situación laboral – Power BI

Apéndice Ñ. Análisis descriptivo momentos

Apéndice O. Análisis factorial M0

Apéndice P. Análisis factorial M1

Apéndice Q. Análisis factorial M3

Apéndice R. Análisis factorial M5

Apéndice S. Perfiles momento cero

Apéndice T. Perfiles momento uno

Apéndice U. Perfiles momento tres

Apéndice V. Perfiles momento cinco

Resumen

Título: Caracterización del perfil de los graduados del programa ingeniería industrial de la Universidad Industrial de Santander *

Autor: Magda Lorena Rangel Granados**

Palabras Claves: seguimiento a graduados, pertinencia, calidad de la educación, análisis factorial, análisis de conglomerados, minería de datos.

Descripción:

A partir de la necesidad de analizar el impacto de los egresados en la sociedad, la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales realiza un estudio de seguimiento desde la perspectiva de sus graduados con el fin de evaluar su desempeño en el mercado laboral, la calidad y pertinencia del programa académico. Lo anterior tiene como propósito apoyar algunos aspectos evaluados en el proceso de acreditación del programa de Ingeniería Industrial.

El estudio comprende una revisión de literatura que hace posible rediseñar los instrumentos de medición, teniendo en cuenta las recomendaciones del Observatorio Laboral para la Educación (OLE) y algunas investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional, donde se resalta la importancia de evaluar constantemente la calidad de la educación que ofrecen las Instituciones de Educación Superior (IES). La estructura de la encuesta permite obtener información de los graduados sobre: la trayectoria académica y profesional, datos socioeconómicos y demográficos, satisfacción profesional y personal, situación laboral y pertinencia; la recolección fue vía internet.

La metodología se basa en las fases del proceso de descubrimiento del conocimiento (KDD), en donde a partir de métodos como análisis factorial, agrupamiento y minería de texto se construye el perfil de los graduados de Ingeniería Industrial entre los años 2013-2018 con el fin de realizar análisis que permitan identificar aspectos importantes y de apoyo a la toma de decisiones estratégicas por parte de las directivas del programa académico.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: PhD. Henry Lamos Díaz

Abstract

Title: Profile characterization for industrial engineering graduates of Industrial University Of Santander*

Author: Magda Lorena Rangel Granados**

Keywords: Graduates Follow-Up, Pertinence, Education Quality, Factorial Analysis, Cluster Analysis, Data Mining.

Description:

From the need to analyze the impact of graduates in society, the School of Industrial and Business Studies did a follow-up study from the perspective of its graduates in order to evaluate their performance in the working market, quality and relevance of the academic program. The above is intended to support some aspects evaluated in the accreditation process of the Industrial Engineering program.

The study includes a literature review that makes it possible to redesign the measurement instruments, taking into account the recommendations of the Labor Observatory for Education (OLE) and some research carried out at national and international level, which highlights the importance of constantly evaluating the education quality offered by Higher Education Institutions (IES). The structure of the survey allows obtaining information on the graduates on: academic and professional trajectory, socio-economic and demographic data, professional and personal satisfaction, employment situation, and relevance; the collection was online.

The methodology is based on the phases of the Knowledge Discovery in Databases (KDD), where from the methods such as factor analysis, grouping and text mining the profile of the Industrial Engineering graduates is built between 2013-2018 with the In order to perform analyzes that identify important aspects and support strategic decision making by the directives of the academic program.

* Degree project

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

Introducción

La acreditación de las Instituciones de Educación Superior (IES) se realiza por medio del Consejo Nacional de Acreditación (CNA), debido a esto las universidades tienen como compromiso la evaluación continua de la calidad de la educación que ofrecen, destacándose como un factor de impacto las características asociadas a los egresados y la articulación con el medio. Por consiguiente, las IES destacan la necesidad de realizar estudios de seguimiento a graduados como medio para lograr conectar con los egresados y una manera de recopilar información que les permita analizar tanto la percepción de los graduados sobre la calidad y pertinencia de la educación recibida, como la situación laboral, profesional y otros aspectos relevantes para lograr una visión holística de la formación ofrecida y evaluar las posibles estrategias de mejora.

El proceso de acreditación de programas tiene como objetivos: propiciar el mejoramiento de la calidad de la educación superior, ser un mecanismo para que las IES rindan cuentas ante la sociedad y el Estado sobre el servicio educativo que prestan, propiciar el auto-examen permanente de las instituciones y programas académicos en el contexto de una cultura de la evaluación, ser un instrumento mediante el cual el Estado da fe pública de la calidad de las instituciones y de los programas de educación superior.

En Colombia, el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) es un sistema que ofrece a las IES, información regional y nacional que les permite realizar análisis cuantitativos y

cualitativos para avanzar en una educación de calidad y pertinente a las necesidades de la sociedad. El OLE brinda información de cómo las diferentes profesiones están posicionadas en el mercado laboral, las condiciones de trabajo de los graduados en los diferentes niveles profesionales, los salarios promedio, el tipo de contratación y la cantidad de graduados que ingresan al sector de la economía formal.

Desde la creación del OLE por parte del Ministerio de Educación se tiene información de: graduados desde el año 2001, en lo correspondiente al perfil de graduados a nivel nacional, condiciones laborales de los graduados, información cualitativa de graduados e información de los profesionales a partir de 1960.

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE) de la Universidad Industrial de Santander crea un nodo de calidad que plantea dentro de sus objetivos realizar el seguimiento a graduados que permita recopilar información de vital importancia sobre los profesionales, para analizar su impacto en la sociedad y la pertinencia de la formación que recibieron, y por consiguiente esto conduce a apoyar el proceso de autoevaluación. El nodo de calidad establece la importancia de realizar los estudios de seguimiento a graduados cada cinco (5) años para contribuir con el mejoramiento de la escuela mediante la continuidad del proceso de estos estudios y así aportar con la acreditación del programa de Ingeniería Industrial.

Por consiguiente, la continuidad de los estudios de seguimiento a graduados de la EEIE permite obtener información actualizada sobre los graduados, y puede apoyar uno de los aspectos evaluados en el proceso de acreditación. De esta manera, en particular se busca recolectar

información de los graduados entre los periodos 2013 y 2018, para ser analizada mediante técnicas de análisis multivariado como: análisis de componentes principales, y técnicas de minería de datos como: agrupamiento y minería de texto, con el fin de descubrir patrones de los graduados entre los periodos 2013 y 2018, y construir perfiles que permitan analizar la situación de los graduados y apoyar la toma de decisiones estratégicas de la EEIE. Adicionalmente, se busca recolectar información de los graduados que reposa en la red de profesionales LinkedIn, tomando esto como una fuente secundaria y de posible complemento a la información primaria recolectada.

El presente estudio consta de las siguientes partes, el planteamiento del problema y de los objetivos, apoyado con un marco de referencias que presenta los antecedentes de los estudios de seguimiento de graduados de la EEIE y de algunas universidades a nivel nacional, la importancia de estos estudios en diferentes países, y la base teórica que soporta la importancia de la realización del seguimiento a graduados en las IES; posteriormente, se presenta la metodología basada en las fases del proceso de descubrimiento de conocimiento, en donde se realiza análisis descriptivo, análisis multivariado y la aplicación de técnicas de minería de datos y finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

1. Tabla de cumplimiento de los objetivos

Tabla 1.

Cumplimiento de los objetivos

Objetivos	Cumplimiento
Realizar una revisión de literatura para identificar los factores involucrados en la evaluación de la calidad y pertinencia de la educación recibida por parte de los graduados de programas universitarios.	Capítulo 5
Rediseñar el instrumento de medición actual del Observatorio Laboral de Educación (OLE) con el fin de tener en cuenta nuevos rasgos de los graduados y contrastarlos con las necesidades y requerimientos de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS.	6.1.3 Instrumento de medición
Analizar la información recolectada por medio del instrumento de medición (encuesta), utilizando técnicas multivariadas y de minería de datos, con el fin de descubrir patrones de los graduados y aspectos relacionados con la calidad y pertinencia del programa.	6.3 Aplicación de análisis multivariado e interpretación de los resultados 6.4 Aplicación de técnicas de minería de datos
Construir los perfiles de los graduados del programa de Ingeniería Industrial entre los periodos 2013 y 2018, con el fin de detallar características relevantes y realizar comparaciones en algunas de las variables comunes hechas en anteriores seguimientos.	6.2.1 Análisis preliminar (Análisis descriptivo) 6.3.2.1 Perfiles del agrupamiento 6.3.2.2 Comparación estudio 2014 y proyecto actual
Recopilar información cualitativa obtenida de fuentes secundarias como la red profesional LinkedIn, con el fin de mejorar el perfilamiento de los graduados.	6.2.2 Información extraída de la red profesional LinkedIn

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Caracterizar el perfil de los graduados del programa académico de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, teniendo en cuenta factores socioeconómicos, laborales y profesionales, con el fin de evaluar la calidad y pertinencia de la educación recibida.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar una revisión de literatura para identificar los factores involucrados en la evaluación de la calidad y pertinencia de la educación recibida por parte de los graduados de programas universitarios.
- Rediseñar el instrumento de medición actual del Observatorio Laboral de Educación (OLE) con el fin de tener en cuenta nuevos rasgos de los graduados y contrastarlos con las necesidades y requerimientos de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS.
- Analizar la información recolectada por medio del instrumento de medición (encuesta), utilizando técnicas multivariadas y de minería de datos, con el fin de descubrir patrones de los graduados y aspectos relacionados con la calidad y pertinencia del programa.

- Construir los perfiles de los graduados del programa de Ingeniería Industrial entre los periodos 2013 y 2018, con el fin de detallar características relevantes y realizar comparaciones en algunas de las variables comunes hechas en anteriores seguimientos.
- Recopilar información cualitativa obtenida de fuentes secundarias como la red profesional LinkedIn, con el fin de mejorar el perfilamiento de los graduados.

3. Planteamiento del problema

El modelo de acreditación propuesto por el CNA y adoptado por la Universidad se basa en el estudio de factores, características e indicadores; gracias a este modelo la EEIE cuenta con Acreditación de Alta Calidad (Segunda Renovación), Resolución N° 16110 del 14 de noviembre de 2013 – MEN (Vigencia de 6 años).

Para la Universidad Industrial de Santander renovar la acreditación de sus programas académicos es conservar la calidad de la educación, y en particular para la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, la acreditación es un camino para el reconocimiento por parte del Estado y de la sociedad de la calidad de Instituciones de Educación Superior y de los programas académicos; además, es un instrumento para promover y reconocer la dinámica del mejoramiento de la calidad y para precisar metas de desarrollo.

Por tanto, como parte de este proceso de acreditación, es compromiso de las IES identificar las necesidades y exigencias del entorno, mediante el análisis del desempeño de los graduados, ya que los graduados son considerados el resultado del proceso de formación y están en la capacidad

de reflexionar y analizar sobre la calidad y pertinencia de la educación recibida. Así mismo, las IES deben conocer los logros obtenidos por los graduados y también las dificultades que se les presentan en el ámbito laboral, e identificar cuáles son las destrezas y competencias predominantes o que se deben fortalecer en el proceso de formación de los futuros profesionales.

Entonces, el seguimiento a graduados se convierte en un elemento estratégico e importante para las IES, pues genera información valiosa y esencial relacionada con la calidad y efectividad de la formación recibida por los graduados, de esta forma se logra retroalimentar los programas y conocer el impacto que dichos estudios tienen en el ámbito laboral donde se desarrollan, así como la relación que existe entre los graduados y el campo profesional.

Por ejemplo, a nivel Nacional, el Observatorio Laboral para la Educación recolecta información desde la percepción de los graduados, con el fin de dar un conocimiento sobre la situación de estos a nivel nacional y dar un insumo a las instituciones para que realicen mejoras en los programas académicos mediante el conocimiento diferentes aspectos relacionados con los graduados que permiten evaluar la calidad y pertinencia de la educación que les ha sido ofrecido.

Por consiguiente, con este proyecto se continua con el proceso de seguimiento a graduados de la EEIE para contribuir con la actualización de la información y así lograr la caracterización del perfil de los graduados del programa Ingeniería Industrial; como el seguimiento a graduados es un proceso dinámico se necesita de la realización de estos mínimo cada cinco años, para identificar las tendencias de la oferta y la demanda de los profesionales a nivel regional, nacional o

internacional y de esta manera apoyar la toma de decisiones estratégicas que permitan el mejoramiento del programa y se contribuya con el desarrollo del país.

4. Resultados esperados

Como resultado del estudio de seguimiento a graduados en Ingeniería Industrial se espera obtener:

- Libro final como recopilación de los resultados encontrados en el proceso de desarrollo del proyecto, información referente a los estudios de seguimiento a graduados, construcción del instrumento de medición basado en los instrumentos ofrecidos por el OLE, realización de una prueba piloto, proceso de recolección de la información de los graduados, extracción de datos de la red profesional LinkedIn, aplicación de técnicas de análisis multivariado y de minería de datos, caracterización de los graduados mediante la creación de perfiles, análisis de los patrones encontrados, conclusiones y recomendaciones.
- Base de datos de graduados actualizada con los registros obtenidos durante la aplicación del instrumento de medición.

5. Marco de referencia

5.1 Marco de antecedentes

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE) de la Universidad Industrial de Santander (UIS) ha realizado tres proyectos relacionados con el seguimiento a graduados de Ingeniería Industrial, el primero de estos se realizó en el año 2008 a cargo de Diana Sánchez y

Lorena López, (Sanchez Ramirez & Lopez Silva, 2008) este estudio consistió en identificar los factores influyentes en el proceso de inserción y desempeño laboral de los graduados mediante instrumentos diseñados por el Observatorio Laboral de Educación (OLE), dichos instrumentos permitieron determinar la pertinencia de la formación recibida a partir del análisis de la experiencia del graduado relacionada con el ingreso al mercado laboral, así como de la valoración del grado de utilidad de los conocimientos, competencias y valores en los logros alcanzados en su trayectoria laboral. Los aspectos relevantes identificados fueron: el 84.4% de los graduados están laborando y el 10% buscan empleo; el 79.09% de los graduados consideran que podrían estar en un empleo donde ganen un mejor salario y desarrollen mejor sus competencias; en promedio el salario devengado por los graduados de Ingeniería Industrial de la UIS es \$2.005.118; el canal de búsqueda de empleo más efectivo han sido los contactos profesionales y personales; con un 59% los diplomados son el tipo de estudios adicionales realizados con mayor frecuencia, las especializaciones (33%) se destacan principalmente en áreas administrativas y de habilidades gerenciales.

Adicionalmente, a través de una investigación exploratoria se identificó la opinión de los empleadores en varios aspectos que sirven de base para próximos estudios concluyentes.

En el año 2010 Wilmar y Carlos (Arrieta Torres & De la Rosa, 2010) desarrollaron un proyecto sobre un estudio de seguimiento a egresados del Programa de Ingeniería Industrial de la UIS con el que se pretendía conocer desde la perspectiva de los graduados las características de su inserción en el mercado laboral, el nivel de satisfacción en el área profesional, la percepción sobre la calidad del programa y la pertinencia de la formación adquirida, este estudio se realiza para

graduados desde el año 1997 hasta septiembre de 2009. Según la información obtenida se concluyó que la mayoría de los egresados son mujeres; el 44,8% continuaron con los estudios de posgrados, siendo la especialización el nivel de estudio predominante; la mayoría de los egresados se encuentran ubicados en el nivel de mandos medios (37,7%); los ingresos mensuales devengados de los graduados están entre 1 y 5 SMMLV.

Finalmente, Ramírez construye un framework para el proceso de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial de la UIS en el año 2014 cuyo principal objetivo es caracterizar a los graduados entre 2007 y 2013 desde las competencias desarrolladas durante su formación y evaluar la pertinencia y calidad de la educación proporcionada por el programa, se aplica una encuesta que permite recolectar información sobre: trayectoria académica y educativa, trayectoria profesional y laboral (inserción laboral, situación actual e interés por crear empresa), datos sociodemográficos, satisfacción profesional y académica y pertinencia educativa. La información recolectada se analizó inicialmente aplicando técnicas de análisis multivariado y posteriormente, se obtienen patrones y perfiles de los graduados aplicando técnicas de minería de datos tales como: análisis de agrupamiento, árboles de decisión, redes bayesianas y reglas de asociación (Ramírez Sierra, 2014).

A nivel nacional se puede resaltar el estudio realizado por Pontificia Universidad Javeriana (Pérez Alemán, 2012), el cual mediante un seguimiento a recién egresados de programas académicos de pregrado de la Sede Central regula el levantamiento de información de la comunidad educativa, con el fin de: obtener la caracterización socioeconómica; conocer la situación laboral; comparar la situación laboral de los recién egresados con la población de

egresados de la educación superior del país que reposa en el OLE, conocer el grado de satisfacción de los recién egresados con los servicios recibidos por parte de la Universidad como estudiantes y en su condición de egresados.

Por otra parte, la Universidad Nacional de Colombia (Unal, 2006) desarrolló un modelo general para el seguimiento a graduados con asesoría técnica de la Universidad Industrial de Santander, este modelo busca establecer a juicio propio del graduado si la formación recibida en la institución le permite desarrollar las capacidades, competencias y habilidades que se requieren en el ejercicio adecuado de su desempeño profesional o académico en el mercado laboral al que se enfrenta.

5.2 Marco teórico

A nivel internacional el seguimiento a graduados es reconocido como un estudio que permite evaluar la calidad de los programas académicos, por ejemplo en Guayaquil-Ecuador, se realiza el plan de negocios para desarrollar una empresa que ofrezca un sistema para dar seguimiento a los graduados de la facultad de Ingeniería Industrial, con el fin de conocer las condiciones de los graduados en el campo laboral, recolectando información relevante sobre si los graduados han puesto en práctica los conocimientos que la Universidad le proporcionó, si ejercen en algo referente a su carrera o si han tenido que aprender nuevas cosas para así mejorar día a día en su actividad laboral, además, recolección de información de su opinión sobre la pertinencia de los conocimientos recibidos en la Universidad (Holguín Navarrete, 2014).

Gardenia Edith (Cedeño Marcillo, 2014), señala que los estudios de egresados además de evaluar la pertinencia realizan, una metodología sistemática, descriptiva, crítica o valorativa, pero sobre todo susceptible al análisis e inferencia de la realidad social en la que se desempeñan los graduados universitarios. Es evidente que la calidad de la formación recibida, en su relación con las necesidades del contexto social y laboral, son base fundamental para la consolidación de estrategias por parte de las instituciones de educación superior que busquen la construcción de una sociedad más justa y equitativa para todos.

Para el Observatorio Laboral para la Educación (OLE, 2018), es indispensable conocer la opinión de los jóvenes que están iniciando su camino profesional ya que esto ayuda al sector educativo a dar luces de cómo las Instituciones de Educación Superior están respondiendo, no solo a las proyecciones personales del estudiante, sino a la pertinencia de la educación y su relación con el sector productivo.

Los estudios de seguimiento a graduados buscan brindar elementos que sirvan para consolidar rutas de evaluación de la pertinencia de los programas académicos, entendiendo que la pertinencia está relacionada con la capacidad de articular los procesos de formación con los contextos sociales y económicos en los que dicho programa se desenvuelve.

Cifras relacionadas con la vinculación de los egresados (según el programa) y sus salarios o dónde están trabajando los graduados, ofrecen información rica en estadísticas que les permiten evaluar la pertinencia de sus programas, alrededor de aspectos como la calidad, el desempeño profesional de los egresados, la importancia de las competencias, el desarrollo profesional y el

fortalecimiento de la innovación, entre otros. Así, es posible contar con insumos clave para los procesos de mejora continua, de autoevaluación y renovación de programas, la redefinición del perfil profesional (en caso de ser necesario), pero también apoya con información y presentación del programa cuando se da a conocer a los futuros aspirantes.

