

**ESTUDIO DE SEGUIMIENTO A EGRESADOS DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS MATERIALES DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

ANGIE SMITH ALEJANDRA GÓMEZ CASTAÑEDA CÓDIGO: 2103040

YINETH VIVIANA SANDOVAL VELOSA CÓDIGO: 2104013

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2017

**ESTUDIO DE SEGUIMIENTO A EGRESADOS DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS MATERIALES DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**ANGIE SMITH ALEJANDRA GÓMEZ CASTAÑEDA CÓDIGO: 2103040
YINETH VIVIANA SANDOVAL VELOSA CÓDIGO: 2104013**

Proyecto de grado para optar el título de Ingeniero Industrial

Director

HENRY LAMOS DÍAZ

Ph.D, Física- Matemática

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2017

Dedico este triunfo primero a Dios, porque sin Él nada sería posible.

A mi Mami por darme la vida, por creer en mí, por su cariño, por apoyarme siempre en mis proyectos de vida, por sus oraciones y amor incondicional.

¡Te amo!

A Álvaro y mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional.

A David por su amor, confianza, paciencia y compañía.

A Yineth, porque juntas logramos los objetivos.

Angie Smith Alejandra Gómez Castañeda

***A Dios porque ha estado presente en cada instante de mi vida.
A papá y a mamá por el esfuerzo que hacen para que yo pueda lograr mis
objetivos, por sus oraciones, amor y comprensión.
A mis hermanos Elizabeth, Oscar y Tutu mis guerreros y compañeros de vida.
¡Son ustedes mi fortaleza y mi inspiración!***

***A Marco por su cariño y paciencia.
A mis amigos y compañeros, por hacer de esta etapa de mi vida algo
maravilloso.
A Angie, porque juntas lo hemos logrado.***

Yineth Viviana Sandoval Velosa

AGRADECIMIENTOS

Especialmente al profesor Henry por su constante orientación, dedicación y apoyo para la realización de este proyecto.

A nuestro tutor profesor Darío Ballesteros, por su disposición y colaboración.

A la Universidad Industrial de Santander por la calidad de su formación académica y humana.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	24
3. OBJETIVOS	25
3.1 OBJETIVO GENERAL	25
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
4. RESULTADOS ESPERADOS.....	26
5. MARCO DE REFERENCIA	27
5.1 MARCO DE ANTECEDENTES	27
5.2 MARCO TEÓRICO.....	43
5.2.1 Seguimiento a Egresados	43
5.2.1.1 Egresados:.....	43
5.2.1.2 Estudio de Seguimiento a Egresados.....	44
5.2.1.3 Objetivo del estudio de seguimiento a egresados.	45
5.2.1.4 Temas principales en el seguimiento a egresados.....	46
5.2.1.5 Beneficios del seguimiento a egresados	48
5.2.1.6 Obstáculos del seguimiento a egresados.....	48
5.2.1.7 Tipos de estudios de seguimiento a egresados.	50
5.2.1.8 Pertinencia a la educación superior.	51
5.2.1.9 Calidad	52
5.2.2 Minería de datos.....	53

5.2.2.1	Objetivos de la Minería de datos	54
5.2.2.2	Ventajas de la Minería de datos	54
5.2.2.3	Aplicaciones de la minería de datos:.....	55
5.2.2.4	Metodología del descubrimiento de conocimiento en base de datos	56
5.2.2.5	Técnicas de Minería de datos	59
5.2.4	Análisis multivariado.....	67
5.2.4.1	Objetivos del análisis multivariado	68
5.2.4.2	Modelos de análisis multivariado.....	68
5.2.4.3	Técnicas de Análisis Multivariado	69
5.2.5	Machine Learning.....	73
5.2.5.1	Tipos de Machine learning (aprendizaje automático)	74
6.	METODOLOGÍA.....	76
6.1	ACTUALIZACIÓN DE LA BASE DE DATOS.....	76
6.2	DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	78
6.3	DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA	79
6.4	ESTRUCTURA DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN / ENCUESTA.....	79
6.4.1	Tipo de pregunta:.....	81
6.4.2	Niveles de medida.:.....	82
6.4.3	Información requerida.:.....	83
6.4.4	Procedimiento para la obtención de la información.....	84
6.5	VALIDACIÓN Y PRUEBA PILOTO DE LOS INSTRUMENTOS.....	86
6.5.1	Estructura final del instrumento de medición.....	87
6.6	MEDIOS DE DIFUSIÓN	88
6.7	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	90
6.8	GUIA Y ESTRATEGIAS DE APLICACIÓN.....	90
7.	RESULTADOS DEL ESTUDIO	91
7.1	ENCUESTA ESTUDIO DE SEGUIMIENTO A EGRESADOS.....	91
7.1.1.	Análisis de campo.	91