En Cuba se señalan los desafíos relacionados con las universidades en el mundo actual y cuál es el papel que le corresponde en la transformación de la educación superior para el próximo milenio. Además, se analiza cómo la excelencia y calidad académica constituyen elementos claves y controversiales en la educación superior y se analizan las diferentes variables que en ella intervienen. Se indica la influencia de la globalización y cómo para hacerle frente es necesario fortalecer la capacidad de negociación, inserción y competitividad de las universidades. Se fundamenta cómo para incrementar la calidad del proceso universitario se precisa de una gestión académica eficaz y eficiente, la capacidad de autoevaluación, así como el intercambio y cooperación interuniversitaria e intersectorial. Se precisa cómo está influyendo la explosión científico-técnica de estos tiempos y las competencias que deben reunir los profesionales (Salas Perea, 2000).

En el año 2006 se da a conocer un manual el cual recoge el trabajo del Proyecto GRADUA2, en el cual participaron 10 universidades e instituciones de América Latina y 11 de Europa. El objetivo de este Manual es ofrecer una guía a las instituciones interesadas en desarrollar proyectos de seguimiento a graduados explicando la utilidad y proceso que se debe seguir para lograr resultados exitosos; algunos de los temas incluidos en el Manual son: la utilidad de este tipo de proyectos; cuáles son los temas principales que abordan; cómo se planean y se llevan a cabo los

estudios de seguimiento; la importancia de recabar la opinión de los empleadores sobre los egresados; aspectos clave para implementar estudios de seguimiento de egresados, y la detección de áreas de oportunidad para la mejora de este tipo de actividades (MinEducación, 2006).

En América Latina y Europa (Victorino Ramirez & Medina Marquez, 2008), uno de los proyectos más importantes en la educación superior es el proyecto denominado Tuning Educational Structures, cuyo nombre en español sería: “afinar las estructuras educativas de Europa”. En este proyecto se encuentran intenciones como las de “impulsar la participación comprometida y decidida de las universidades, las organizaciones de educación superior, las organizaciones profesionales, las agencias de evaluación, acreditación, análisis curricular, equivalencia de créditos, certificación y formación para investigación e innovación de América Latina, el Caribe y de la Unión Europea. Asimismo, se plantea la necesidad de revisar los objetivos, la estructura, los procesos y prácticas de formación de recursos humanos, a través del análisis de profesiones y carreras desde las siguientes perspectivas: a) las competencias profesionales, asociadas con cada grupo o título profesional, b) la expresión de estas competencias en términos de los créditos exigidos para cada titulación, c) los mecanismos e instrumentos de evaluación y acreditación de las instituciones y/o programas de estudio y d) los procesos de formación para la investigación y la innovación.

Sus objetivos se orientan a: contribuir en el desarrollo de titulaciones fácilmente comparables y comprensibles en una forma articulada con América Latina; impulsar a escala latinoamericana un importante nivel de convergencia de la educación superior en 12 áreas temáticas: Administración de empresas, Arquitectura, Derecho, Educación, Historia, Geología, Enfermería,

Física, Ingeniería Civil, Química, Matemáticas y Medicina, mediante las definiciones aceptadas en común, de resultados profesionales y de aprendizaje. Así también se propone desarrollar perfiles profesionales en términos de competencias genéricas y específicas de cada área de estudio; facilitar la transparencia en las estructuras educativas e impulsar la innovación; crear redes; intercambiar información sobre el desarrollo del currículo, crear puentes entre las universidades y otras instituciones y contar con un diagnóstico general sobre la educación superior en América Latina.

Los estudios de seguimiento de la población graduada surgen como respuesta a la necesidad de las instituciones de educación superior de ajustar sus programas y planes de estudio a las cambiantes y diversas demandas del mundo laboral en la economía globalizada. Debido a esto, cuando se hace una revisión de los planes de estudio de una carrera universitaria se debe empezar por conocer la realidad del ejercicio profesional correspondiente. Es así como, en términos generales, la población graduada de los programas universitarios y el sector empleador de esos profesionales son una fuente imprescindible de información. Los estudios de seguimiento de la población graduada parten del supuesto de que la actualización de los planes de estudio universitarios no puede hacerse al margen de la realidad social y económica de cada momento histórico, ni del desarrollo interno y contextual de cada país, debido a que la sociedad y la economía son dinámicas; entonces, las universidades tienen que desarrollar metodologías para entender e interpretar el contexto laboral, social y económico para que, en forma periódica, hagan los cambios pertinentes a sus planes de estudio y programas de educación. Esto es importante, si se trata de instituciones de educación superior pública que tienen la obligación de hacer un adecuado uso de los recursos limitados de los que disponen para alcanzar niveles más elevados de eficiencia y eficacia en la formación profesional (Salas Madriz, 2006).

5.2.1 Educación superior. Proceso de formación permanente, personal, cultural y social que posibilita el desarrollo de las potencialidades del ser humano de una manera integral, se realiza con posterioridad a la educación media y tiene por objeto el pleno desarrollo de los estudiantes y su formación académica o profesional.

A la educación superior corresponde, primordialmente, el cultivo de la ciencia, la investigación y el desarrollo tecnológico, con un enfoque pedagógico y curricular que capacite al estudiante como persona y ciudadano, a la vez que ofrece a la sociedad y al país la formación del talento humano que requiere su progreso en todos los campos del conocimiento.

5.2.2 Instituciones de Educación Superior (IES). Para el Ministerio de Educación de Colombia, las Instituciones de Educación Superior (IES) son las entidades que cuentan, con arreglo a las normas legales, con el reconocimiento oficial como prestadoras del servicio público de la educación superior en el territorio colombiano (Ministerio de Educación Colombia, 2010).

Las IES se clasifican en: A, según su carácter académico, y B, según su naturaleza jurídica.

Clasificación A: El carácter académico constituye el principal rasgo que desde la constitución (creación) de una IES define y da identidad respecto de la competencia (campo de acción) que en lo académico le permite ofertar y desarrollar programas de educación superior, en una u otra modalidad académica.

Según su carácter académico, las Instituciones de Educación Superior (IES) se clasifican en: instituciones técnicas profesionales, instituciones tecnológicas, instituciones universitarias o escuelas tecnológicas, universidades.

Clasificación B: Según la naturaleza jurídica, la cual define las principales características que desde lo jurídico y administrativo distinguen a una y otra persona jurídica y tiene que ver con el origen de su creación. Es así como con base en este último aspecto las instituciones de educación superior son privadas o son públicas.

Las instituciones de educación superior de origen privado deben organizarse como personas jurídicas de utilidad común, sin ánimo de lucro, organizadas como corporaciones, fundaciones o instituciones de economía solidaria. Estas últimas aún no han sido reglamentadas. Las instituciones de educación superior públicas o estatales se clasifican, a su vez en: establecimientos públicos y entes universitarios autónomos. Todas las universidades públicas conforman el Sistema de Universidades Estatales (SUE).

5.2.3 Calidad en la educación superior. Según el OLE la calidad es un atributo del servicio público de la educación en general, y en particular, al modo como ese servicio se presta, expresado en el grado de cumplimiento de un conjunto de características que exponen las condiciones que sería deseable lograr por un programa o una institución.

Esas características hacen referencia al proyecto educativo donde el programa o institución define su especificidad o vocación primera y que le sirve de orientación en su quehacer; a los profesores con que cuenta; a la selección y atención de los estudiantes a quienes forma; a los procesos de investigación, docencia y proyección social que adelanta; al bienestar de la comunidad que reúne; a la organización, administración y gestión; a los egresados y al impacto que logra en

el medio; y a los recursos físicos y financieros con que cuenta (OLE, OBSERVATORIO LABORAL PARA LA EDUCACIÓN, 2018).

5.2.4 Graduado. Persona que una vez ha terminado el programa académico y ha cumplido con los requisitos de ley y los exigidos por la respectiva institución de educación superior, recibe el título académico.

5.2.5 Pertinencia educativa. Según Tunnermann 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 la función del “deber ser” enlazado con lo que la sociedad espera de la manera en que las IES fomentan la educación responsablemente, buscando interactuar con la sociedad y el mundo laboral (Tunnermann Bernheim, 2014).

La pertinencia educativa es la forma en que las IES y el entorno se relacionan, mediante la concordancia que hay entre la misión de la institución educativa y las expectativas de la sociedad sobre una educación ideal.

5.2.6 Seguimiento a graduados. La evaluación continua y sistemática de la institución universitaria es una actividad esencial para innovar, descubrir nuevos métodos de enseñanza – aprendizaje y optimizar recursos, a lo cual contribuyen los estudios de seguimiento a egresados. Estos estudios permiten conocer información acerca del desempeño profesional, opiniones y sugerencias acerca de la calidad de la educación recibida y de las nuevas demandas del mercado

laboral y del medio social (Aldana de Becerra, Morales Gonzalez, Aldana Reyes, Sabogal Camargo, & Ospina Alfonso, 2008).

5.2.6.1 Importancia del seguimiento a egresados. El seguimiento a los egresados para las instituciones de educación superior funciona como estrategia de evaluación y retroalimentación. Mediante estos estudios se conoce información relevante de los graduados que puede conducir a formular políticas de mejoramiento o direccionamiento institucional. El seguimiento ha de cumplir una doble función: de autoconocimiento de la institución para realizar acciones de mejoramiento de la calidad académica y de apoyo para la apropiación de recursos orientados a impulsar proyectos que involucren a los egresados y mejoren la formación de nuevos profesionales.

Según la Universidad Nacional de la Plata UNLP (Medina, 2005), los estudios de seguimiento de egresados son una herramienta importante para analizar los caminos que siguen los nuevos profesionales, no solo en lo que respecta a su inserción laboral, sino al entorno y contexto en que se desenvuelven. Son también mecanismos poderosos de diagnóstico de la realidad con el potencial de inducir en las instituciones la reflexión sobre sus fines y valores, aportan elementos para analizar las ventajas y desventajas de los diferentes modelos y opciones educativas que permitan su fortalecimiento o revisión.

5.2.6.2 Objetivos de un seguimiento a graduados. Según Schomburg, los estudios de graduados constituyen una forma de estudio empírico que puede proveer información valiosa para evaluar los resultados de la educación y entrenamiento de una Institución de Educación Superior específica. Esta información puede ser utilizada para un mayor desarrollo de la institución en el

contexto de una garantía de calidad. Estos estudios proponen un enfoque avanzado de seguimiento que permita, a la institución de educación superior, obtener información para indicar posibles deficiencias en un programa educativo dado y servir de base para futuras actividades de planificación. Por lo tanto, la información acerca del éxito profesional (carrera, posición, ingreso) de los graduados es tan necesaria como la información sobre la relevancia del conocimiento y las destrezas (relaciones entre el conocimiento y las destrezas y los requisitos de trabajo, área de empleo, posición profesional). A los graduados también se les puede pedir evaluar retrospectivamente las condiciones del estudio y las facilidades (apoyo) que hayan recibido (evaluación en un sentido estrecho) (Schomburug, 2004).

Sin duda, la preparación de los estudiantes para el futuro empleo se concibe generalmente como una de las principales funciones de la educación superior. Es por esto por lo que la información sobre la relación entre la educación superior y el empleo se considera importante. Sin embargo, hay algunas reservas sistemáticas acerca de la información sobre esta relación que es tema clave en información y evaluación, así como en la administración de la educación superior. Por lo anterior deben considerarse de manera especial tres argumentos/preguntas:

- ¿Hasta qué grado es relevante, la información sobre la educación superior y el empleo, para mejorar la práctica en educación superior?
- ¿Llevan, las investigaciones sobre la relación entre la educación y el empleo, a la subordinación del sistema de educación superior al sistema de empleo?
- ¿Es posible conducir estudios de graduados y de empleadores en todos los países (viabilidad) tomando en cuenta el riesgo de una baja tasa de retorno de los cuestionarios?

Dentro de la relevancia de la práctica de la información, el análisis de unos cientos de estudios, sugieren un diseño cuidadoso de los estudios de seguimiento a graduados, tanto en relación con las áreas temáticas que se incluyan como los métodos y procedimientos de encuesta. En general, los estudios de graduados son los más populares para el análisis de la relación entre la educación superior y el trabajo, porque permiten combinar cinco grandes enfoques:

- Una mirada a los temas del mercado de empleo, por ejemplo: datos cuantitativos y estructurales sobre empleo y carreras.
- Un enfoque más comprometido con el carácter del trabajo y las competencias relacionadas.
- Una evaluación directa de las condiciones de estudio y los recursos de acuerdo con 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.

5.2.7 Minería de datos. En la Universidad Politécnica de Valencia, los docentes: José Hernández, José Ramírez y Cesar Ferri, definieron la minería de datos como el proceso de extraer conocimiento útil y comprensible, previamente desconocido, desde grandes cantidades de datos almacenados en distintos formatos. Es decir, la tarea fundamental de la minería de datos es encontrar modelos inteligibles a partir de datos. Para que este proceso sea efectivo debería ser automático o semi-automático (asistido) y el uso de los patrones descubiertos deberían ayudar a tomar decisiones más seguras que reporte, por lo tanto, algún beneficio a la organización (Hernandez Orallo, Ramírez Quintana, & Ferri Ramírez, 2004).

Por lo tanto, dos son los retos de la minería de datos: por un lado, trabajar con grandes volúmenes de datos, procedentes mayoritariamente de sistemas de información, con los problemas que ello conlleva (ruido, datos ausentes, intratabilidad, volatilidad de los datos) y por otro usar técnicas adecuadas para analizar los mismos y extraer conocimiento novedoso y útil. En muchos casos la utilidad del conocimiento minado está íntimamente relacionada con la comprensibilidad del modelo inferido.

5.2.7.1 Tipos de modelos en minería de datos. La minería de datos tiene como objetivo analizar los datos para extraer conocimiento. Este conocimiento puede ser en forma de relaciones, patrones o reglas inferidos de los datos (previamente) desconocidos, en forma de una descripción más concisa (es decir, un resumen de estos). Estas relaciones o resúmenes constituyen el modelo de los datos analizados. Existen formas diferentes de representar los modelos y cada una de ellas determina el tipo de técnica que puede usarse para inferirlos.

En la práctica, los modelos pueden ser de dos tipos: predictivos y descriptivos.

Los modelos predictivos pretenden estimar valores futuros o desconocidos de variables de interés, que denominamos variables objetivo o dependientes, usando otras variables o campos de la base de datos a las que nos referimos como variables independientes o predictivas.

Los modelos descriptivos identifican patrones que explican o resumen los datos, es decir, sirven para explotar las propiedades de los datos examinados, no para realizar predicciones.

5.2.7.2 La minería de datos y el proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos. Existen términos que se utilizan frecuentemente como sinónimos de la minería de datos. Uno de ellos se conoce como “análisis (inteligente) de datos”, que suele hacer mayor hincapié en las técnicas de análisis estadístico. Otro termino muy utilizado, y el más relacionado con la minería de datos, es la extracción o “descubrimiento de conocimiento en bases de datos” (Knowledge Discovery in Databases, KDD). De hecho, en muchas ocasiones ambos términos se han utilizado indistintamente, aunque existen claras diferencias entre los dos. Así, últimamente se ha usado el término KDD para referirse a un proceso que consta de una serie de fases, mientras que la minería de datos es sólo una de estas fases.

Se define KDD como “el proceso no trivial de identificar patrones válidos, novedosos potencialmente útiles y, en última instancia, comprensibles a partir de los datos”. En esta definición se resume cuáles deben ser las propiedades deseables del conocimiento extraído:

- Válido: hace referencia a que los patrones deben seguir siendo precisos para datos nuevos (con cierto grado de incertidumbre), y no sólo para aquellos que han sido usados para su obtención.
- Novedoso: que aporte algo desconocido tanto para el sistema y preferiblemente para el usuario.
- Potencialmente útil: la información debe conducir a acciones que aporten algún tipo de beneficio para el usuario.
- Comprensible: la extracción de patrones no comprensibles dificulta o imposibilita su interpretación, revisión, validación y uso en la toma de decisiones. De hecho, una

información incomprensible no proporciona conocimiento (al menos desde el punto de vista de su utilidad).

Como se deduce de la anterior definición, el KDD es un proceso complejo que incluye no solo la obtención de los modelos o patrones (el objetivo de la minería de datos), sino también la evaluación y posible interpretación de estos.

Así, los sistemas de KDD permiten la selección, limpieza, transformación y proyección de los datos; analizar los datos para extraer patrones y modelos adecuados; evaluar e interpretar los patrones convertidos en conocimiento; consolidar el conocimiento resolviendo posibles conflictos con conocimiento previamente extraído; y hacer el conocimiento disponible para su uso. Esta definición del proceso clarifica la relación entre el KDD y la minería de datos: el KDD es el proceso global de descubrir conocimiento útil desde las bases de datos mientras que la minería de datos se refiere a la aplicación de los métodos de aprendizaje y estadísticos para la obtención de patrones y modelos. Al ser la fase de generación de modelos, comúnmente se asimila KDD con minería de datos.

5.2.7.3 Fases del proceso de extracción de conocimiento. El proceso de KDD se organiza entorno a cinco fases como se ilustra en la Figura 1. En la fase de integración y recopilación de datos se determinan las fuentes de información que pueden ser útiles y donde conseguirlas. A continuación, se transforman todos los datos a un formato común, frecuentemente mediante un almacén de datos que consiga unificar de manera operativa toda la información recogida, detectando y resolviendo las inconsistencias. Este almacén de datos facilita enormemente la

“navegación” y visualización previa de sus datos, para discernir que aspectos puede ser interesante estudiar.

Dado que los datos provienen en diferentes fuentes, pueden contener valores erróneos o faltantes. Estas situaciones se tratan en la **fase de selección, limpieza y transformación**, en la que se eliminan o corrigen los datos incorrectos y se decide la estrategia a seguir con los datos incompletos. Además, se proyectan los datos para considerar únicamente aquellas variables o atributos que van a ser relevantes, con el objetivo de hacer más fácil la tarea propia de la minería y para que los resultados de la misma sean más útiles. La selección tanto una criba o fusión horizontal (filas/registros) como vertical (columnas/atributos). Las dos primeras fases se suelen englobar bajo el nombre de “preparación de datos”. En la **fase de minería de datos**, se decide cuál es la tarea de realizar (clasificar, agrupar, etc.) y se elige el método que se va a utilizar. En la **fase de evaluación e interpretación** se evalúan los patrones y analizan por expertos, y si es necesario se vuelve a las fases anteriores para una nueva iteración. Esto incluye resolver posibles conflictos con el conocimiento que se disponía anteriormente. Finalmente, en la **fase de difusión** se hace uso del nuevo conocimiento y se hace partícipe de él a todos los posibles usuarios. Para cada una de estas fases se emplean distintas técnicas de diferentes disciplinas.

Además de las fases descritas, frecuentemente se incluye una fase previa de análisis de las necesidades de la organización y definición del problema, en la que se establecen los objetivos de la minería de datos a realizar.

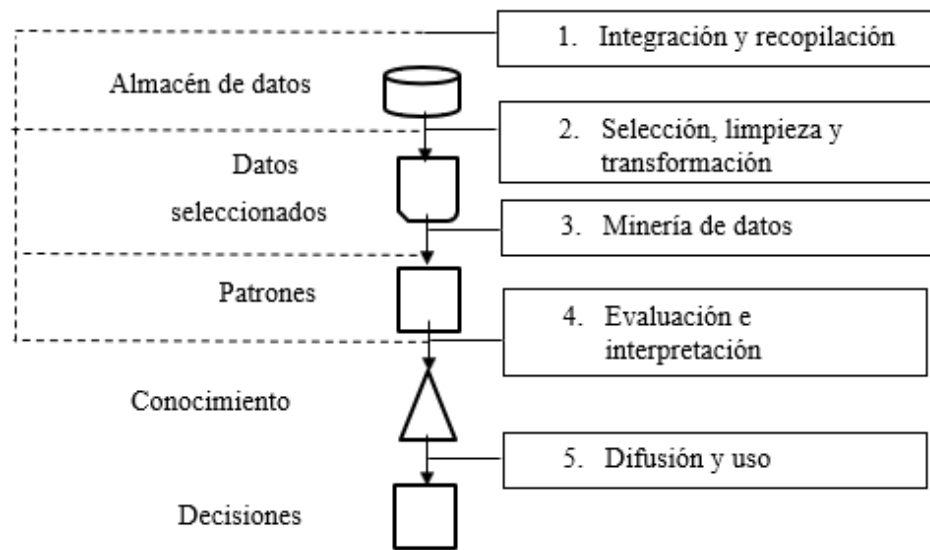


Figura 1. Fases del proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos, KDD.

Adaptado de Introducción a la minería de datos (Hernandez Orallo, Ramírez Quintana, & Ferri Ramírez, 2004).

5.2.7.4 Técnicas de minería de datos. Dado que la minería de datos es un campo interdisciplinar, existen diferentes paradigmas detrás de las técnicas utilizadas para esta fase del proceso de descubrimiento del conocimiento.

5.2.7.4.1 Árboles de decisión. Los árboles de decisión son una serie de decisiones o condiciones organizadas en forma de jerarquía, a modo de árbol. Son muy útiles para encontrar estructura en espacios de alta dimensionalidad y en problemas que mezclen datos categóricos y numéricos. Esta técnica se usa en tareas de clasificación, agrupamiento y regresión. Los árboles de decisión usados para predecir variables categóricas reciben el nombre de árboles de clasificación, ya que distribuyen las instancias en clases. Cuando los árboles de decisión se usan para predecir variables continuas se llaman árboles de regresión.

5.2.7.4.2 Agrupamiento o clustering. Permite la identificación de tipologías o grupos donde los elementos guardan gran similitud entre sí y muchas diferencias con los elementos de otros grupos. La segmentación tiene la importante ventaja de permitir el tratamiento de grandes colectivos de forma particularizada, en el más idóneo punto de equilibrio entre el tratamiento individualizado y aquel totalmente masificado.

Las herramientas de segmentación se basan en técnicas de carácter estadístico, de empleo de algoritmos matemáticos, de generación de reglas y de redes neuronales para el tratamiento de registros. Para otro tipo de elementos a agrupar o segmentar, como texto y documentos, se usan técnicas de reconocimiento de conceptos. Esta técnica suele servir de punto de partida para después hacer un análisis de clasificación sobre los cluster (Molina & García, 2007).

5.2.7.4.3 Redes Bayesianas. Es una técnica que representa el conocimiento cualitativo del modelo mediante un grafo acíclico. Este conocimiento se articula en la definición de relaciones de dependencia/independencia 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.

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 con base en esto se obtiene una probabilidad posterior (Hernandez Orallo, Ramírez Quintana, & Ferri Ramírez, 2004).

5.2.8 Minería de texto. La minería de texto en ocasiones se presenta como una aplicación complementaria a la minería de datos, pretende identificar patrones en los datos almacenados en una información ya estructurada.

Para Manuel Montes, la minería de texto es un área de investigación definida como descubrimiento de conocimiento en colecciones de textos, se enfoca en el análisis de grandes conjuntos de documentos. En particular, considera el descubrimiento de patrones interesantes, tales como grupos, asociaciones y desviaciones, en colecciones de textos.

Los métodos actuales de minería de texto se caracterizan por usar representaciones sencillas del contenido de los documentos, por ejemplo, bolsas o vectores de palabras. Por una parte, estas representaciones son fáciles de obtener y analizar, pero por otra parte restringen los patrones descubiertos a un nivel temático. Con el propósito de obtener resultados más útiles y significativos deben usarse representaciones más completas de la información como por ejemplo un método que utilice operación entre grafos para la descripción de patrones. (Resumen de tesis doctoral. Minería de texto empleando la semejanza entre estructuras semánticas, 2005),

5.2.9 Análisis multivariante. El análisis multivariante es la parte de la estadística y del análisis de datos que estudia, analiza, representa e interpreta los datos que resulten de observar un número $p > 1$ de variables estadísticas sobre una muestra de n individuos. Las variables observables son homogéneas y correlacionadas, sin que alguna predomine sobre las demás. La información estadística en el análisis multivariante es de carácter multidimensional, por lo tanto, la geometría, el cálculo matricial y las distribuciones multivariantes juegan un papel fundamental.

La información multivariante es una matriz de datos, pero a menudo, en un análisis multivariante la información de entrada consiste en matrices de distancias o similitudes, que miden el grado de discrepancia entre los individuos (Cuadras, 2012).

5.2.9.1 *Análisis factorial.* El análisis factorial tiene como objetivo, detectar e identificar de un conjunto de variables cuantitativas observadas, otras inobservadas, latentes o factores, cuyo número es menor al de las observadas. El modelo postula una dependencia lineal que se establece entre las variables manifiestas (observadas, o iniciales) y las latentes (factores). El método supone que no todas las variables observadas contribuyen con el mismo peso a los factores comunes (Lozares Colina & López Roldán).

5.2.9.1.1 **Análisis de correspondencia.** El Análisis de correspondencias es una técnica multivariante que permite representar las categorías de las filas y columnas de una tabla de contingencia.

El análisis establece relaciones entre variables independientes cualitativas, enriqueciendo así la información e indica en qué grado contribuyen a esa relación detectada los distintos valores de las variables. Además de analizar la relación existente entre las variables, permite revisar cómo está estructurada esta asociación, describiendo proximidades para identificar categorías como causa de asociación.

5.2.9.2 *Análisis de componentes principales.* Con la ayuda de análisis de componentes principales o factor común, las variables pueden resumirse y las variaciones presentarse a través

de solo unos cuantos componentes o factores, el objetivo es explicar la mayor variabilidad posible del conjunto de variables con el menor número de componentes viables, estas deben ser las principales.

Se trata de un método factorial y, como tal, pretende objetivos idénticos al precedente: descubrir variables latentes, identificarlas y reducir el espacio vectorial dado por las variables cuantitativas principales, haciendo a su vez que los factores o componentes (variables latentes) sean entre sí independientes. Establece un modelo lineal de dependencia entre factores y variables iniciales. El criterio utilizado para determinar las variables latentes consiste en encontrar aquellos ejes que, en el espacio inicial, de las variables observadas, tengan la máxima dispersión. Con métricas adecuadas puede trabajarse con variables cualitativas (Lozares Colina & López Roldán).

5.2.10 Muestreo. Se conoce como muestreo a la reunión de datos que se desea estudiar, obtenidos de una proporción reducida y representativa de la población.

5.2.10.1 Tipos de muestreo. La selección intencionada o muestreo por conveniencia consiste en un muestreo no aleatorio, por lo que suele presentar sesgos. El muestreo aleatorio se puede realizar de varias maneras. El muestreo aleatorio simple consiste en elegir cada uno de los individuos al azar mediante números aleatorios. El muestreo sistemático consiste en elegir el primer individuo al azar y el resto de manera sistemática. El muestreo aleatorio estratificado consiste en dividir la población en grupos en función de una característica determinada y realizar a continuación el muestreo proporcionalmente. Finalmente, el muestreo por conglomerados consiste en definir grupos de características semejantes e incluir en la muestra varios de estos

grupos (Casal & Mateu, 2003). El seguimiento a graduados de este proyecto se llevará a cabo mediante muestreo por conveniencia.

5.2.10.2 El muestreo por selección intencionada o muestreo por conveniencia. Consiste en la elección por métodos no aleatorios de una muestra cuyas características sean similares a las de la población objetivo. En este tipo de muestreos la “representatividad” la determina el investigador de modo subjetivo, siendo este el mayor inconveniente del método ya que no podemos cuantificar la representatividad de la muestra. Presenta casi siempre sesgos y por tanto debe aplicarse únicamente cuando sea estrictamente necesario. También puede ser útil cuando se pretende realizar una primera prospección de la población o cuando no existe un marco de la encuesta definido. Este tipo de muestreos puede incluir individuos próximos a la media o no, pero casi nunca representará la variabilidad de la población, que normalmente quedará subestimada.

5.2.11 Herramientas de análisis. Dentro de las herramientas (software) que permiten realizar minería de datos, análisis multivariable y visualización de datos se encuentran:

5.2.11.1 IBM SPSS Modeler. IBM SPSS Modeler es un software de minería de datos que ofrece una gran variedad de métodos de modelado procedentes del aprendizaje automático, inteligencia artificial y análisis estadístico.

Este software crea modelos predictivos precisos de forma rápida e intuitiva sin necesidad de programación. Mediante su exclusiva interfaz, se visualiza fácilmente el proceso de minería de datos. Con ayuda del análisis avanzado incrustado en el producto se detectan patrones y tendencias

en los datos que anteriormente estaban ocultos. Modela los resultados y comprende los factores que influyen en ellos, lo que le permite aprovechar oportunidades comerciales y mitigar los riesgos (IBM, 2019).

5.2.11.2 RStudi. RStudio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para R. Incluye una consola, un editor de resaltado de sintaxis que admite la ejecución directa de código, así como herramientas para el trazado, el historial, la depuración y la administración del espacio de trabajo.

RStudio está disponible en ediciones de código abierto y comercial y se ejecuta en el escritorio (Windows, Mac y Linux) o en un navegador conectado a RStudio Server o RStudio Server Pro (Debian / Ubuntu, RedHat / CentOS y SUSE Linux) (RStudio, 2019) .

5.2.11.3 Power BI. Power BI es una solución de análisis empresarial que permite visualizar los datos y compartir información con toda la organización, o insertarla en su aplicación o sitio web (Microsoft, 2019). Algunas ventajas son:

- Transforma los datos en impactantes objetos visuales.
- Explora y analiza visualmente los datos, en el entorno local y en la nube, todo en una sola vista.
- Permite realizar paneles personalizados e informes interactivos.

6. Fases del proceso de extracción del conocimiento

A continuación, se describen las actividades involucradas para un seguimiento a graduados en cada fase del proceso de descubrimiento del conocimiento (KDD). Las seis fases son: integración y recopilación de la información de los graduados, preprocesamiento y limpieza de datos, aplicación de técnicas multivariadas, aplicación de técnicas de minería de datos, e integración de los resultados para descubrir el conocimiento, y la difusión de la información.

6.1 Integración y recopilación de la información de los graduados

En esta primera fase se describe el tipo de estudio que se utiliza para el seguimiento a egresados, el método de muestreo aplicado, la población estudio, el instrumento de medición, las técnicas de recopilación de la información y los medios de difusión.

6.1.1 Tipo de estudio. El estudio de seguimiento a graduados se realiza mediante una investigación exploratoria y descriptiva, la primera de ellas tiene como objetivo principal brindar información y comprensión sobre la situación del problema (Malhotra, 2008), que para este caso particular sería determinar la respuesta sobre la calidad y pertinencia del programa de Ingeniería Industrial a través del perfil de los graduados. La investigación descriptiva es concluyente y tiene como finalidad describir algo, por lo regular las características de lo que se está analizando, como lo son las variables que intervienen en la creación del perfil de los egresados, adicional a esto se realiza un diseño transversal que se caracteriza por recopilar información en un solo momento y durante un tiempo determinado. El enfoque del proyecto es cualitativo y cuantitativo.

El tipo de muestreo utilizado es muestreo por conveniencia, ya que se seleccionan los elementos muestrales más adecuados y la “representatividad” la determina el investigador, es decir, se selecciona directa e intencionalmente los individuos a los que se tiene fácil acceso, que para este caso en particular se hizo uso de la base de datos de egresados disponible en la oficina de Alianza Industrial de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE) de la UIS.

6.1.2 Población estudio. La población objeto de estudio son los graduados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander para el periodo comprendido entre los años 2013 y 2018, en la Tabla 2 se detalla la cantidad de graduados, esta tabla fue construida con el apoyo de la base de datos suministrada por relaciones exteriores.

Tabla 2

Graduados entre el año 2013 y 2018

Año de graduación	Número de graduados
2013	196
2014	256
2015	200
2016	234
2017	162
2018	214
Total	1262

6.1.3 Instrumento de medición. Para la elaboración del cuestionario es necesario revisar el tipo de preguntas a utilizar y las escalas de medición básicas a tener en cuenta, a continuación, se describen estos conceptos bajo la percepción de (Malhotra, 2008), además, las preguntas pueden ser estructuradas o no estructuradas.

Las preguntas no estructuradas son preguntas abiertas donde los encuestados responden con sus propias palabras, conocidas también como respuesta libre.

Las preguntas estructuradas son preguntas cerradas donde se especifican el conjunto de alternativas de respuesta y su formato. Estas pueden ser de opción múltiple, dicotómicas o una escala. Las preguntas de opción múltiple ofrecen las opciones de respuesta y se le indica al entrevistado cuantas alternativas debe seleccionar. Las preguntas dicotómicas solo tienen dos opciones de respuesta.

En cuanto a las escalas de medición que se pueden presentar en las preguntas hay cuatro básicas, escala nominal donde los números sirven solo como etiquetas para identificar y clasificar, pero no para ordenar. La escala ordinal funciona como una clasificación en la cual se asignan números a los objetos para indicar una medida relativa en que se posee una característica. La escala intervalo utiliza los números para calificar objetos, de tal forma que no solo establece el orden en las posiciones relativas de los objetos o individuos, sino que también mide la distancia entre los intervalos o las diferentes categorías. La escala de razón permite al investigador identificar o clasificar objetos, jerarquizarlos, y comparar los intervalos o las diferencias. También es significativo calcular razones de los valores de la escala.

6.1.3.1 Información requerida para el seguimiento. Según la estructura de la encuesta del OLE se tendrían las siguientes variables o secciones a analizar:

Datos socioeconómicos y demográficos: Esta información será recolectada de los datos del graduado y la parte A de la encuesta que corresponde a la información personal y familiar. En esta sección se define el perfil del egresado.

Trayectoria académica y profesional: Se encuentra en la parte B que corresponde a la historia académica y la financiación de donde se obtiene la trayectoria académica del graduado, adicional a esto la parte E que trata de la situación laboral donde está representada la trayectoria profesional.

Situación laboral: Hace relación directamente a la parte E de la encuesta, que está relacionado con la calidad del empleo en el que se desempeña, la satisfacción con dicho empleo, la coherencia con la formación y el tipo de empleo, entre otros.

Satisfacción profesional y personal: Se debe tener en cuenta la parte C de la encuesta que relaciona las competencias que ha desarrollado el graduado gracias a la educación recibida y a los diferentes campos laborales en los cuales se ha desempeñado y parte D plan de vida donde se proyectan todos los planes que el graduado desea alcanzar para lograr su desarrollo personal.

Pertinencia: Se relaciona directamente con la Institución de Educación Superior pues es la concordancia entre la misión de la Institución y las expectativas de la sociedad, para lo cual, se tiene en cuenta la parte F que es el nivel de identidad con la IES y la parte G que es la satisfacción de los recursos ofrecidos por la institución.

6.1.3.2 Versión inicial instrumento de medición. La construcción del instrumento de medición se realizó tomando como base los formularios propuestos por el OLE para los diferentes momentos: cero, uno, tres y cinco, que corresponden a evaluaciones en el instante de la graduación, uno, tres y cinco años después del grado, respectivamente. La información requerida para el seguimiento a graduados se presenta así:

Datos del graduado: Nombre, cédula de ciudadanía, programa, fecha de nacimiento, país, departamento y lugar de residencia, teléfono de residencia, celular, correo.

Parte A. Información personal y familiar: Estado civil, número de hijos, educación de los padres, vivienda propia o en arriendo, ocupación de los padres, discapacidades.

Parte B. Historia académica y financiación: Fecha de graduación de bachiller, tiempo transcurrido entre la graduación de bachiller y la matricula en una Institución de Educación Superior, razones por las cuales no ingresó inmediatamente a una IES, temáticas académicas de preferencia al terminar el bachillerato, factores importantes para seleccionar la carrera, principales fuentes de recursos para asumir los costos de sus estudios, entidades de las que recibió beca/subsidio o crédito educativo para estudiar.

Parte C. Competencias: Nivel de dominio de un segundo idioma, satisfacción con la formación recibida en la que se tiene en cuenta competencias generales como: comunicación oral, exponer ideas por medios escritos, lenguaje crítico, creatividad, capacidad de abstracción y análisis.

Parte D. Plan de vida: Planes a largo plazo.

Parte E. Situación laboral: Actividad en la que ocupa la mayoría del tiempo, búsqueda de trabajo, deseo sobre instalar un negocio, canales de búsqueda para conseguir el empleo actual, tipo de vinculación con la empresa, ocupación actual, actividad económica, relación del empleo con la carrera estudiada, ingreso laboral, horas dedicadas al empleo, interés para crear empresa, principal dificultad para la creación de una empresa, utilidad de los conocimientos y habilidades aprendidas en la carrera, contribución del trabajo para el desarrollo y crecimiento personal, satisfacción con el trabajo actual, nivel de estudios requerido para el trabajo en el que está el egresado actualmente, interés en trabajar horas adicionales, deseo de estar en otro trabajo donde pueda desarrollar mejor sus competencias profesionales, satisfacción con los ingresos recibidos, tiempo que lleva buscando trabajo, principal dificultad a la hora de conseguir empleo, canal de búsqueda de empleo más efectivo, experiencia laboral, y el nivel de coincidencia entre la situación laboral y las expectativas que tenía cuando empezó los estudios.

Parte F. Nivel de identidad con la Institución de Educación Superior: Desearía volver a estudiar en la institución educativa de donde se graduó, cual es la principal razón para volver o no a esta academia, que estudios le gustaría cursar en su alma mater, recomendaría el programa que estudio en esta institución.

Parte G. Satisfacción con los recursos ofrecidos por la institución: Personal docente, apoyo a los estudiantes, gestión administrativa, recursos físicos.

Parte H. Datos fundamentales para el seguimiento a graduados: Nombre de un familiar o conocido, relación, país, departamento, ciudad, teléfono fijo, celular.

En los apéndices A, B, C, y D se encuentran la versión inicial de los cuestionarios para los cuatro momentos y se detallan las preguntas que se eliminan o las que se conservan.

6.1.3.3 Versión preliminar del instrumento de medición. Luego de analizar cuales preguntas coincidían con el estudio de seguimiento a graduados para la EEIE la estructura de la encuesta, para el momento de grado está compuesta por las siguientes secciones:

Parte A. Información personal y familiar: En esta parte de la encuesta se preguntan algunos datos personales y sociodemográficos, adicional a esto el nivel de educación más alto alcanzado por los padres.

Parte B. Información académica y financiación: En esta sección del cuestionario se encuentra el criterio de selección de la carrera, fuente de financiación para cursar los estudios, planes a mediano plazo, actividades de contacto con el medio durante el tiempo que cursó el pregrado, intercambios y en cuales eventos UIS ha participado.

Parte C. Competencias: Se indaga sobre el dominio de idiomas extranjeros y el desarrollo de competencias relacionadas con la profesión durante el cumplimiento del plan de estudios.

Parte D. Situación laboral: Situación laboral actual, nivel jerárquico del cargo, campos de acción, técnicas de Ingeniería Industrial que utiliza en el trabajo, actividad económica, primer

empleo, canal de búsqueda de empleo, tipo de vinculación, tiempo laboral, ocupación actual, sector económico, relación entre la formación y el empleo, ingresos, cobertura de las actividades de la empresa, vínculos entre la UIS y la empresa, características de los trabajadores independientes, interés de los graduados por crear empresas, características de los empresarios, utilidad de las habilidades, contribución del trabajo con el desarrollo personal, satisfacción con el trabajo, nivel de estudios para el trabajo en el que se encuentra, deseo de cambiar de trabajo para desarrollar mejores competencias profesionales, deseo de ganar mejores ingresos, en cuanto a los graduados que están buscando trabajo si buscan su primer empleo, meses desempleado, principal dificultad para conseguir trabajo y el canal de búsqueda que podría ser más efectivo.

Parte E. Nivel de identidad con la UIS: Deseo de cursar otros estudios en esta Universidad, razones para regresar o no a esta institución, tipo de estudio a cursar, recomendaría o no el programa, satisfacción con la profesión; en esta sección se analiza la pertenencia que tienen los graduados con su alma máter.

Parte F. Satisfacción con los recursos ofrecidos por la UIS: En esta sección se encuentra información sobre la satisfacción que tienen los graduados respecto al personal docente, el apoyo a estudiantes, la gestión administrativa y los recursos físicos de la Universidad Industrial de Santander.

Para las encuestas del momento uno, tres y cinco se tiene algunas diferencias en cuanto a las alternativas de repuesta y se elimina la parte F, a continuación, se mencionan las preguntas adicionales:

Parte A. Información personal: Datos personales y sociodemográficos.