7.1.2 Análisis de factores.	101
7.3 ANÁLISIS CLÚSTER.	109
7.4 ENCUESTA DE SEGUIMIENTO APLICADA A EMPLEADORES.....	121
7.5 COMPARACIÓN ENCUESTA EMPLEADORES Y EGRESADOS.....	131
8. FRAMEWORK.....	133
9. CONCLUSIONES.....	137
10. RECOMENDACIONES	143
BIBLIOGRAFÍA	144
ANEXOS	151

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Momentos en los que se realizará el estudio	79
Tabla 2. Registros recolectados y porcentaje de respuesta por año.....	92
Tabla 3. Prueba KMO y Bartlett momento uno.....	103
Tabla 4. Prueba KMO y Bartlett momento dos en el grado.	105
Tabla 5. .Prueba KMO y Bartlett momento tres en el grado.....	105
Tabla 6. Prueba de KMO y Bartlett momento uno actualmente	106
Tabla 7. Prueba de KMO y Bartlett momento dos actualmente.....	107
Tabla 8. Prueba de KMO y Bartlett momento tres actualmente	107
Tabla 9. Comparación de Momentos por competencias	108
Tabla 10. Perfil de los Clústeres del momento uno desarrollo en el grado.	117

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proceso del desempeño profesional	45
Figura 2. Fases del proceso del descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos (KDD)	56
Figura 3. Clasificación de las técnicas de Minería de datos	60
Figura 4. Clúster de competencias del momento uno desarrollo en el grado.....	111
Figura 5. Clúster de competencias del momento uno desarrollo actualmente	114
Figura 6. Comparación entre las competencias de la encuesta egresados y empleadores.....	132

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Base de datos de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica	77
Anexo B. Encuesta de seguimiento a egresados de la EIMT	87
Anexo C. Encuesta de seguimiento de los egresados de la EIMT aplicada a empleadores	87
Anexo D. Mensaje enviado a los Egresados	88
Anexo E. Mensaje publicado vía Facebook	89
Anexo F. Carta enviada a los empleadores	89
Anexo G. Resultados de la herramienta Online Encuesta Egresados	92
Anexo H. Definición de variables SPSS. Encuesta de seguimiento Egresados	94
Anexo I. Gráficas Análisis Descriptivo egresados	94
Anexo J. Análisis Factorial Momento uno y dos al Momento del Grado	104
Anexo K. Análisis Factorial Momento tres Momento del Grado	106
Anexo L. Análisis Factorial Momento uno y dos Requerimiento Actual	106
Anexo M. Análisis Factorial Momento tres Requerimiento Actual	107
Anexo N. Análisis de Clúster momento uno al graduarse	110
Anexo O. Análisis de Clúster momento dos al graduarse	112
Anexo P. Análisis de Clúster momento tres al graduarse	113
Anexo Q. Análisis de Clúster Momento uno Requerimiento Actual	113
Anexo R. Análisis de Clúster Momento dos Requerimiento Actual	115
Anexo S. Análisis de Clúster Momento tres Requerimiento Actual	116
Anexo T. Comportamiento de las competencias por momento	119
Anexo U. Resultados de la herramienta Online encuesta empleadores	122
Anexo V. Definición de variables SPSS Encuesta Empleadores	122
Anexo W. Análisis Descriptivo de la encuesta aplicada a empleadores	122

RESUMEN

TÍTULO: ESTUDIO DE SEGUIMIENTO A EGRESADOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

AUTORES: ANGIE SMITH ALEJANDRA GÓMEZ CASTAÑEDA
YINETH VIVIANA SANDOVAL VELOSA**

PALABRAS CLAVE: SEGUIMIENTO A EGRESADOS, EMPLEADORES, PERTINENCIA, CALIDAD, SATISFACCIÓN, MINERÍA DE DATOS, ANÁLISIS MULTIVARIADO, MACHINE LEARNING.