Parte B. Información académica: Actividades de formación realizadas, área de los estudios cursados.

Parte C. Competencias: Cuáles competencias adicionales ha desarrollado.

Parte D. Situación laboral: Meses para el primer empleo, experiencia laboral, coincidencia de las expectativas con la situación laboral.

Parte E. Nivel de identidad con la UIS: Sentido de pertenencia con la UIS, posibilidades laborales derivadas de la condición de ser graduado de esta universidad.

Adicional a esto, este estudio realizará minería de texto para lo cual fue necesario incluir las siguientes preguntas abiertas para indagar un poco más la percepción del graduado e incluir información que no se tuvo en cuenta, dichas preguntas son:

- Durante su vida como estudiante ¿Recibo algún reconocimiento académico?
- A lo largo de su vida profesional ¿Ha recibido algún reconocimiento laboral?
- ¿Cuál es la principal ventaja de estudiar en la UIS respecto a otras universidades?
- ¿Cuál es la principal fortaleza del programa de Ingeniería Industrial en la UIS?
- De acuerdo a su experiencia como Ingeniero Industrial ¿Qué aspectos considera que deben mejorarse del programa?

- Nos gustaría conocer como ha sido su desarrollo académico y laboral mediante un relato autobiográfico.

6.1.3.4 Prueba piloto. La prueba piloto consistió en la evaluación de las encuestas por parte de algunos docentes de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, como lo son los profesores Javier Eduardo Arias, Martha Liliana Torres Barreto, Piedad Arenas Diaz, Edwin Alberto Garavito Hernández, quienes realizan las siguientes observaciones:

- Incluir en la forma de vinculación la alternativa de respuesta teletrabajo así mismo en el canal de búsqueda de empleo la opción LinkedIn.
- Aclarar cuáles preguntas son de opción única y cuales son múltiple.
- Incluir la ventana de tiempo en la introducción de la encuesta.
- El OLE propone en la parte de satisfacción con la formación recibida competencias generales (16) y competencias laborales generales (8) para un total de 24 en las cuales se indaga de manera muy general sobre las habilidades adquiridas durante el pregrado, para ajustar mejor el instrumento de medición a las necesidades de la Escuela, la profesora Piedad recomienda reemplazar dichas competencias por las nueve contempladas en el Proyecto Educativo del Programa (PEP), de esta manera se evalúa directamente el enfoque del plan de estudios de Ingeniería Industrial.
- Realizar la pregunta de plan de vida como planes a mediano plazo y no a largo plazo.
- Agregar la variable sexo.
- En la pregunta ¿Es este su primer empleo? Modificarla para conocer si es el primer empleo a fin a los estudios cursados.

- Preguntar de manera adicional al tiempo de experiencia laboral, cuántos meses ha estado en el trabajo actual para poder evaluar la continuidad y si la permanencia en dicho cargo es significativa.

Por lo tanto, estas sugerencias se tienen en cuenta para consolidar las versiones finales de las cuatro encuestas que se encuentran en los apéndices E, F, G y H.

6.1.4 Técnicas para la recopilación de la información. La recolección de la información es uno de los aspectos más importantes del diseño de encuestas. Según la periodicidad, las encuestas se clasifican en continuas y no continuas; las primeras recogen información de manera periódica y se encuentran los siguientes tipos: panel, ómnibus y tracking. Las encuestas no continuas se caracterizan por obtener información en un momento concreto y los métodos que existen son: personal, postal, telefónica y por internet.

La encuesta por internet es la más adecuada para realizar el seguimiento a graduados pues, es un método rápido para recolectar información, permite personalizar los cuestionarios y los egresados pueden acceder en cualquier momento y lugar. En cuanto a las encuestas por internet (Esteban Talaya & Molina Collado, 2014) mencionan dos clases: la encuesta activa es aquella que consiste en el envío de 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 el cuestionario y la encuesta pasiva es aquella que implica disponer de un espacio en una página web en donde se publica el cuestionario.

La herramienta utilizada para el diseño de los cuestionarios fue Online Encuesta (Online Encuesta, 2018) la cual permite crear cuestionarios de forma más fácil y rápida, con un número ilimitado de preguntas, páginas y participantes, indica secuencias lógicas y condiciones para visualización de preguntas, genera un enlace web que permite compartir la encuesta, los resultados se pueden exportar a Microsoft Excel o en archivo CSV. Esta herramienta ofrece el servicio de forma gratuita (Basic) para cuentas de correo estudiantiles, así que se utiliza el correo MAGDA.RANGEL1@correo.uis.edu.co para acceder a este servicio.

6.1.4.1 Medios de difusión. Para informar a los egresados sobre el estudio de seguimiento a graduados se envió un correo desde la dirección de Escuela de Estudios Industriales y Empresariales en el cual se invitaba a participar, dicho correo utilizó la base de datos disponible en la oficina de Alianza Industrial , adicionalmente, se realizaron publicaciones en páginas de Facebook de la institución como: Universidad Industrial de Santander, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, ASEDUIS, Asociación Colombiana de Ingenieros Industriales ACII, OPALO; en el Twitter de la UIS; en el Instagram de la Escuela y en la página web de la Escuela.

En el apéndice I se encuentra la introducción de la encuesta, el correo electrónico que se envió, la imagen que se utilizó realizar la publicidad en los diferentes medios, y las evidencias de las publicaciones.

Para realizar las publicaciones en las redes sociales oficiales de la Universidad fue necesario realizar la solicitud de forma escrita a la oficina de comunicaciones de la UIS.

Debido a la baja participación que se registró en el momento tres, durante el mes de enero fue necesario realizar un contacto directo con los egresados de dicho año por medio de llamadas telefónicas para invitarlos a participar del estudio, a aquellos que accedieron se les envió la encuesta desde el correo personal de la autora del proyecto, adicional a esto se compartió nuevamente en las redes sociales de la Escuela.

La encuesta permaneció activa desde el 7 de noviembre del 2018 hasta el 7 de febrero de 2019, periodo durante el cual se registraron las siguientes respuestas:

Tabla 3

Registros recolectados

Momento	Año de graduación	Participación completa	Participación incompleta
Cero (M0)	2017-2018	49	11
Uno (M1)	2016	19	14
Tres (M3)	2015	31	17
Cinco (M5)	2013-2014	37	9
Total		136	51

Se resalta que en la red profesional LinkedIn se encuentra información de los egresados, como: descripción del perfil, la experiencia relacionada con el cargo que desempeñó en las diferentes empresas, la educación realizada junto con la institución de egreso y finalmente las aptitudes y validaciones, presentadas mediante: los conocimientos en diferentes áreas, las aptitudes interpersonales, las herramientas y tecnologías empleadas. Se genera una base de datos con los 45 registros de usuarios de LinkedIn válidos recolectados en el instrumento de medición y se entrega a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

6.2 Preprocesamiento, limpieza de los datos

En la recolección de la información se pueden presentar datos atípicos o faltantes, así que la preparación de datos tiene como objetivo la eliminación del mayor número posible de datos erróneos o inconsistentes (limpieza) e irrelevantes (criba) y trata de presentar los datos de la manera más apropiada para la minería de datos; por esta razón en este estudio de seguimiento a graduados se analizará sólo los 136 registros que están completos.

Al exportar los resultados de Online-Encuesta en Excel se eliminan los siguientes campos: ID de respuesta, código para reanudar participación, hora y fecha de inicio y finalización de la encuesta, debido a que no aportan información relevante.

Con los registros obtenidos de las cuatro encuestas se crean diferentes libros de Excel: uno con una codificación específica que facilita el ingreso de los datos a SPSS, otro con las preguntas abiertas que hacen parte de la minería de texto y por último una base de datos actualizada que será entregada a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, y contiene: el año de graduación, nombres, apellidos, país y ciudad de residencia, correo electrónico, celular y usuario de LinkedIn.

6.2.1 Análisis preliminar. Para realizar el análisis descriptivo de los cuatro momentos se empleó Power BI debido a que facilita la representación de los datos mediante la creación de objetos visuales dentro de paneles o informes. Adicionalmente, permite segmentar cada lienzo con las variables que se deseen o con las alternativas de respuesta que se encuentran en dicha página, realizando cruce de variables de manera interactiva.

En los apéndices J, K, L y M se encuentran las gráficas relacionadas a cada momento y en el apéndice N se presenta una comparación de la situación laboral mediante gráficas de los cuatro momentos.

6.2.1.1 Momento cero. El grupo denominado bajo la etiqueta “Momento Cero (M0)” está conformado por los graduados en el periodo 2017-2018. En este grupo 49 egresados respondieron en forma completa la encuesta, en donde el 59,2% son mujeres y 40,8% hombres. Los graduados de este periodo están en Colombia, distribuidos en Bucaramanga como la ciudad donde se encuentra la mayor proporción (57,14%) seguida de Bogotá con aproximadamente el 13%. Durante el periodo de la encuesta el estado civil con mayor porcentaje es el soltero(a) con un 87,8%, unión libre con un 8,2% y casado(a) el 4%.

El 36,7% de los graduados del M0 tienen criterio de preferencia de selección de la carrera las habilidades y destrezas que poseen y el 14,3% considera como principal criterio la vocación.

La distribución de los recursos utilizados para la financiación de los estudios de pregrado fue: el 89,8% padres/acudientes, recursos propios el 4,1% y en créditos educativos, becas/subsidios se encuentran un 6,1%, las entidades que intervinieron en esto fueron el Icetex, entidades financieras específicas y la empresa donde un familiar trabajaba.

El 61,2% de los graduados quiere trabajar en Colombia, el 28,6% desea crear una empresa y a su vez el 42,9% desea estudiar un posgrado en Colombia y el 34,7% en el exterior.

La actividad de contacto con el medio más recurrente (36,7%) es la práctica empresarial y el 12,24% ha realizado pasantía. El 12,2% de los egresados realizaron un intercambio académico internacional. Los eventos UIS más concurridos por los graduados son las charlas y los congresos con un 51% y un 36,7% respectivamente y el 30,6% ha asistido a seminarios.

Existe un alto porcentaje de los graduados que han estudiado inglés (89,8%), sin embargo, el 50% se encuentran con un nivel medio en cuanto a las habilidades de escucha, habla, lectura y escritura. Otros idiomas estudiados son: portugués (22,4%), francés (10,2%), alemán (6,1%) e italiano (2,2%).

En cuanto a las competencias evaluadas por el PEP en este momento la máxima satisfacción se encuentra en lo relacionado al compromiso con el desarrollo humano, social, económico y sostenible del entorno (89,8%). Cabe resaltar que el 32,65% no se siente satisfecho en las habilidades de emprendimiento y el 26,53% con el manejo de TICS.

A la pregunta sobre la situación laboral actual el 69,39% de los graduados responden que se encuentran trabajando, la mayoría laboran en empresa particular y el 24,5% están buscando trabajo. De los que están trabajando el 63,89% se desempeñan en un nivel operativo. El 36% afirma que el canal de búsqueda más efectivo para ellos fue familiares y/o amigos y en segundo lugar otras bolsas de empleo (20%).

El tipo de vinculación más recurrente es el contrato a término indefinido con un 44% y el contrato a término fijo está representado en un 40%; el tiempo laboral que prevalece en los

convenios es tiempo completo (92%). En los trabajadores independientes la vinculación se da por prestación de servicios.

Los campos de acción destacados son planificación con un 36,31% y en segundo lugar se encuentra costos y finanzas, gestión de la calidad y asesoría-consultoría cada uno con un 22,2%. En cuanto a las técnicas de Ingeniería Industrial que se usan con mayor frecuencia están: mejoramiento continuo (47,2%), normas de calidad (38,9%) y con un 16,7% cada uno se encuentra modelos de pronósticos y estudio de métodos y tiempo estándar.

Para el 42,86% de los egresados el rango salarial está entre \$ 800.000 y \$ 1'600.000; por otro lado, en cuanto a la relación entre el empleo y la carrera el 65,71% considera que está directamente relacionado. El 65,71% de los graduados informan que su primer empleo fue afín a sus estudios. Sin embargo, un 16,6% de los graduados afirman que están en un trabajo cuyo nivel de estudios es inferior al título obtenido.

El 40% laboran en una empresa que realiza actividades con un alcance multinacional, el 32% a nivel nacional y el 20% en el ámbito regional. El 72% de estas empresas no tienen vínculos con la UIS. El 69,4% se encuentra satisfechos con el trabajo.

El 66,7% de los graduados se encuentran en un trabajo que requiere el nivel de estudios obtenido y el 16,7% están en un trabajo que requiere un título inferior al pregrado. Los egresados (52,8%) consideran que deben estar en otro trabajo que les permita desarrollar mejor sus competencias y habilidades, y el 72,2% desean mejores ingresos.

La ocupación y el sector económico de los graduados se presentan en las siguientes gráficas:

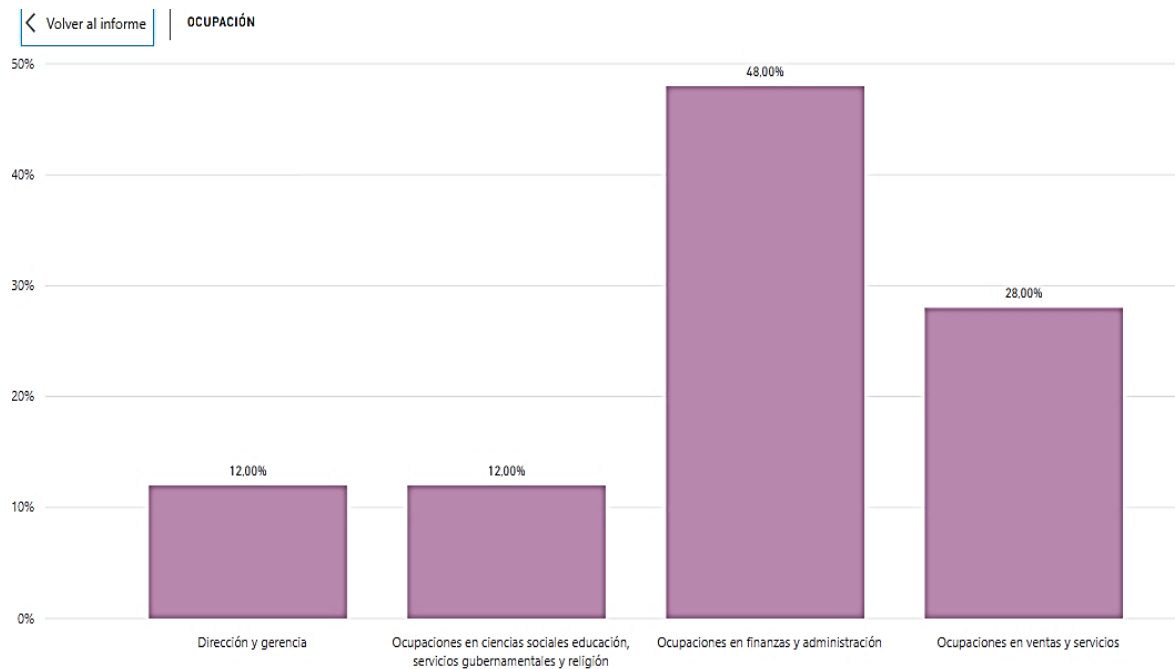


Figura 2. Ocupación Momento cero

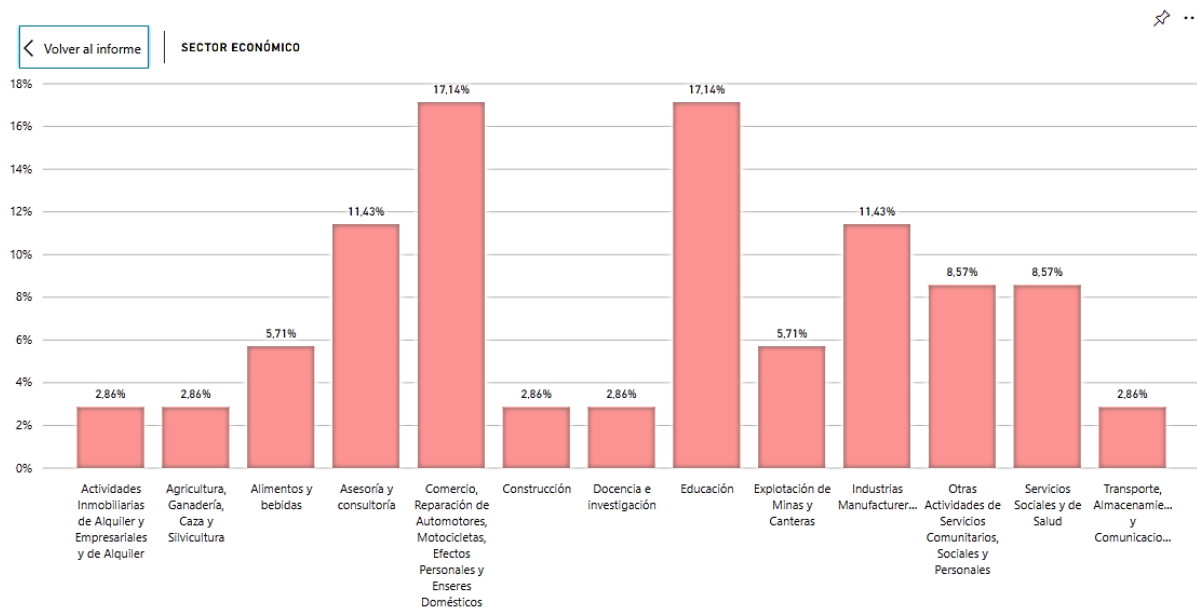


Figura 3. Sector económico Momento cero

El 58,33% de los egresados que están buscando trabajo habían trabajado antes. Coinciden que la principal dificultad para conseguir empleo es la experiencia. El canal de búsqueda que podría ser más efectivo es otras bolsas de empleo (66,7%) y en segundo lugar redes sociales (familia, amigos, conocidos) con un 25%.

El 83,67% cursaría otros estudios en la UIS, en su gran mayoría especialización (56,1%) y maestría (31,7%). Todos recomendarían el programa y el 61% regresarían a la Universidad para realizar estudios de posgrado y lo harán por la calidad de la formación. Un dato relevante del estudio es que hay un 6,12% que se encuentran inconformes con la profesión.

De la misma forma se realizan los análisis para cada uno de los grupos de graduados etiquetados como: “Momento uno (M1)”, “Momento Tres (M3)”, “Momento Cinco (M5)”, los análisis correspondientes se encuentran en el apéndice Ñ.

6.2.1.2 Comparación de la situación laboral. El porcentaje de Ingenieros Industriales que están buscando trabajo en el momento de grado es del 24,5%, y durante los siguientes años esta situación mejora, pues disminuye, un año después del grado al 15,8%, tres años después del grado 6,5% y la mejor situación se presenta cinco años después del grado, pues sólo un 2,7% están desempleados.

Los Ingenieros Industriales que se encuentran trabajando en los cuatro momentos superan el 69% de los registros obtenidos. Para el M0 se tiene el 69,4%, para el M1 el 84,2%, para el M3 el 80,7% y para el M5 el 86,5%.

Los cargos de los egresados en nivel directivo se encuentran sólo en el M3 y el M5 con un 7,7% y un 5,7% respectivamente. El nivel administrativo está presente en los cuatro momentos, M0 (8,3%), M1 (18,8%), M3 (38,5%) y M5 (31,4%). En mandos medios M0 tiene el 27,8%, en M1 se encuentra como el nivel más representativo con el 50%, en M3 (26,9%) y en M5 (34,3%). Finalmente, en el nivel operativo predomina en el M0 con el 63,9%, en M1 (31,3%), en M3 (26,9%) y en M5 (28,6%).

La actividad económica de los graduados en M0 se distribuye así: empleados de empresa particular 63,9%, trabajadores independientes 22,2%, empresarios/empleador y empleados del gobierno están representados con 5,6% cada uno. Los empleados en empresa familiar sin remuneración con un 2,8%.

Para M1 se distribuye sólo en empleados de empresa particular y empleados del gobierno, con un 93,8% y un 6,2% respectivamente. Para M3 predominan los empleados de empresa particular con el 50%, seguidos de empleados de gobierno (23,1%), trabajadores independientes (19,2%) y los empleados/empleadores son el 7,7%. Para M5 los empleados de empresa particular es del 58,8%, los trabajadores independientes (17,7%), los empleados del gobierno (14,7%), los empleados de empresa familiar sin remuneración son el 5,9% y los empresarios disminuyen a un 2,9%.

En la Tabla 4 se presentan las ocupaciones con mayor participación de empleados de empresa particular y de los trabajadores del gobierno, las ocupaciones que predominan son: finanzas y administración, ventas y servicios, y dirección y gerencia.

Tabla 4

Comparación ocupaciones

Ocupaciones	M0	M1	M3	M5
Finanzas y administración	48%	25%	21,1%,	56%
Ventas y servicios	28%	43,8%	15,8%	8%
Dirección y gerencia	12%	12,5%	31,6%,	12%
Ocupaciones en ciencias sociales, educación, servicios gubernamentales y religión	12%			12%
Ocupaciones de la operación de equipos, del transporte y oficios		6,3 %		
Ocupaciones de procesamiento, fabricación-ensamble		6,3 %	15,8%	4%
Ocupaciones de la explotación primaria y extractiva			5,2%	
Ocupaciones en ciencias naturales, aplicadas y relacionadas		6,3 %	5,2%	
Ocupaciones en salud			5,2%	8%

En la Tabla 5 se muestran los sectores económicos en los cuales existe mayor proporción de graduados, donde se destacan: educación, comercio y asesoría y consultoría.

Tabla 5

Comparación sector económico

Sector Económico	MO	M1	M3	M5
Comercio, reparación de automotores, motocicletas, efectos personales-enseres domésticos	17,1%	18,8%	11,6%	
Educación	17,1%		15,4%	21,9%,
Asesoría y consultoría	11,4%	25%	23,1%,	
Industrias manufactureras.	11,4%			15,6%
Construcción		12,5%	11,6%	
Transporte, almacenamiento y comunicaciones		12,5%		
Suministros de electricidad, gas y agua.			11,6%	
Administración pública y defensa, seguridad de social de afiliación obligatoria				9,4%
Alimentos y bebidas				9,4%

Para los ingresos de los Ingenieros Industriales se tiene que en el M0 el 14,3% devengan menos de \$800.000, entre \$800.000 y \$1'600.000 es el salario devengado por el 42,9% del M0, el 6,3% del M1, el 7,7% del M3 y el 9,4% del M5. Entre \$1'600.000 y \$2'400.000 es el salario devengado por el 22,9% del M0, el 31,3% del M1, el 42,3% del M3 y el 15,6% del M5. Más de \$2'400.000 es el salario devengado por el 20% del M0, el 62,5% del M1. Entre \$2'400.000 y \$3'500.000 es el salario devengado por el 34,6% del M3 y el 34,4% del M5. Más de \$3'500.000 es el salario devengado por el 7,7% del M3 y el 28,1% del M5. Más de \$5'000.000 es el salario devengado por el 7,7% del M3 y el 12,5% del M5.

En cuanto a la relación entre el empleo y la carrera estudiada de los graduados, en el M0 el 65,7% expresan que está directamente relacionada, en mientras que el 2,9% consideran que no está relacionada. Para el M1, el 75% realizan labores directamente relacionadas con lo adquirido durante el pregrado. Para el caso del M3, el 73,1% de los graduados opinan que hay relación directa entre el empleo y la carrera y en el M5 dicho porcentaje corresponde al 68,8%, aunque un 3,1% de los graduados de este momento no están aplicando los conocimientos de Ingeniería Industrial.

El alcance de las actividades de las empresas en el ámbito local en el M0 corresponde al 8%, el 18,8% para el M1, el 21,1% en el M3 y el 8% del M5. El ámbito regional en el M0 está representado con el 20%, el 12,5% del M1, el 26,3% del M3 y un 20% del M5. El ámbito nacional es el 32% del M0, el 18,8% del M1, el 21,1% del M3 y 60% del M5. Finalmente, a nivel multinacional se obtiene el mayor porcentaje para los primeros tres momentos, el 40% del M0, el 50% del M1, el 31,6% del M3 y en M5 está representado con un 12%.

6.2.2 Información extraída de la red profesional LinkedIn. El instrumento de medición proporcionó 45 registros de usuarios de LinkedIn válidos en los cuatro momentos. En la Figura 4, se muestran los cargos actuales de los graduados de Ingeniería Industrial según la información presente en la red profesional los cuales concuerdan con los anteriormente mencionados.

ÚLTIMOS CARGOS	
• ANALISTA DE CRÉDITOS • DOCENTE • COORDINADOR DE SALUD Y SEGURIDAD • COORDINADOR GRUPOS DE INVESTIGACIÓN	• PROFESIONAL EN PROYECTOS • LÍDER DE CALIDAD • GESTORA ACADÉMICA • PROFESIONAL COMERCIAL • CONSULTOR LOGÍSTICO
• COORDINADORA NACIONAL DE FACTURACIÓN Y CARTERA • PROFESIONAL EN PROCESOS DE ACREDITACIÓN • PROFESIONAL ADMINISTRATIVO	• PROFESIONAL DE PLANEACIÓN • SG-SST • HSEQ • LÍDER DE ADQUISICIÓN DE TALENTOS • GERENTE GENERAL
• COORDINADOR ADMINISTRATIVO Y COMERCIAL • CONSULTOR SERVICIO AL CLIENTE • ANALISTA DE PROTECCIÓN INTEGRAL	• ANALISTA DE PROCESOS • COORDINADORA DE PLANEACIÓN FINANCIERA • LÍDER DE GESTIÓN DE PROYECTOS

Figura 4. Últimos cargos LinkedIn

En la Figura 5 se muestran los estudios relacionados con especializaciones, maestrías y diplomados de los egresados, según información de la red profesional LinkedIn.

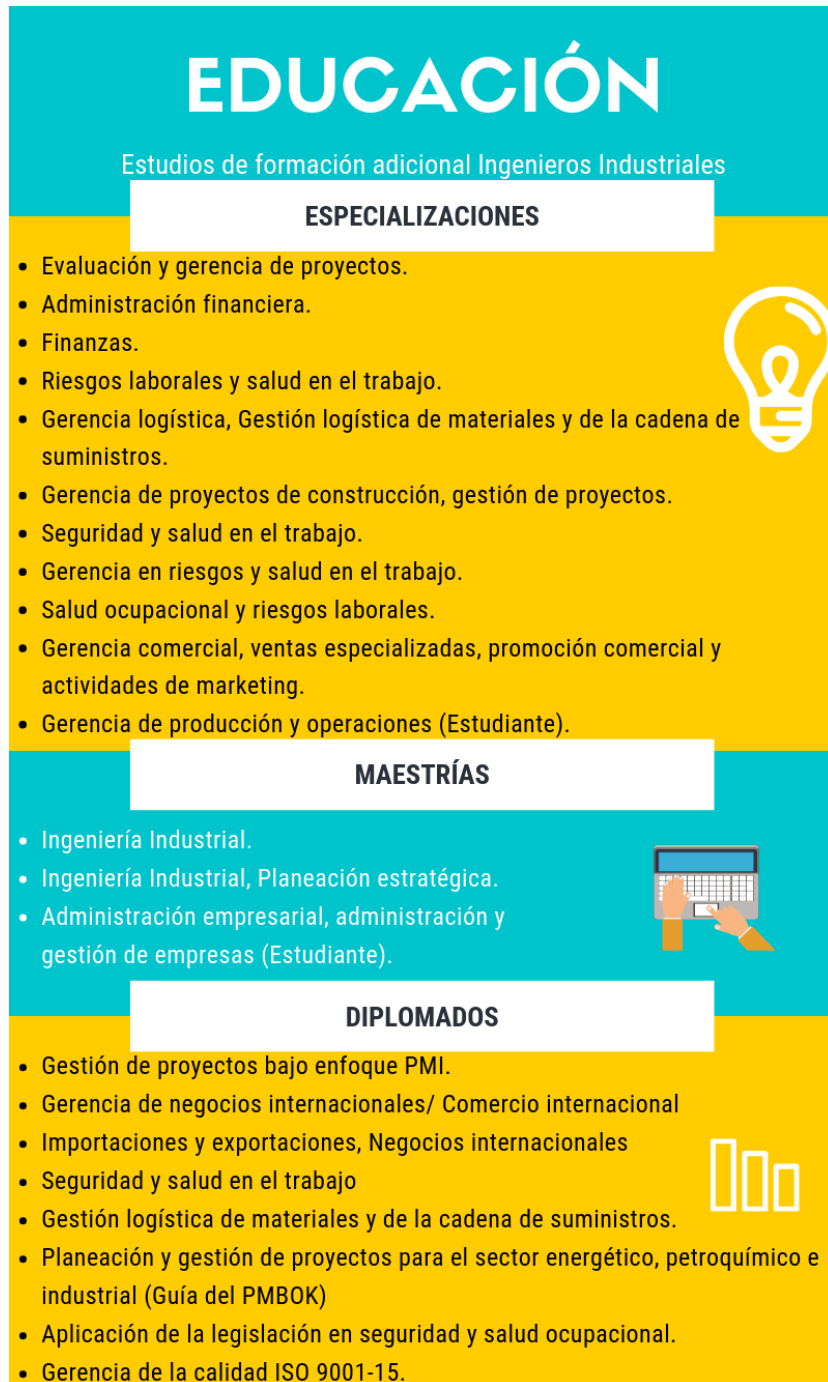


Figura 5. Estudios de formación adicional Ingenieros Industriales LinkedIn

En la Figura 6 se muestran las aptitudes y validaciones de los graduados que registraron su usuario de LinkedIn, por medio de: las áreas de conocimiento, las herramientas y tecnologías y las aptitudes interpersonales.



Figura 6. Aptitudes y validaciones LinkedIn

6.3 Aplicación de análisis multivariados e interpretación de los resultados

Como se mencionó anteriormente una fase del proceso KDD, es la aplicación del análisis multivariado, según (Peña, 2013), este análisis busca analizar a los individuos mediante técnicas que trabajan cierto conjunto de variables al mismo tiempo; un ejemplo importante del análisis consiste en resumir los datos mediante un pequeño conjunto de nuevas variables, construidas como transformaciones de las originales, con la mínima pérdida de información. Es posible en algunos casos encontrar grupos de individuos con características semejantes.

Uno de los métodos de análisis multivariado que se aplica en el proyecto es el análisis factorial con el fin de hallar un conjunto de nuevas variables denominadas “latentes”, a través de las cuales se podría mejorar la comprensión de los individuos por medio de las variables originales. Los fundamentos metodológicos aquí expuestos se realizan basados en el libro Investigación de Mercados (Malhotra, 2008).

6.3.1 Análisis factorial. La aplicación del método de análisis factorial se realiza mediante el procedimiento de extracción de factores denominado componentes principales utilizando el software SPSS Statistics; este análisis se realiza para cada uno de los momentos. Entonces, para aplicar este método se tienen en cuenta las competencias del programa de pregrado contempladas en el PEP y que fueron evaluadas por los egresados teniendo en cuenta el nivel de desarrollo que consideraban tenían sobre ellas al momento de graduarse. El método de rotación utilizado para el análisis fue Varimax, debido a que busca minimizar el número de variables que tiene grandes cargas en cada factor, y permite simplificar la interpretación de los factores.

A continuación, para cada uno de los momentos (M0, M1, M3, M5) se presenta la descripción de las variables observadas en el estudio:

- CL1: Familiaridad con las tecnologías de la información y la comunicación.
- CL2: Aplicar valores y ética profesional.
- CL3: Un líder comprometido con el desarrollo humano, social, económico y sostenible de su entorno.
- CL4: Un estratega que vislumbra y evalúa diversas alternativas que sirvan para el mejoramiento de la posición competitiva de las organizaciones.
- CL5: Un creador y emprendedor de proyectos útiles e innovadores.
- CL6: Un motivador, consejero y orientador del talento humano de la empresa.
- CL7: Un profesional idóneo para diseñar, dirigir, transformar y mejorar los procesos.
- CL8: Un trabajador proactivo y entusiasta del trabajo en equipos interdisciplinarios.
- CL9: Un ser humano que busca permanentemente su superación y el desarrollo pleno de sus potencialidades.

Para cuantificar la opinión de los graduados sobre el nivel de desarrollo de las competencias, se asigna un valor numérico a la escala cualitativa: no sabe (1), muy insatisfecho (2), insatisfecho (3), satisfecho (4), muy satisfecho (5). A continuación, se presenta el análisis factorial:

6.3.1.1 Análisis momento cero. En la tabla 6 se muestra la prueba de KMO y Bartlett para las competencias del momento cero:

Tabla 6

Prueba de KMO y Bartlett M0

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,704
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	58,787
	gl	21
	Sig.	,000

Nota: Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

La prueba del estadístico de Kaiser-Meyer-Olkin, (KMO) es un indicador que se usa para examinar si el análisis factorial es adecuado. Los valores altos (entre 0,5 y 1) indican que el análisis factorial es apropiado, mientras que los valores inferiores a 0,5 el análisis factorial no es adecuado, en este caso el valor estadístico de KMO (0.704) refleja una adaptación de los datos al modelo de análisis factorial. Por otro lado, la prueba de esfericidad de Bartlett rechaza la hipótesis nula de que la matriz de correlación de la población es una matriz de identidad. El chi cuadrado aproximado es de 58,787 con 21 grados de libertad, con un nivel de significancia menor a 0,05, debido a esto no se acepta la hipótesis nula, por lo que existen correlaciones significativas entre las variables y el modelo factorial es pertinente.

Al revisar las medidas de adecuación de muestreo (MSA) en la matriz anti-imagen (Ver apéndice O. Análisis factorial M0. Matriz anti-imagen) se evidencia que la competencia CL5 tiene autocorrelación menor a 0,5 (0,407), por tal razón se elimina del conjunto de variables a incluir en el análisis factorial. Por tanto, al aplicar el análisis factorial se obtienen dos factores, en los cuales se observa que la competencia CL6 en la matriz de componente rotado no se puede definir con claridad a cuál de los dos factores pertenece porque el peso en los factores es bajo y cercano, así

que también se elimina y se realiza nuevamente el análisis factorial (Ver apéndice O. Análisis factorial M0. Matriz de componentes rotado).

Finalmente, del análisis factorial realizado con siete de las nueve competencias contempladas inicialmente, se obtienen dos factores que representan el 54,132% de la varianza como se observa en la tabla 7.

Tabla 7.

Varianza total explicada M0

Componente	Varianza total explicada		
	Autovalores iniciales		
	Total	% de varianza	% acumulado
1	2,625	37,497	37,497
2	1,164	16,635	54,132
3	,931	13,297	67,429
4	,744	10,629	78,058
5	,619	8,845	86,903
6	,525	7,506	94,409
7	,391	5,591	100,000

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Nota: Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

Posteriormente, se lleva a cabo la descripción de los factores usando la matriz de componentes rotados que se presenta en la tabla 8.

Tabla 8.

Matriz de componente rotado M0

Matriz de componente rotado^a		
	Componente	
	1	2
CL7	,754	,276
CL1	,754	-,148
CL4	,631	,152
CL2	,551	,385
CL9	-,050	,769
CL8	,151	,719
CL3	,389	,629

Nota: Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

Los factores quedan así: factor/componente uno está compuesto por CL7, CL1, CL4, CL2 que se podría describir como competencias estratégicas e integrales en procesos para aumentar competitividad por medio de TICS y el factor/componente dos conformado por CL9, CL8, CL3 que se refiere a habilidades de liderazgo apoyadas en la mejora de capacidades para buscar un desarrollo sostenible del entorno.

Para visualizar de una mejor manera los componentes se obtiene un score mediante regresión el cual representa para cada individuo el valor de los factores obtenidos. Para explicar el valor del score es necesario revisar cómo los graduados calificaron (nivel de satisfacción) las competencias que pertenecen al factor, teniendo en cuenta que la máxima calificación por competencia es 5. Entonces, como el primer factor está representado por cuatro competencias, la máxima suma de calificaciones posible es 20, para el caso del segundo factor sería 15.

En el factor uno, los individuos con calificaciones mayores a 16 son los que se encuentran satisfechos con estas competencias, y menores a dicho valor no representan una buena satisfacción.

Para el factor dos, los graduados con calificaciones a partir de 14 se encuentran satisfechos respecto a las competencias que pertenecen a este componente, e inferiores a dicho valor representan baja satisfacción.

Entonces, para observar cómo es la interacción de los dos factores, se grafica un diagrama de dispersión del factor 2 vs factor 1 (Figura 7). En el cuadrante I se encuentran los individuos que calificaron bien las siete competencias, en el cuadrante II están los graduados que valoraron las competencias del factor uno en nivel bajo y las competencias del factor dos con un aceptable nivel de satisfacción; en el cuadrante III se localizan los egresados que calificaron todas las competencias en niveles medios o bajos de satisfacción, y en el cuadrante IV se encuentran los graduados que califican las competencias del primer factor en niveles aceptables de satisfacción pero las del segundo factor en niveles medios de satisfacción.

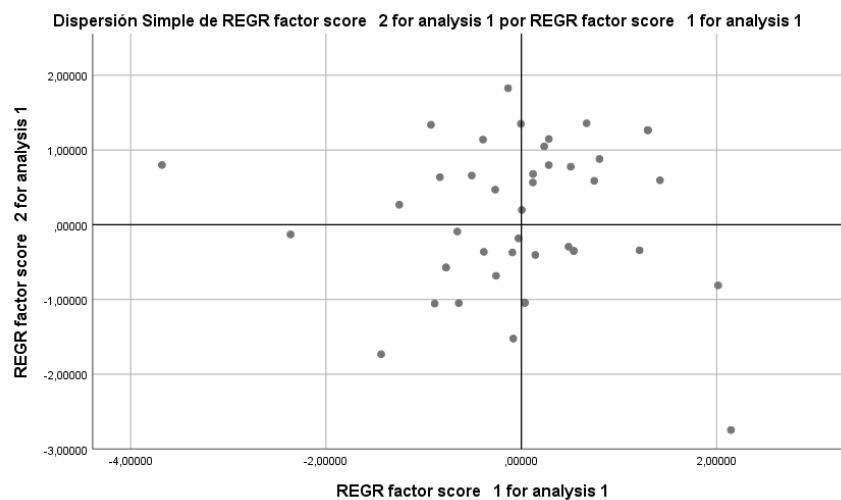


Figura 7. Diagrama de dispersión Factor 2 vs Factor 1 M0

6.3.1.2 Análisis momento uno. En la tabla 9 se presentan los resultados del análisis factorial del momento uno. La prueba de esfericidad de Bartlett rechaza la hipótesis nula de que la matriz de correlación de la población es una matriz de identidad. El valor del estadístico de KMO es 0,703, por ende, se puede considerar que el modelo factorial es apropiado para los datos considerados. La varianza acumulada de los dos componentes que se obtienen representa el 69,490% (Ver Apéndice P. Análisis factorial M1. Tabla Varianza Total).

Tabla 9.

Prueba de KMO y Bartlett M1

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0,703
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	108,737
	gl	36
	Sig.	0,000

Nota: Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

Para este momento no fue necesario eliminar ninguna de las competencias pues en la matriz de adecuación de muestra, se identifica que dichas variables presentan una correlación aceptable, al igual que en los pesos de la matriz de componentes rotados.

Así, se obtienen dos factores como resultado del análisis factorial y los scores correspondientes; el factor uno está conformado por las competencias CL6, CL4, CL7, CL2, CL3, CL1 que describe las habilidades estratégicas e integrales en procesos para aumentar la competitividad sostenible por medio de TICS y gestión del talento humano; el factor dos está

representado por CL9, CL8 y CL5 que se relaciona con las competencias en emprendimiento apoyadas en las potencialidades de equipos interdisciplinarios (Ver Apéndice P. Análisis factorial M1. Matriz de componentes rotados). Por otro lado, como el factor uno lo representan seis competencias la máxima suma de calificaciones es 30 y para el factor dos sería 15.