DESCRIPCIÓN:

La Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales de la Universidad Industrial de Santander ha decidido desarrollar el plan de seguimiento a sus egresados con el propósito de perfeccionar los procesos de formación de calidad, consolidar la pertinencia del programa académico y la vinculación e impacto de los egresados en el campo laboral; además conocer la percepción y expectativa de los empleadores.

Para lograrlo, durante el desarrollo del proyecto se hace revisión a los estudios de seguimiento a egresados elaborados a nivel nacional e internacional en lo que concierne a las percepciones de los egresados y empleadores; posteriormente, se realiza el marco teórico que contiene conceptos y temas relacionados con minería de datos, análisis multivariado y machine learning. En la recolección de información, fue fundamental el diseño de instrumentos de medición basados en las sugerencias del Observatorio laboral para la Educación (OLE) y el manual Red gradua2, estos instrumentos se aplicaron a los egresados comprendidos entre los años 2010 y 2015 vía internet y a empleadores de forma presencial, es decir encuestador- encuestado.

El análisis de la información se realizó mediante el uso de análisis multivariados como análisis de factores, clustering y cubos OLAP. Para el procesamiento de los datos, se utilizó el software SPSS Statistics. Para finalizar, se elabora framework que reúne las etapas llevadas a cabo en el seguimiento, y se exponen algunas conclusiones y recomendaciones.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Físico-Mecánica. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director PhD. Henry Lamos Diaz.

ABSTRACT

TITLE: FOLLOW UP RESEARCH OF METALLURGICAL ENGINEERING GRADUATES AND MATERIALS SCIENCE FROM UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

AUTHORS: ANGIE SMITH ALEJANDRA GÓMEZ CASTAÑEDA
YINETH VIVIANA SANDOVAL VELOSA**

KEY WORDS: FOLLOW UP TO GRADUATES, EMPLOYERS, RELEVANCE, QUALITY, SATISFACTION, DATA MINING, MULTIVARIATE ANALYSIS, MACHINE LEARNING.

DESCRIPTION:

The School of Metallurgic Engineering and Material Science of the Industrial University of Santander has decided to develop a plan of conduct for her graduates with the aim of improving the process of quality education and strengthen the relevance of the academic program and the transition and impact of graduates on the labor market; and most of all to get to know the perceptions and expectations of employers.

Herefore follow-up studies will be revised during the development of the program on working graduates on national and international level, concerning perceptions of both graduates and employers; after this, a theoretical framework will be realized, containing concepts and themes relating to data-mining, multivaried analysis and machine learning. The design of instruments based on the suggestions of the Labor Observatory for Education and the Red gradua2 was fundamental in the recollection of information, instruments which applied to the concerning graduates between the years 2010 and 2015 through internet and employers in the form of face-to-face interviews.

The analysis of the information is realized through the use of multivariate analyzes such as factor analysis, clustering and OLAP cubes. For the processing of the data, SPSS Statistics software is used. To finish, a framework is elaborated which reunites all the stages carried out in order, and some conclusions and recommendations are presented.

* Bachelor Thesis

** Physical Mechanic Engineering Faculty. Industrial and Managerial Studies School. Project manager: Henry Lamos Diaz, PhD.