Los individuos que calificaron superior a 25 las competencias relacionadas con el factor uno se encuentran satisfechos, valoraciones inferiores a dicho valor no presentan buena satisfacción. En cuanto al factor dos, los graduados que realizaron calificaciones mayores a 12 están satisfechos con estas competencias, para valores menores a dicho valor la satisfacción es regular. La gráfica de dispersión del factor 2 vs factor 1 (Ver gráfica. Apéndice P. Análisis factorial M1), presenta el mismo comportamiento que se describe en el momento de grado.

6.3.1.3 Análisis momento tres. En la tabla 10, se presentan los resultados del análisis factorial del momento tres. La prueba de esfericidad de Bartlett no acepta la hipótesis nula de que la matriz de correlación de la población es una matriz de identidad. El valor del estadístico de KMO (0,905), por ende, puede considerarse que el análisis factorial es una técnica apropiada. La varianza explicada por el componente que se forma representa el 81,454% (Ver Apéndice Q. Análisis factorial M3. Varianza Total).

Tabla 10.

Prueba de KMO y Bartlett M3

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0,905
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	329,487
	gl	36
	Sig.	0,000

Nota: Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

Para este momento las competencias se agrupan en un solo factor. En la matriz de adecuación de muestra las variables presentan una correlación alta con valores mayores a 0,84.

El score que se obtiene se grafica por medio de un histograma (Ver gráfica. Apéndice Q. Análisis factorial M3) que describe el nivel de satisfacción de las competencias de los Ingenieros Industriales UIS. Como se tienen en cuenta las nueve competencias la suma máxima de la calificación es 45. Las calificaciones y el valor del score se relacionan de manera lineal con corte en 35, así que en valoraciones mayores a dicho valor se encuentran los individuos satisfechos con las nueve competencias.

6.3.1.4 Análisis momento cinco. En la tabla 11, se presentan los resultados del análisis factorial para el momento cinco. La prueba de esfericidad de Bartlett no acepta la hipótesis nula de que la matriz de correlación de la población es una matriz de identidad. El valor del estadístico de KMO (0,739) considera que el modelo factorial es apropiado para los datos considerados.

Tabla 11.

Prueba de KMO y Bartlett M5

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,739
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	119,297
	gl	28
	Sig.	,000

Nota: Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

Al realizar el análisis factorial se obtienen tres componentes, pero uno de estos contiene solo una competencia, por tal razón se elimina la competencia CL9 pues dicho factor solo representa el 11,78% de la varianza. Finalmente, se realiza el análisis factorial obteniendo dos factores, el factor uno está conformado por CL3, CL2, CL6, CL1, CL4 que describe competencias estratégicas e integrales con gestión del talento humano en busca de un desarrollo sostenible mediante TICS y el factor dos contiene CL8, CL7 y CL5 que se refieren a habilidades en emprendimiento y gestión de procesos con equipos interdisciplinarios (Ver Apéndice R. Análisis factorial M5. Matriz de componentes rotados). Los dos factores representan el 64,031% de la varianza.

Para el factor uno la suma máxima de satisfacción es de 25 debido a que cuenta con cinco competencias y para el factor dos es 15. En el factor uno, los individuos con calificaciones mayores a 20 se encuentran satisfechos con estas competencias, y menores a dicho valor representan baja satisfacción.

Para el factor dos, los graduados con calificaciones a partir de 13 se encuentran satisfechos respecto a las competencias que pertenecen a este componente, por otro lado, las calificaciones inferiores a dicho valor representan una satisfacción en niveles medios.

La gráfica de dispersión del factor 2 vs factor 1 de este momento (Ver Gráfica. Apéndice R. Análisis factorial M5) tiene comportamiento similar al descrito en el momento cero.

6.3.2 Análisis de conglomerados. En esta sección se presenta el análisis de conglomerados teniendo las nueve competencias del PEP como variables de segmentación. Se aplica el método jerárquico Ward, con el objetivo de realizar agrupamiento de los graduados para los cuatro momentos que se consideran en el proyecto; este método se caracteriza por tener en cuenta la varianza dentro de los grupos y tiene tendencia a formar cluster más compactos y de igual tamaño. En cada momento se generan 2, 3 y 4 conglomerados, y se elige el número de clusters en donde se presenta mayor diferencia de medias. Se genera una gráfica radial (Figura 8) en donde se muestra la heterogeneidad de los promedios de satisfacción entre los clusters, teniendo en cuenta las respuestas proporcionadas por los egresados del momento cero con respecto a las competencias que estos consideran tenían al momento de graduarse.

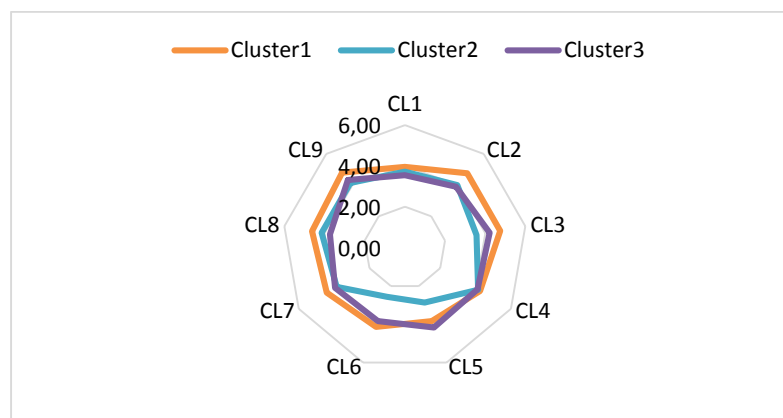


Figura 8. Conglomerados según competencias para el Momento cero

Para el caso de los graduados del momento cero, en la figura 8 se muestra el promedio de satisfacción en cada competencia para cada cluster, por ejemplo, el cluster 1 está constituido por

los egresados que están muy satisfechos con las competencias con una media de 4,39. En el cluster 2 la satisfacción disminuye a 3,67 y para el cluster 3 aumenta a 3,98.

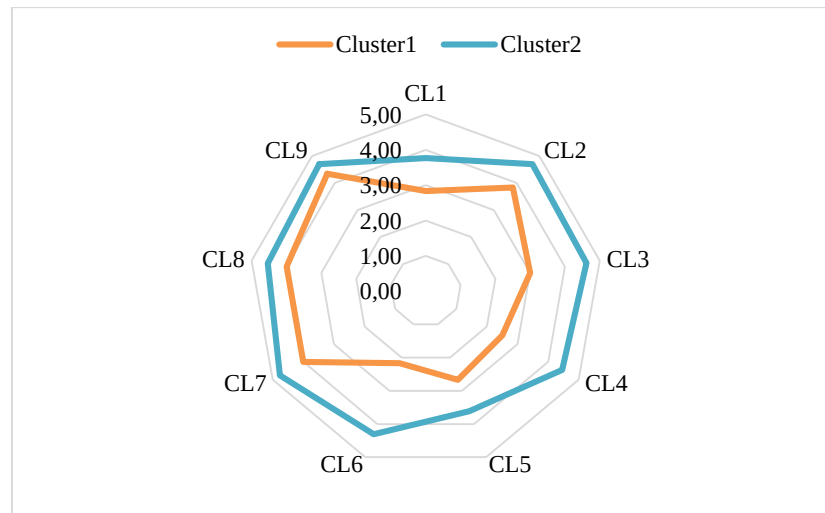


Figura 9. Conglomerados según competencias para el Momento uno.

Para el momento uno, en la figura 9 se muestra el promedio de nivel de satisfacción en las competencias para cada cluster, por ejemplo, el cluster 1 está constituido por los egresados que están insatisfechos con las competencias con una media de 3,26. En el cluster 2 aumenta la satisfacción a 4,38.

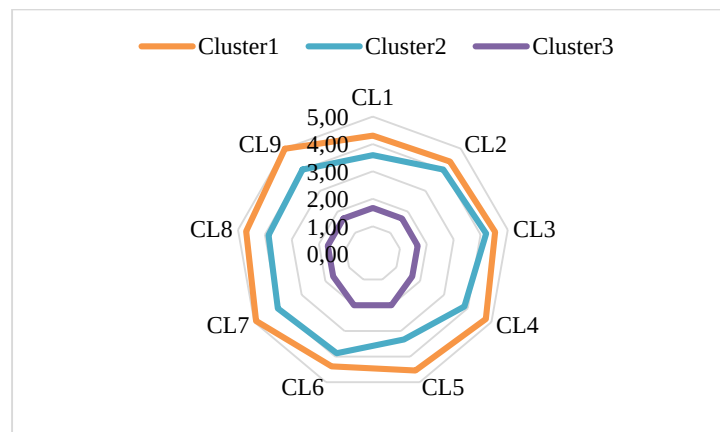


Figura 10. Conglomerados según competencias para el Momento tres.

En la Figura 10 se muestra los clusters del momento tres, el cluster 3 presenta la mayor insatisfacción con una media de las competencias del individuo promedio de 1,74, para el cluster 2 la satisfacción aumenta a 3,86 y en el caso del cluster 1 sigue aumentando hasta 4,62.

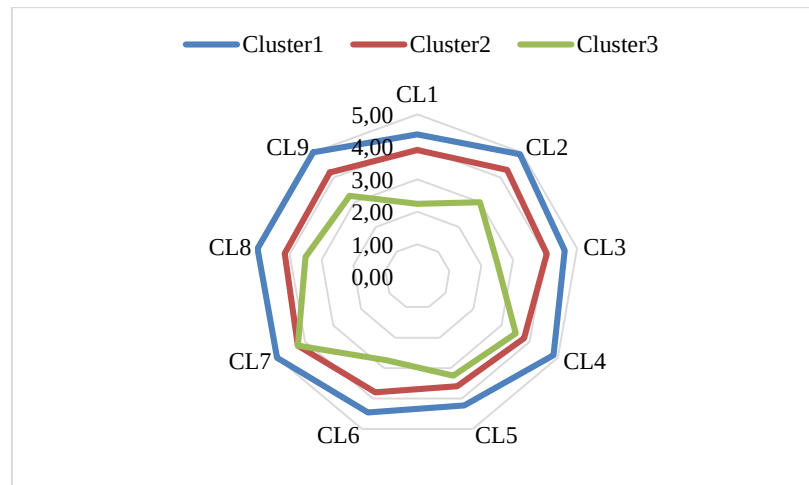


Figura 11. Conglomerados según competencias para el Momento cinco.

En el diagrama radial de conglomerados (Figura 11) para el momento cinco se presenta el comportamiento de tres clusters, de los cuales el primer cluster se encuentra muy satisfecho con media de 4,72, el cluster 2 están satisfechos con media de 4,01 y el último cluster presenta menor satisfacción con media de 3,14.

De acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente en cuanto al agrupamiento, en la tabla 12 se muestra el número de egresados que pertenecen a cada cluster por cada uno de los cuatro momentos.

Tabla 12.

Número de egresados por momento en cada cluster

	Conglomerado 1	Conglomerado 2	Conglomerado 3
Momento cero	24	7	18
Momento uno	6	13	---
Momento tres	13	15	3
Momento cinco	13	20	4

6.3.2.1 Perfiles del agrupamiento. De acuerdo con los resultados del agrupamiento y teniendo en cuenta la red profesional LinkedIn, se procede a construir el perfil de cada uno de los clusters para cada uno de los momentos, así que las aptitudes encontradas en LinkedIn se tienen en cuenta como información adicional para la descripción de los perfiles ya que esto no se consideró dentro de la encuesta para la recolección de la información.

6.3.2.1.1 Perfiles momento cero. El apéndice S. Perfiles momento cero, muestra la distribución porcentual de algunas de características de los tres grupos que se obtienen del análisis de cluster para los graduados del momento cero; a continuación, se realiza la descripción correspondiente:

- Conglomerado 1

Los graduados se encuentran muy satisfechos con las competencias del PEP. Casi en su totalidad los egresados se encuentran trabajando, y predominan los cargos operativos y los mandos medios, consideran que para los cargos que ejercen se necesita estudios universitarios. Los campos de desempeño con mayor predominancia son planeación y gestión de calidad. En las técnicas de Ingeniería Industrial se destaca la implementación del mejoramiento continuo, normas de calidad

y otras técnicas como: costos ABC y estados financieros. El grupo se caracteriza por ser empleados en empresa particular y trabajadores independientes, aunque existe un porcentaje pequeño de empleados del gobierno y empresarios. La gran mayoría trabajan tiempo completo y solo unos pocos en tiempo parcial.

La ocupación destacada es finanzas y administración, aunque dirección-gerencia y ventas-servicios también se encuentran presentes; dentro del sector económico predominan educación y comercio. La mayoría está trabajando en algo directamente relacionado con sus estudios. En cuanto a los ingresos se encuentran entre menos de \$800.000 y más de 2.400.000 resaltando que la mayoría de los graduados devengan entre \$800.000 y \$1'600.000. Sin embargo, casi en su totalidad desean mejores ingresos.

El 96% desean cursar otros estudios en la UIS, en su mayoría especializaciones y maestrías. Todos se encuentran satisfechos con la profesión.

De la red profesional LinkedIn se conoce lo siguiente de este grupo, los egresados cuentan con conocimientos en áreas como: gestión de proyectos, planeación estratégica, gestión de la cadena de suministros y gestión de procesos, donde se apoyan con las siguientes herramientas y tecnologías: Microsoft office, Microsoft Project, Matlab y Visio. Se caracterizan por el desarrollo de aptitudes relacionadas con liderazgo y trabajo en equipo, servicio de atención al cliente, dirección y negociación.

- Conglomerado 2

Los graduados se encuentran insatisfechos con las competencias del PEP. Aproximadamente más de la mitad se encuentran buscando trabajo y coinciden en que la mayor dificultad para conseguirlo es que carecen de la experiencia necesaria. A su vez consideran que las bolsas de empleo y las redes sociales podrían ser los canales más efectivos. La mitad de ellos había trabajado antes.

Para el caso de los que están trabajando similar a los graduados agrupados en el cluster 1 predominan los cargos operativos y los mandos medios. Para dichos cargos se requiere estudios tecnológicos, universitarios y de especialización. Los campos de desempeño en los cuales laboran son: otras ocupaciones que no están relacionadas con la Ingeniería Industrial, mercadeo, operativo, planeación y otros, como gestión de proyectos. En las técnicas de Ingeniería Industrial destaca mejoramiento continuo y otras técnicas como valor ganado. Este grupo se caracteriza por ser empleados en empresa particular y afirman que llegaron allí por la bolsa de empleo de la UIS, y por Alianza Industrial.

En cuanto a la ocupación se dedican a finanzas y administración. El sector económico en el que se desempeñan es explotación de minas y canteras, industrias manufactureras y actividades de servicios comunitarios, sociales y personales. En su totalidad, se encuentran laborando en actividades indirectamente relacionadas con la carrera, la tercera parte de los graduados del cluster se encuentran insatisfechos con el trabajo y los demás satisfechos.

Con respecto a los salarios, la mayoría tienen ingresos entre \$800.000 y \$1'600.000, y unos pocos más de \$2'400.000. De los que están trabajando, la mayoría está conforme con su trabajo actual y no desea mejores ingresos.

Casi todos desean cursar otros estudios en la UIS, destacando maestrías y especializaciones. La mayoría están satisfechos con la carrera, pero una pequeña parte se encuentra inconforme.

De la red profesional LinkedIn se conoce lo siguiente de este grupo, los conocimientos que han profundizado los graduados están relacionados con gestión de proyectos y análisis de datos, para esto requieren el manejo de herramientas ofimáticas como: Microsoft office y Microsoft Project.

- Conglomerado 3

Los graduados se encuentran satisfechos con las competencias del PEP, en este cluster hay presencia de casi todos los campos de acción, destacando asesoría y consultoría, planeación, producción, logística y costos-finanzas. En las técnicas de Ingeniería Industrial se encuentran todas las estipuladas en la encuesta, sobresaliendo mejoramiento continuo, normas de calidad y otras técnicas como gerencia de mercadeo o diseño centrado en lo humano.

Este grupo se caracteriza por ser empleados en empresa particular y trabajadores independientes, aunque existe un mínimo porcentaje de empleados de empresa familiar sin

remuneración y empresarios. Llegaron ahí mediante bolsas de empleo y contactos de familiares y/o amigos, LinkedIn y otro, como la página web de la organización.

Con respecto al tipo de vinculación, la mayoría tienen contrato a término fijo, aunque también se presenta a término indefinido y unos pocos, contrato por prestación de servicios, siendo este tipo de contrato el único utilizado por los trabajadores independientes.

La mitad se desempeñan en ocupaciones de finanzas y administración, y los otros en ventas y servicios. Dentro del sector económico predominan comercio, educación y asesoría-consultoría. En gran parte lo estudiado tiene una relación directa con el trabajo, y en menor cantidad una relación indirecta o nula. En este grupo hay presencia en todos los salarios, pero destaca menos de \$800.000 y entre \$1'600.000-2'400.000. Aunque la mayoría se encuentran satisfechos con su trabajo, desearían estar en otro con mejores ingresos. Actualmente laboran mayormente en empresas multinacionales y otros pocos en regionales.

Todos coinciden en que la mayor dificultad para conseguir trabajo es que carecen de la experiencia necesaria, y que el canal de búsqueda más efectivo podría ser bolsas de empleo y redes sociales. Más de la mitad cursaría otros estudios en la UIS, en su mayoría especialización y maestría. Casi todos se encuentran satisfechos con la profesión.

De la red profesional LinkedIn se conoce lo siguiente de este grupo, los graduados han mejorado sus conocimientos en áreas como: seguridad y salud en el trabajo, gestión de proyectos, análisis de datos estadísticos e investigación; utilizando Microsoft office, Microsoft Project, IBM

SPSS y SAP ERP como herramientas de apoyo para sus labores. Las aptitudes desarrolladas destacadas son: servicio de atención al cliente, dirección y liderazgo.

6.3.2.1.2 Perfiles momento uno. El apéndice T. Perfiles momento uno, muestra la distribución porcentual de algunas de características de los dos clusters que se obtienen del análisis de conglomerados para el momento uno; a continuación, se realiza la descripción correspondiente de los clusters:

- Conglomerado 1

Los graduados se encuentran insatisfechos con las competencias del PEP. La mitad está buscando trabajo y el otro cincuenta por ciento se encuentra trabajando en cargos administrativos, mandos medios y operativo donde prevalecen los siguientes campos de desempeño: logístico, planeación, finanzas, gerencia humana y asesoría; dentro de las técnicas más utilizadas se encuentran la implementación del mejoramiento continuo, justo a tiempo, y estudio de métodos y tiempos; dentro de las labores desempeñadas, lo estudiado en el pregrado está directamente relacionado con el trabajo.

Todos los graduados son empleados de empresa particular y llegaron a este trabajo por un canal de búsqueda como familiares y/o amigos, y bolsas de empleo, además, deben laborar tiempo completo según lo estipulado en contratos de término fijo o indefinido.

Adicionalmente, en cuanto a la ocupación, se encuentra en igual proporción dirección-gerencia, finanzas-administración y ventas-servicios, y en relación con el sector económico los

graduados están representados en igual proporción ya sea en construcción, educación o asesoría-consultoría.

El salario más devengado es entre \$1'600.0000 y \$2'400.000 y todos cuentan con experiencia laboral de un año.

De la red profesional LinkedIn se conoce lo siguiente de este grupo, los egresados cuentan con conocimientos en áreas como: planeación estratégica, gestión de proyectos e investigación y desarrollo, en los cuales se apoyan con herramientas y tecnologías como: Microsoft office, Microsoft Project, Matlab y Visio. Se caracterizan por el desarrollo de aptitudes como: trabajo en equipo, servicio de atención al cliente y administración-dirección de empresas.

- Conglomerado 2

Los graduados están satisfechos con las competencias del PEP y se caracteriza porque todos están trabajando, la mitad en mandos medios y los demás en operativo y administrativo, prevalece logística como campo de desempeño y de nuevo dentro de las técnicas de Ingeniería Industrial se destaca la implementación de mejoramiento continuo.

Casi todos los egresados de este cluster son empleados de empresa particular y unos pocos son empleados del gobierno, llegaron a dicho trabajo en su mayoría por bolsas de empleo, y el tipo de vinculación que predomina es contrato a término indefinido.

La ocupación con mayor presencia de egresados es ventas y servicios, en el sector económico se destacan comercio y asesoría-consultoría. El salario más devengado es más de \$2'400.000 y la mayoría cuenta con experiencia laboral de un año.

De la red profesional LinkedIn se conoce lo siguiente de este grupo, los graduados han aumentado sus conocimientos en áreas como: ingeniería de costos, gestión de proyectos, e-commerce y marketing; con el apoyo de herramientas ofimáticas como: Microsoft office, Matlab, SAP y Salesforce. Las aptitudes desarrolladas son la coordinación de equipos, creación de valor, negociación-ventas, servicio de atención al cliente y administración-dirección de empresas.

6.3.2.1.3 Perfiles momento tres. El apéndice U. Perfiles momento tres, muestra la distribución porcentual de algunas de características de los tres grupos que se obtienen del análisis de cluster del momento tres, así, a continuación, se realiza la descripción correspondiente:

- Conglomerado 1

Los graduados están muy satisfechos con las competencias del PEP. La mayoría de los egresados están trabajando y solo una pequeña proporción están buscando trabajo o estudiando.

Los egresados que están trabajando son empleados de empresa particular, empleados del gobierno o trabajadores independientes. Se destaca el desempeño en cargos de niveles administrativos, mandos medios u operativo, además, en estos cargos se requiere en su mayoría estudios de especialización, universitarios o tecnológicos.

El campo de acción que más predomina es gestión de calidad y dentro de las técnicas de Ingeniería Industrial la más usada es implementación de normas de calidad. La ocupación más destacada es ventas y servicios, y dentro del sector económico prevalecen: educación o asesoría-consultoría.

Gran parte de los graduados cuentan con una experiencia laboral de tres años y unos pocos con experiencia entre uno y dos años, por otro lado, los graduados se han preparado con actividades de formación como: cursos, diplomados, especialización y muy pocos en programas de maestría.

De la red profesional LinkedIn se conoce lo siguiente de este grupo, los graduados cuentan con conocimientos en áreas como: gestión de proyectos, finanzas corporativas, construcción, planeación estratégica, minería de datos e investigación y desarrollo; para esto requieren el manejo de herramientas y tecnologías como: Microsoft office, Matlab, R, Revit y paladise. Se caracterizan por el desarrollo de aptitudes como: administración y dirección de empresas, servicio al cliente, desing thinking, docencia y negociación.

- Conglomerado 2

Los graduados están satisfechos con las competencias del PEP. Gran porcentaje de los graduados se encuentran trabajando y unos pocos estudiando. De los que están laborando se encuentran en cargos administrativos, operativos, mandos medios y unos pocos en directivo. Se

destaca en campo de desempeño, planeación y como técnicas de Ingeniería Industrial, normas de calidad e implementación del mejoramiento continuo.

Más de la mitad son empleados de empresa particular, y en igual proporción empleados del gobierno, trabajadores independientes o empresarios. Se resalta que la dedicación laboral es tiempo completo.

Las ocupaciones que más predominan son: dirección-gerencia y finanzas-administración, en cuanto al sector económico asesoría y consultoría tiene mayor presencia de graduados. Dos terceras partes de los graduados tienen tres años de experiencia, la parte restante entre uno y dos años.

De la red profesional LinkedIn se conoce lo siguiente de este grupo, los egresados han aumentado sus conocimientos en áreas como: estrategia empresarial, análisis financiero, gestión de proyectos, gestión de riesgos y estadística; con el apoyo de herramientas ofimáticas como Microsoft office y el desarrollo de aptitudes como: administración-dirección de empresas y servicio al cliente.

- Conglomerado 3

Los graduados están muy insatisfechos con las competencias del PEP. La tercera parte están buscando trabajo. De los que están trabajando la mitad está en cargos directivos y los demás en cargos administrativos. El campo de desempeño que predomina es asesoría y consultoría, dentro

de las técnicas de Ingeniería Industrial más utilizadas están: los modelos de pronósticos, mejoramiento continuo y las normas de calidad.

La mitad de los egresados son empleados de empresa particular, los demás son trabajadores independientes. La única ocupación que se presenta en este grupo es dirección-gerencia y en igual proporción los graduados se encuentran en el sector económico de comercio y docencia e investigación. La experiencia laboral en este conglomerado es de tres años.

De la red profesional LinkedIn se conoce lo siguiente de este grupo, los conocimientos que han profundizado los graduados están relacionados con: gestión de proyectos e investigación, apoyados en herramientas y tecnologías como: Microsoft office y Microsoft Project. Se caracterizan por el desarrollo de aptitudes en administración.

6.3.2.1.4 Perfiles momento cinco. El apéndice V. Perfiles momento cinco, muestra la distribución porcentual de algunas de características de los tres grupos que entregó el análisis de cluster del momento cinco, a continuación, se realiza la descripción correspondiente:

- Conglomerado 1

Los egresados se encuentran muy satisfechos con las competencias del PEP. Todos tienen trabajo, ya sea en empresas particulares, o como empleados del gobierno y muy pocos son empresarios; casi la mitad están en cargos de mandos medios, en igual proporción se encuentran en los cargos administrativos y operativos, y una pequeña proporción en el nivel directivo.

En los campos de desempeño se destaca gestión de calidad y planeación, y dentro de las técnicas de Ingeniería Industrial predominan normas de calidad y mejoramiento continuo. Por otro lado, la ocupación más destacada es finanzas y administración y en el sector económico la mayoría se encuentran en educación. Gran porcentaje de los graduados cuentan con experiencia laboral entre tres y cuatro años.

De la red profesional LinkedIn se conoce lo siguiente de este grupo, los graduados cuentan con conocimientos en áreas como: gestión de proyectos, cultura e innovación, investigación y desarrollo, estrategia empresarial y HSEQ; con el apoyo de herramientas y tecnologías como: Microsoft office, Microsoft Project y Microsoft Access. Se caracterizan por el desarrollo de las siguientes aptitudes: servicio de atención al cliente, administración y dirección de empresas, desing thinking, liderazgo y negociación.

- Conglomerado 2

Los graduados se encuentran satisfechos con las competencias del PEP. La mayoría están trabajando y unos pocos estudiando. Los que están trabajando se encuentran en cargos administrativos, operativos, mandos medios y una pequeña proporción en nivel directivo. El campo de desempeño que se destaca es planeación y en técnicas de Ingeniería Industrial normas de calidad y mejoramiento continuo muy similar al cluster uno.

Los egresados son en su mayoría empleados de empresa particular o trabajadores independientes, muy pocos empleados del gobierno o de empresa familiar. La experiencia laboral

que tienen la mitad de los graduados es entre tres y cuatro años. La ocupación que predomina es finanzas y administración, en el sector económico se destacan industrias manufactureras y educación.

De la red profesional LinkedIn se conoce lo siguiente de este grupo, los graduados han aumentado sus conocimientos en áreas como: marketing, gestión de la calidad, gestión de proyectos, análisis de datos, investigación, planificación estratégica, e innovación. Utilizando herramientas ofimáticas como: Microsoft office, AutoCAD, Microsoft Project, Arena Simulation y Microsoft SQL Server. Se destacan por el desarrollo de aptitudes como: servicio al cliente y administración- dirección de empresas.

- Conglomerado 3

Los graduados se encuentran insatisfechos con las competencias del PEP. La mitad está trabajando y los demás y en igual proporción están buscando trabajo o estudiando. Dentro de los cargos de los que están laborando se encuentran nivel administrativo y mandos medios.

Se desempeñan como empleados de empresa particular y trabajadores independientes. La experiencia laboral de los egresados es de cinco años. Los campos de acción que se destacan son: mercadeo, planeación y diseño; adicionalmente, la técnica de Ingeniería Industrial que predomina es implementación de mejoramiento continuo.

La única ocupación de este grupo es ventas y servicios, en cuanto al sector económico se encuentra explotación de minas y canteras e industrias manufactureras. El salario devengado es más de \$3'500.000.

La mitad de los egresados cursarían otros estudios en la universidad y el tipo de estudio que desearían cursar sería maestría.

De la red profesional LinkedIn se conoce lo siguiente de este grupo, los graduados cuentan con conocimientos en las siguientes áreas: gestión de proyectos, planificación estratégica y logística; con el apoyo de herramientas y tecnologías como: Microsoft office y apache spark. Se caracterizan por el desarrollo de aptitudes como: liderazgo, trabajo en equipo, supervisión proactiva, capacidad de análisis, negociación y gestión del tiempo.

6.3.2.2 Comparación estudio 2014 y proyecto actual. Para realizar la comparación con el anterior estudio de seguimiento a graduados de Ingeniería Industrial realizado en el año 2014 (Ramirez Sierra, 2014), se tienen en cuenta los momentos 0,1 y 3.

- **Comparación momento cero**

El momento cero corresponde a los egresados en el año 2013 (Ramirez Sierra, 2014) y del estudio actual comprende los años 2017-2018.

Para el caso de la ocupación actual de los graduados, los empleados de empresa particular/privada del estudio anterior, corresponden al 50% y en el actual al 63,89% (aumentando un 13,89% con los años).

Los empleados del gobierno eran el 10%, y ahora disminuyen al 5,56%, los trabajadores independientes estaban representados por el 5%, y ahora aumentan significativamente hasta el 22,22% y finalmente los empresarios mantienen una proporción similar antes el 5% y ahora el 5,56%.

En cuanto al nivel jerárquico de los cargos en ninguno de los dos estudios se encuentra presente el nivel directivo para el momento cero; en el estudio anterior, el nivel administrativo estuvo presente con un 33,3% y en el estudio actual disminuye al 8,33%, mandos medios pasó de 50% a 27,78% y el operativo de 16,7% a 63,89%. De lo anterior se puede observar que el nivel jerárquico predominante de los cargos ha cambiado en los dos estudios, Ramírez (2014) encontró que el nivel predominante era mandos medios y en nuestro estudio es el nivel operativo.

Los graduados que trabajaban en empresas nacionales eran el 92,3% y ahora son el 60%, en multinacionales pasó de 7,7% a 40%. Sigue predominando el tipo de empresa nacional, pero en menor proporción.

El tipo de vinculación destacada en el estudio anterior es contrato a término fijo (76,9%), actualmente es el 40%; contrato a término indefinido era el 7,7% y ahora es el más representativo con un 44%, contrato de prestación de servicios pasó de 15,4% a 8%.

Los graduados que desearían estar en otro trabajo que les permitiera desarrollar mejor sus competencias, eran el 71,4% y ahora son el 52,78%, por tal razón se puede afirmar que la satisfacción con el trabajo actual ha mejorado. En la Tabla 13 se presenta el resumen de las variables descritas anteriormente.

Tabla 13.

Comparación estudio 2014 vs estudio actual M0

	Estudio anterior 2013	Estudio actual 2017- 2018
Actividad principal		
Empleado de empresa privada	50%	63,89%
Empleado del gobierno	10%	5,56%
Trabajador independiente	5%	22,22%
Empresario/Empleador	5%	5,56%
Tipo de empresa		
Nacional	92,30%	60%
Internacional	7,70%	40%
Nivel jerárquico del cargo		
Administrativo	33,30%	8,33%
Intermedio	50%	27,78%
Operativo	16,70%	63,89%
Contratación		
Contrato a término fijo	76,90%	40%
Contrato a término indefinido	7,70%	44%
Contrato de prestación de servicios	15,40%	8%
Otro	0,00%	8%
Otro trabajo		
Sí	71,40%	52,78%
No	28,60%	47,22%

- **Comparación momento uno**

En la Tabla 14 se presenta el resumen de las variables consideradas para la comparación. El momento uno, en el estudio anterior está compuesto por los graduados los años 2011-2012, y el estudio actual comprende el año 2016.

Para el caso de la ocupación actual de los graduados, los empleados de empresa particular/privada del estudio anterior, corresponden al 59,3% y en el actual al 93,75%, aumentando notoriamente con los años en un 34,45%.

Los empleados del gobierno eran el 23,7%, y ahora disminuyen al 6,25%, los trabajadores independientes y los empresarios estuvieron presentes sólo en el estudio anterior con un 5,1% y 2% respectivamente.

En cuanto al nivel jerárquico de los cargos, el nivel directivo estuvo presente en el estudio anterior con un 2%; el nivel administrativo estaba representado por un 24,5% y en el estudio actual disminuye al 18,75%, mandos medios se mantiene casi en la misma proporción (49% y 50% respectivamente) y el nivel operativo paso de 24,5% a 31,25%.

Los graduados que trabajaban en empresas nacionales eran el 72% y ahora son el 50%, en multinacionales pasó de 28% a 50%. Es importante resaltar que actualmente este momento ha mejorado en cuanto a la participación en empresas internacionales porque aumento con los años hasta la mitad.

El tipo de vinculación destacado en el estudio anterior es contrato a término fijo (40,4%), actualmente es el 25%; contrato a término indefinido era el 36,5% y ahora es el más representativo con un 69%, contrato de prestación de servicios estuvo presente solo en el estudio anterior con un 21,2%.

Los graduados que desearían estar en otro trabajo que les permitiera desarrollar mejor sus competencias, eran el 67,9% y ahora son el 62,5%, es notable que con el pasar de los años la satisfacción con el trabajo no ha mejorado debido a que en los dos estudios los graduados quisieran cambiar de empleo.

Tabla 14.

Comparación estudio 2014 vs estudio actual M1

	Estudio anterior 2011- 2012	Estudio actual 2016
Actividad principal		
Empleado de empresa privada	59,30%	93,75%
Empleado del gobierno	23,70%	6,25%
Trabajador independiente	5,10%	0,00%
Empresario/Empleador	2%	0,00%
Tipo de empresa		
Nacional	72,00%	50%
Internacional	28,00%	50%
Nivel jerárquico del cargo		
Directivo	2%	0,00%
Administrativo	24,50%	18,75%
Intermedio	49%	50,00%
Operativo	24,50%	31,25%
Contratación		
Contrato a término fijo	40,40%	25%
Contrato a término indefinido	36,50%	69%
Contrato de prestación de servicios	21,20%	0%
Otro	1,90%	6,25%

Continuación Tabla 14

	Estudio anterior 2011- 2012	Estudio actual 2016
Otro trabajo		
Sí	67,90%	62,50%
No	32,10%	37,50%

- **Comparación momento tres**

En la Tabla 15 se presenta el resumen de las variables consideradas para la comparación. El momento tres, en el estudio anterior está compuesto por los graduados entre los años 2007-2010, y el estudio actual comprende el año 2015.

Para el caso de la ocupación actual de los graduados, los empleados de empresa particular/privada del estudio anterior, corresponden al 60,8% y en el actual al 50%, predominando en los dos estudios.

Los empleados del gobierno eran el 19,6%, y ahora aumentan al 23,08%, los trabajadores independientes estaban representados por el 5,9%, y actualmente aumentan al 19,23% y finalmente los empresarios eran 2% y ahora el 7,69%.

En cuanto al nivel jerárquico de los cargos, el nivel directivo estuvo presente en el estudio anterior con un 4,9% y actualmente es el 7,69%; el nivel administrativo mantiene una proporción similar (34,1% y 38,46% respectivamente), mandos medios era el nivel más representativo con un 41,5% y ahora disminuye a 26,92%, y el nivel operativo paso de 19,5% a 26,92%.

Los graduados que trabajaban en empresas nacionales eran el 71,4% y ahora son el 68,42%, en multinacionales pasó de 28,6% a 31,58%. La proporción tanto en el ámbito nacional como en el internacional mantiene una similitud con el pasar de los años.

En el tipo de vinculación se tiene: contrato a término fijo antes con el 40,9%, actualmente es el 31,58%; contrato a término indefinido era el 43,2% y ahora el 52,63%, siendo el más representativo en los dos estudios, contrato de prestación de servicios mantiene una proporción similar a lo largo de los años (11,4% y 10,53% respectivamente).

Los graduados que desearían estar en otro trabajo que les permitiera desarrollar mejor sus competencias, eran el 48,9% y ahora son el 53,85%, es notable que con el pasar de los años la satisfacción con el trabajo no ha mejorado debido a que en los dos estudios los graduados quisieran cambiar de empleo.

Tabla 15.

Comparación estudio 2014 vs estudio actual M3

	Estudio anterior 2007- 2010	Estudio actual 2015
Actividad principal		
Empleado de empresa privada	60,80%	50,00%
Empleado del gobierno	19,60%	23,08%
Trabajador independiente	5,90%	19,23%
Empresario/Empleador	2%	7,69%

Continuación Tabla 15

	Estudio anterior 2007- 2010	Estudio actual 2015
Tipo de empresa		
Nacional	71,40%	68,42%
Internacional	28,60%	31,58%
Nivel jerárquico del cargo		
Directivo	4,9%	7,69%
Administrativo	34,10%	38,46%
Intermedio	41,50%	26,92%
Operativo	19,50%	26,92%
Contratación		
Contrato a término fijo	40,90%	31,58%
Contrato a término indefinido	43,20%	52,63%
Contrato de prestación de servicios	11,40%	10,53%
Otro	4,50%	5,26%
Otro trabajo		
Sí	48,90%	53,85%
No	51,10%	46,15%

6.4 Aplicación de técnicas de minería de datos

Para el análisis de minería de datos se tienen en cuenta algunas respuestas suministradas por los egresados en el diligenciamiento del instrumento de medición, como las respuestas recolectadas son información no estructurada se aplica minería de texto. Las sugerencias realizadas por los egresados con respecto al programa son entregadas a la Escuela.

6.4.1 Minería de texto con R. A continuación, se muestra la salida (nube de palabras) que se obtiene de la minería de texto realizada en la herramienta de análisis Rstudio para algunas de las preguntas abiertas de los momentos cero y cinco; cabe resaltar que estos momentos se eligen porque contaban con mayor número de respuestas que los otros dos.

- Reconocimiento académico M0

En la Figura 12 se muestran las palabras con mayor frecuencia dentro de las respuestas obtenidas en relación con los reconocimientos académicos de los graduados del momento cero; las palabras más destacadas son: *proyecto*, *grado*, *destacado*, *promedio* y *beca*. Los graduados hicieron énfasis en los siguientes reconocimientos: proyecto de grado destacado, buenos resultados en el ECAES o Saber Pro, descuentos por promedio y título cum laude.

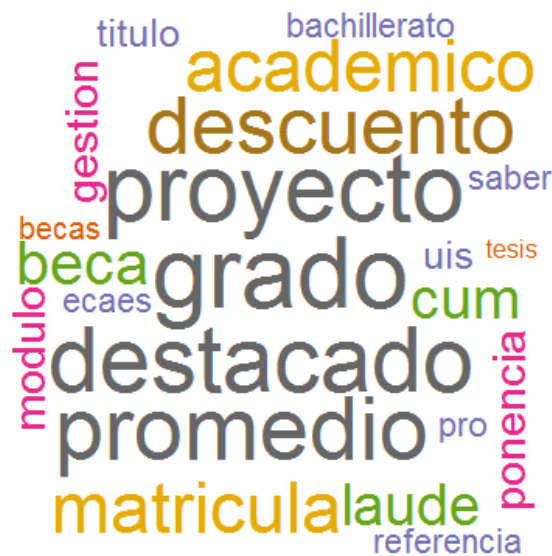


Figura 12. Nube de palabras de reconocimiento académico M0. Adaptado de Rstudio.

- Ventajas de estudiar en la UIS M0

Las ventajas de estudiar en la UIS respecto a otras universidades según los graduados del momento cero son: reconocimiento de la institución a nivel regional y nacional, la calidad de la formación, la planta docente, el componente científico e investigativo, el nivel de exigencia que forma a los profesionales en disciplina y apoya el desarrollo de habilidades. En la figura 13 se

resaltan las palabras más destacadas para el momento cero sobre las ventajas de estudiar en la universidad, algunas de estas palabras son: *calidad, docentes, nivel y educación*.



Figura 13. Nube de palabras sobre ventajas de estudiar en la UIS M0. Adaptado de Rstudio

- Fortalezas del programa M0

En la figura 14 se presentan las palabras más destacadas sobre las fortalezas del programa de Ingeniería Industrial, estas hacen referencia a: la excelente capacitación de los docentes, la pertinencia de las materias, el enfoque integral del programa académico, el desarrollo de habilidades, la profundización hacia el mejoramiento de procesos y los sistemas productivos y el prestigio del programa en la región.

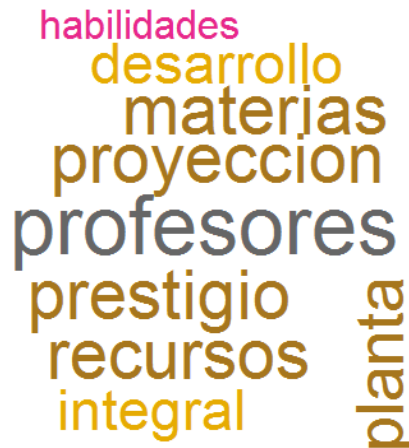


Figura 14. Nube de palabras sobre fortalezas del programa de Ingeniería Industrial para el M0.

Adaptado de Rstudio

- Recomendaciones M0

En la figura 15 se muestran los términos más destacados en las recomendaciones de los graduados del momento cero, estos términos hacen referencia a los aspectos a mejorar en el programa de los cuales se encuentran: asignaturas como mercadeo, logística y finanzas; la falta de alguna materia que profundice más en servicios, ausencia en el desarrollo de competencias de un segundo idioma (inglés), lo más resaltado por los egresados es la importancia de realizar prácticas empresariales y pasantías que le permita al estudiante acercarse al campo laboral. Los egresados sugieren abordar más temas sobre emprendimiento y gerencia.



Figura 15. Nube de palabras sobre los aspectos que se deben mejorar en el programa para el M0.

Adaptado de Rstudio

- Autobiografía M0

En la figura 16 se evidencian los términos destacados en la autobiografía de los egresados. Los relatos más comunes trataron sobre: ingreso e inicio de sus estudios en cualquiera de las sedes, la experiencia con algunas materias y la afinidad con estas, la disciplina durante la realización del pregrado. Dentro de la situación laboral se encuentran, los graduados que están buscando trabajo y algunos que se desempeñan en ventas o diseño.

Es evidente el manejo de técnicas como documentación e implementación de sistemas de gestión (SAP). También se mencionan las empresas (Bavaria, Centro Oftalmológico Virgilio Galvis, Retie y Retilap SAS...) donde actualmente laboran, dentro de estas destacan a la universidad en temas relacionados con el proceso de autoevaluación con fines de renovación de

programas de acreditación; adicionalmente expresan sus deseos de continuar su crecimiento profesional mediante la realización de especializaciones o maestrías.



Figura 16. Nube de palabras del relato autobiográfico sobre la trayectoria académica y laboral para el M0. Adaptado de Rstudio

- Ventajas de estudiar en la UIS M5

Las ventajas de estudiar en la UIS respecto a otras universidades según los graduados del momento cinco son: la calidad de la formación, la relación costo-beneficio que se da por ser una institución pública, el desarrollo de destrezas, el nivel de exigencia que forma profesionales integrales, docentes capacitados, el reconocimiento de la Universidad por su excelente educación. En la figura 17 se muestran las palabras con mayor frecuencia que permitieron a los graduados expresar las ventajas de realizar sus estudios de pregrado en esta Universidad, en donde se destacan: *costo, calidad, profesional, disciplina, formación, beneficio*, entre otras.

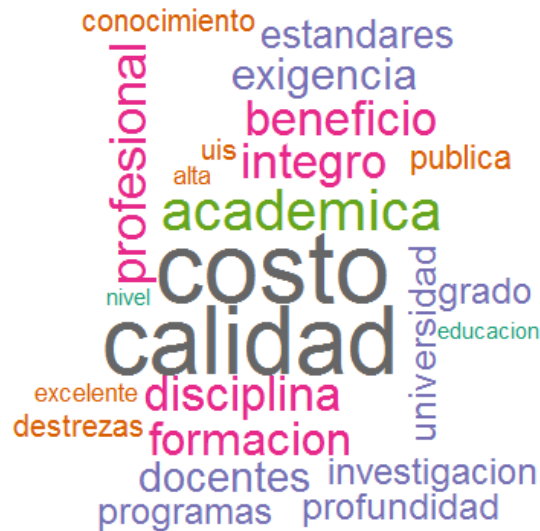


Figura 17. Nube de palabras sobre ventajas de estudiar en la UIS M5. Adaptado de Rstudio

- Recomendaciones M5

En la figura 18 se presentan las palabras con mayor frecuencia dentro de los registros obtenidos de los graduados del momento cinco relacionadas con las recomendaciones del programa; los aspectos que se deben mejorar son: contenido más práctico ya sea mediante casos o prácticas empresariales, profundización en emprendimiento, liderazgo e innovación; habilidades para la redacción de textos, mayor uso de tecnologías de la información y la comunicación, asignaturas relacionadas con temas gerenciales o empresariales porque el programa está enfocado principalmente en el área de procesos.



Figura 18. Nube de palabras sobre los aspectos que se deben mejorar en el programa para el M5.

Adaptado de Rstudio

- Autobiografía M5

En la figura 19 se muestran algunos términos sobre el relato autobiográfico de los graduados del momento cinco en cuanto a su experiencia académica y laboral, allí mencionan que en su tiempo como estudiantes del pregrado muchos de los egresados trabajaron como auxiliares administrativos de la Universidad lo cual les permitió desarrollar múltiples habilidades. Los graduados resaltan que continúan su crecimiento profesional mediante la realización de estudios como: especializaciones en gerencia, especialización en evaluación de proyectos, maestría (por ejemplo, en Brasil), gerencia logística; adicionalmente afirman sus deseos de enfocarse en proyectos de emprendimiento.

En cuanto a la experiencia se encuentra que han laborado en áreas como: gestión de la calidad, seguridad y salud en el trabajo, planeación, diseño de indicadores de gestión, desarrollo de proyectos PMI, análisis y mejoramiento de procesos, auxiliar HSE en obras civiles.



Figura 19. Nube de palabras del relato autobiográfico sobre la trayectoria académica y laboral para el M5. Adaptado de Rstudio

7. Conclusiones

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales se ha caracterizado por realizar seguimiento de graduados en periodos pertinentes para el proceso de acreditación, conociendo así la situación de los egresados en el mercado laboral lo que permite evaluar constantemente la pertinencia del programa. Este estudio se fundamentó en cuatro instrumentos de medición que permitieron recolectar información relevante de los profesionales de Ingeniería Industrial UIS en ámbitos como: trayectoria académica y profesional, datos sociodemográficos y económicos, satisfacción profesional y personal, situación laboral, y pertinencias relacionadas con la Universidad.

Los cuestionarios se aplicaron con la herramienta Online-Encuesta a través de internet debido a que es un método rápido para la recolección de información, de fácil acceso y gratuito, que permite la exportación de datos a Excel para continuar con el ingreso de datos al software estadístico SPSS y a Power BI, se obtienen 136 registros completos para los respectivos análisis. Dentro de la información no estructurada recolectada para este estudio se encuentran las preguntas abiertas realizadas en la encuesta y la información extraída de los perfiles de la red profesional LinkedIn.

El análisis factorial permitió reducir el número de variables de las competencias mediante el método de componentes principales para cada momento, creando variables (factores) que agrupan la relación que existe entre el nivel de satisfacción de las competencias que componen cada factor; aun así con este análisis no fue posible hacer el perfil de los graduados debido a que no todos los

momentos tuvieron en cuenta todas las competencias, dado que la matriz anti-imagen muestra que algunas competencias no tenían la adecuación de muestra necesaria para el análisis y debían eliminarse.

Se realizó en análisis de conglomerados mediante el método de Ward, donde se tuvo en cuenta las medias para cada competencia obteniendo así los diferentes grupos para cada momento; el momento cero se compone por el 48.98% de los graduados que se encuentran muy satisfechos con las competencias para el cluster uno, el 14,286% para el dos que se encuentran insatisfechos con las competencias y 36,735% para el tres que están satisfechos, para el momento uno se compone así: 31,579% para el cluster uno que se encuentran en un nivel de insatisfacción con las competencias y el 68,421% para el dos que se encuentran satisfechos, para el momento tres, el cluster uno está compuesto por 41,935% encontrándose muy satisfechos, el dos por el 48,387% quienes están satisfechos y el tres con 9,67% que se encuentran muy insatisfechos. Para el momento cinco la composición de los clusters es: 35,135% cluster 1 encontrándose muy satisfechos, 54,054% para el dos quienes están satisfechos y el 10,811% para el tres encontrándose en un nivel insatisfecho.

En los cuatro momentos, los graduados están conformes con la profesión pues las alternativas de respuesta muy satisfecho y satisfecho superan el 90%; en general los egresados recomendarían el programa y adicional a esto, tienen un nivel de pertenencia alto con la Universidad.

El análisis de conglomerados permitió realizar el perfilamiento en todos los momentos pues la creación de los clusters evidenció la diferenciación en cuanto a la satisfacción con las

competencias, una vez agrupados por el nivel de satisfacción de las competencias, se realizó el cruce entre variables pertinentes para describir el perfil de los egresados.

La minería de texto fue de vital importancia para realizar una interpretación oportuna de las preguntas no estructuradas como lo fueron: las ventajas de estudiar en la UIS según los egresados donde se destacó la calidad de la formación, las fortalezas del programa donde predomina el enfoque integral del pensum, las recomendaciones que más sugieren resaltando dentro de ellas la posibilidad de realizar prácticas y pasantías y finalmente conocer detalles de la trayectoria académica y laboral.

El idioma más estudiado por los egresados para todos los momentos es inglés siendo común el nivel (medio) en el que se encuentran en cuanto a las habilidades de escucha, habla, lectura y escritura. El segundo lugar predomina como idioma extranjero portugués y en menor medida se encuentra: alemán, italiano y francés.

Los graduados de todos los momentos resaltan mayor insatisfacción en las competencias relacionadas con las habilidades de emprendimiento y el manejo de tecnologías de la información y la comunicación.

Los Ingenieros Industriales que están buscando trabajo en el momento de grado son el 24,5%, durante los siguientes años esta situación se mejora, disminuyendo porcentualmente, un año después del grado 15,8%, tres años después del grado 6,5% y la mejor situación se presenta cinco años después del grado, pues sólo un 2,7% están desempleados. En general los egresados que se encuentran trabajando en los cuatro momentos superan el 69% de los registros obtenidos.

8. Recomendaciones

Rediseñar el instrumento de medición (*encuesta*) para realizar seguimiento a graduados mediante la actualización constante frente a las tendencias educativas, las competencias y habilidades que los egresados deben poseer para un adecuado desempeño profesional.

Se recomienda a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales crear un grupo de egresados en la red profesional LinkedIn para facilitar la extracción de datos por medio del software de código abierto R.

Se sugiere a la dirección de la Escuela analizar las recomendaciones realizadas por los graduados según la experiencia profesional con el propósito de identificar mejoras que contribuyan a la calidad y la pertinencia del programa.

Fortalecer las competencias que muestran un menor grado de satisfacción por parte de los graduados.

Para próximos seguimientos a graduados de Ingeniería Industrial tener en cuenta a los empleadores debido a que los últimos dos seguimientos solo se evaluó la pertinencia desde la percepción de los graduados

Se recomienda a la Escuela fortalecer la comunicación con los graduados con el fin de tener una relación que en el futuro permita obtener una mayor participación en la tasa de respuesta de las encuestas de seguimiento y apoyo a los graduados en su transición al mundo laboral.

Referencias bibliográficas

- Aldana de Becerra, G., Morales Gonzalez, F., Aldana Reyes, J., Sabogal Camargo, F., & Ospina Alfonso, A. (2008). Seguimiento a egresados. Su importancia para las instituciones de educación superior. Teoría y praxis investigativa.
- Arrieta Torres, W., & De la Rosa, C. A. (2010). Estudio de seguimiento a egresados del programa ingeniería industrial de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.
- Ávila Toscano, J. (2012). Redes sociales y análisis de redes. *Aplicaciones en el contexto comunicativo y virtual*.
- C.Freeman, L. (1979). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 215-239. Obtenido de www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378873378900217?via%3Dihub#!
- Caicedo Barrero , A., Wagner de garcía, G., & Méndez Parra, R. M. (2010). *Introducción a la Teoría de Grafos*. Armenia , Quindio.
- Casal, J., & Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo.
- Cedeño Marcillo, G. E. (2014). La perspectiva social de la evaluación de egresados ISSN 1390-9010.
- Chica Antonio Alaminos, G. J. (2016). Análisis multivariante para las Ciencias Sociales I. Índices de distancia, conglomerados y análisis factorial. *OBETS: Revista de Ciencias Sociales*, 11, 585-589. doi:10.14198/OBETS2016.11.2.09
- Coppola, D. P. (2006). *Introduction to international Disaster Management*. United Stated of America.
- Cuadras. (2012). Nuevos métodos de análisis multivariante.

- De Mauro, A., Greco, M., & Grimaldi, M. (2016). A formal definition of Big Data based on its essential features. *Library Review*, 122-135. Obtenido de <https://search.proquest.com/docview/1774841295?accountid=29068>
- De Nooy, W. M. ((2005).). Exploratory Social Network Analysis with pajek. *Cambridge University Press*.
- Diestel, R. (2000). *Graph Theory*. New York: Springer-Verlag.
- Escuela de Estudios Industriales y Empresariales*. (2016). Obtenido de <http://industrial.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S100>
- Esteban Talaya, Á., & Molina Collado, A. (2014). Investigación de mercados. Madrid: ESIC.
- Gómez, C. (2005). Indicadores bibliométricos: origen, aplicación, contradicción y nuevas propuestas. *MedUNAB*.
- Grimes, S. (8 de Agosto de 2013). Big Data: Avoid 'Wanna V' Confusion. *Informationweek - Online*. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.uis.edu.co:2171/docview/1428641245?accountid=29068>
- Harary, F. (1969). *Graph Theory*. Canada: Addison wesley.
- Hernandez Orallo, J., Ramírez Quintana, M. J., & Ferri Ramírez, C. (2004). *Introducción a la minería de datos*. Prentice hall.
- Holguín Navarrete, M. C. (2014). Plan de negocios - Seguimiento a graduados. Guayaquil, Ecuador.
- IBM . (s.f.). Obtenido de International Business Machines : <https://www-01.ibm.com/software/in/data/bigdata/>
- IBM. (2019). *SPSS Modeler*. Obtenido de <https://www.informese.co/ibm-spss-modeler/>

James Manyika, M. C. (Mayo de 2011). Big Data: The next Frontier for Innovation, Competition,. *McKinsey Global Institute*.

Kolman, B., & Hill , D. (2013). *Álgebra Lineal. Fundamentos y aplicaciones*. Bogotá: Pearson.

Landwehr, P. M., Wei, W., Kowalchuck, M., & Carley, K. M. (2016). Using tweets to support disaster planning, warning and response. *SAFETY SCIENCE*, 33-47.

Lozares Colina, C., & López Roldán, P. (s.f.). *El análisis multivariado: Definición, criterios y clasificación*.

Malhotra, K. N. (2008). *Investigación de mercados*. México: Pearson.

Matiyasevich, Y. V. (2004). One Probabilistic Equivalent of the Four Color Conjecture. *Theory of Probability & Its Applications*, 368–372. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.uis.edu.co:2311/doi/10.1137/S0040585X97980476>

Medina. (2005). Modelo para la evaluación y seguimiento de los egresados aplicado en la facultad de odontología de la UNLP.

Michael Schroeck, R. S.-M. (2012). Analytics: The real-world use of big data . *IBM Global Business Services*, 1-20.

Microsoft. (2019). *Power Bi*. Obtenido de <https://powerbi.microsoft.com/es-es/what-is-power-bi/>

MinEducación. (2006). *Manual de instrumentos y recomendaciones sobre seguimiento a egresados*. Obtenido de https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-136795_pdf.pdf

Ministerio de Educación Colombia. (2010). Obtenido de <https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-231240.html>

Mohar, B. (2008). Part V: Theorems and Problems - 12. The Four-Color Theorem. *Princeton: Princeton University Press*. Retrieved from. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.uis.edu.co:2171/docview/189253682?accountid=29068>

- Molina, J., & García, J. (2007). Técnicas de minería de datos basadas en aprendizaje automatico.
- OLE. (2018). *Observatorio Laboral para la Educación*. Obtenido de <http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/w3-channel.html>
- Online Encuesta*. (2018). Obtenido de <https://www.onlineencuesta.com>
- Patrick, D. (05 de octubre de 2014). *referenceworkentry Encyclopedia of Social Network Analysis and Mining*. Obtenido de https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4614-6170-8_79
- Peña, D. (2013). Análisis de datos multivariantes. Madrid, España.
- Pérez Alemán, Y. O. (2012). *Estudio de seguimiento a recién egresados de programas académicos de pregrado de la sede central*. Obtenido de http://puj-portal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/PORTAL_VERSION_2009_2010/resources_v4/SPEGRE2012V1.pdf
- Publications*. (2005). Obtenido de <http://www.ifrc.org: http://www.ifrc.org/Global/Publications/disasters/WDR/69001-WDR2005-english-LR.pdf>
- Ramirez Sierra, Y. A. (2014). Framework para el proceso de seguimiento a graduados del programa ingeniería industrial de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.
- Repiso Caballero, R., Torres Salinas, D., & Delgado López, E. (2011). :una aproximación a través del Análisis Bibliométrico y de Redes Sociales de las tesis doctorales defendidas en España entre 1976-2008. 420-421.
- Resumen de tesis doctoral. Minería de texto empleando la semejanza entre estructuras semánticas. (2005). En M. Montes. México.
- RStudio. (2019). *RStudio*. Obtenido de <https://www.rstudio.com/>
- Sabidussi, G. (1966). The centrality index of a graph. *Psychometrika*.

- Salas Madriz, F. E. (2006). Los estudios de seguimiento de la población graduada como herramienta para el cambio y la innovación en el currículo universitario: la experiencia de la escuela de administración educativa de la Universidad de Costa Rica.
- Salas Perea, R. (2000). La calidad en el desarrollo profesional: avances y desafíos.
- Sanchez Ramirez, D., & Lopez Silva, L. (2008). Estudio de inserción y desempeño laboral de los graduados del programa ingeniería industrial, 2002-2008 de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.
- Savita Kumari, S., & Pratibha, Y. (2017). *article Threats Detection using Big Data Analytics*. Obtenido de International Journal of Advanced Research in Computer Science: <http://www.ijarcs.in/index.php/Ijarcs/article/view/2864>
- Schomburg, H. (2004). Manual para estudios de seguimiento a graduados universitarios. Alemania.
- Smith, M., Rainie, L., Shneiderman, B., & Himelboim, I. (2014). Mapping Twitter Topic Networks: From Polarized Crowds to Community Clusters. *Pew Research Center. Internet & technology*.
- Takahashi, B., Tandoc, E., & Carmichael, C. (2015). Communicating on Twitter during a disaster: An analysis of tweets during Typhoon Haiyan in the Philippines. *COMPUTERS IN HUMAN BEHAVIOR*, 392-398.
- Tunnermann Bernheim, C. (2014). *Pertinencia y calidad de la educación superior*. Obtenido de <http://iep.udea.edu.co:8180/jspui/bitstream/123456789/258/1/Pertinencia%20Calidad%20Educacion%20Superior%20-CarlosTunnermann.pdf>.
- Unal. (2006). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de http://www.portalegresados.unal.edu.co/images/stories/contenido/sie/seg_eg_pregrado.pdf
- VantagePoint. (2019). Obtenido de <https://www.thevantagepoint.com/products.html>
- Vega Bayo, M. (s.f.). Aplicación de teoría de grafos a redes con elementos autónomos. 16-22.

Victorino Ramirez, L., & Medina Marquez, G. (2008). Educación basada en competencias y el proyecto tuning en europa y latinoamérica.

Wang, L., & Wang, G. (2015). Data Mining Applications in Big Data. *Computer Engineering and Applications Journal*, 143-152. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.uis.edu.co:2171/docview/1942218903?accountid=29068>

Weisstein, E. W. (s.f.). *MathWorld*. Obtenido de Wolfram Web Resource: <http://mathworld.wolfram.com/KoenigsbergBridgeProblem.html>