INTRODUCCIÓN

El seguimiento a egresados se debe contemplar como una de las estrategias necesarias para el mejoramiento de la educación superior. Hoy, es de vital importancia para las universidades aumentar el grado de competencia de los egresados, adaptar sus programas a las nuevas exigencias del mercado global, incrementar el número de egresados en el mercado laboral (su índice laboral y de empleabilidad). Para lograr estos objetivos es necesario llevar a cabo un adecuado seguimiento a egresados para de primera mano conocer las necesidades actuales y futuras de los profesionales.

Para una Institución de Educación Superior (IES) conocer la opinión de sus estudiantes o de sus egresados sobre diferentes aspectos de la formación recibida constituye un insumo principal para enriquecer los procesos de formación. A partir de esta información pueden determinarse aspectos que requieren un énfasis especial, reestructurar los programas académicos existentes o promover espacios de formación continuada¹.

Las encuestas de egresados que se aplican para este fin, están diseñadas como un mecanismo que busca recoger la opinión de los egresados acerca de sus condiciones de ingreso al mercado laboral, los principales canales de búsqueda de empleo que utilizaron, la relación de su profesión con el trabajo que están desempeñando, las fortalezas que considera tiene el programa del cual se graduó, entre otros datos.

Por otra parte, el objetivo de la minería de datos es descubrir, de manera automática o semiautomática, el conocimiento que se "oculta" en grandes

¹ OBSERVATORIO LABORAL PARA LA EDUCACIÓN. Encuesta de seguimiento [en línea]. [consultado 10 marzo 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/2UkeEt>>

cantidades de información almacenada en bases de datos de la organización, lo que permite agilidad en la toma de decisiones. Así mismo, la técnica de minería de datos es la especificación de los métodos para asegurar "como" descubrir los patrones que le interesan. Entre las principales técnicas utilizadas en la minería de datos están las técnicas estadísticas². Además los métodos y modelos del análisis multivariado (AM) permiten explorar, describir e interpretar datos que provienen del registro de varias variables sobre un mismo caso objeto de estudio. Como las variables representan atributos de la misma unidad de análisis, usualmente están correlacionadas. El AM no solo describe sino que toma ventaja de esta correlación para caracterizar los casos, provee herramientas para comprender la relación (dependencia) entre las variables medidas simultáneamente sobre la misma unidad, para comparar, agrupar y/o clasificar observaciones multivariadas e incluso para comparar, agrupar y clasificar variables³. Así mismo, machine learning (aprendizaje automático) se define como un conjunto de métodos que pueden detectar automáticamente patrones en los datos, y luego utilizar los patrones descubiertos para predecir futuros datos, o para realizar otros tipos de toma de decisiones bajo incertidumbre⁴, que se usarán en el estudio.

Hay que mencionar, además que el seguimiento a egresados de la educación superior es una tendencia creciente que busca mejorar la calidad y la pertinencia de los programas académicos, es por ello que la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales (EIMT) de la Universidad Industrial de Santander (UIS) se ha comprometido con el control de calidad de sus profesionales a fin de hacer una mejora continua que beneficie el sector productivo, el gobierno y egresados para la toma de decisiones.

² CARDOSO, O. N. P.; MACHADO, R. T. M. Gestão do conhecimento usando data mining: estudo de caso na Universidade Federal de Lavras. RAP. Revista Brasileira de Administração Pública, Rio de Janeiro, v. 42, n. 3, p. 495-528, maio/jun. 2008 [en línea]. [consultado 17 marzo 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/eyR2VD>>

³ UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA. Análisis multivariado [en línea]. [consultado 20 marzo 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/Rq2rPn>>

⁴ MURPHY, Kevin P. Machine Learning A Probabilistic Perspective [en línea]. [consultado 20 marzo 2016]. Disponible en <<https://goo.gl/zq4TrQ>>

Este documento se constituye de la siguiente forma: primero se hace revisión a los estudios de seguimiento a egresados elaborados a nivel nacional e internacional en lo que concierne las percepciones de los egresados y empleadores; en seguida se realiza el marco teórico que abarca conceptos, temas relacionados con minería de datos, análisis multivariado y machine learning. Posteriormente se muestra la metodología, desarrollo del proyecto, resultados y análisis de la información a partir de análisis descriptivo y aplicando técnicas multivalentes. Finalmente, se presentan las conclusiones adquiridas en el estudio y recomendaciones del mismo, apoyadas en la experiencia alcanzada en el desarrollo del estudio de seguimiento a Egresados de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales.

TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
Actualizar la base de datos de egresados de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales a partir del año 2005.	6.1 Actualización de la base de datos
Diseñar los instrumentos de medición que permitan valorar la calidad y la pertinencia del programa de estudios en la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y ciencia de los materiales en base a criterios de estudio utilizados por el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) que sean aplicados a los egresados y a las empresas que los emplean.	6.4 Estructura del instrumento de medición / encuesta
Aplicar los instrumentos de medición a egresados de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales entre 2010-2015 de la Universidad Industrial de Santander.	6.4.4 Procedimiento para la obtención de la información 6.5 Validación y prueba piloto de los instrumentos 6.5.1 Estructura final del instrumento de medición
Analizar el grado de satisfacción de los empleadores y egresados de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y ciencia de los materiales mediante técnicas de análisis multivariado, minería de datos y machine learning.	7. Resultados del estudio

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las últimas décadas, las instituciones de Educación Superior en Colombia han tenido que asumir decisiones de cambio en consideración a escenarios locales, nacionales e internacionales particularmente complejos e interdependientes. Hay conciencia de la necesidad de crear condiciones para la consolidación de un sistema educativo de alta calidad, en atención a los retos derivados de los procesos de modernización y globalización, y a la vinculación intensa y creciente entre la investigación científica y tecnológica, y la producción de bienes y servicios, en convergencia con los propósitos del desarrollo económico, social y ambiental del país. Para contribuir con ello, corresponde a las instituciones de educación superior a través del desarrollo de sus funciones: -formación, investigación y proyección social-, asumir el doble reto de ser contemporáneas y de preparar las personas para el desarrollo nacional en el contexto de los principios constitucionales y de nuestra fisonomía geográfica, social y cultural, que son al mismo tiempo una y diversas⁵.

Se entiende entonces que la educación debe generar oportunidades legítimas de progreso y bienestar y contribuir mediante su acceso y calidad a la construcción de una sociedad integral para la convivencia pacífica, la inclusión social y el desarrollo económico. Una educación superior accesible, con pertinencia y calidad se constituye en un elemento transformador de la sociedad en términos de crecimiento económico, desarrollo sostenible, equidad social, bienestar, competitividad, actualización tecnológica e innovación⁶.

⁵ CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. Lineamientos para la Acreditación de Programas de Pregrado. [en línea]. [consultado 22 marzo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/USJTfK>>

⁶ MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. perfil académico y condiciones de empleabilidad: graduados de educación superior (2001 – 2014) [en línea]. [consultado 24 marzo 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/dgqChN>>

La Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales de la Universidad Industrial de Santander ha decidido desarrollar el plan de seguimiento a sus egresados con el propósito de perfeccionar los procesos de formación de calidad, consolidar la pertinencia del programa académico y la vinculación e impacto de los egresados en el campo laboral. Por otra parte, conducirá a la escuela a formular políticas de mejoramiento o direccionamiento institucional, al tiempo que les ayudará a ajustar los planes de estudio y demás recursos educativos que den respuesta a los nuevos requerimientos del entorno.

La información que se puede obtener gracias al instrumento de medición (encuesta) permitirá analizar la relación entre las competencias adquiridas con la educación superior y las requeridas por el mercado laboral con el fin de comprender los procesos de transición al mercado laboral de los egresados de la educación superior. En este sentido, las instituciones y el proceso de seguimiento ayudan a mejorar la oferta educativa en términos de eficacia y facilita a sus egresados el acceso a mayores oportunidades laborales, producto de la buena y adecuada formación a las necesidades del sector productivo y del egresado.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La opinión de los graduados de educación superior en cuanto a su inserción el mercado laboral, es un instrumento que permite fortalecer la pertinencia y el crecimiento institucional, por ello el Ministerio de Educación Nacional viene realizando desde 2005 la Encuesta de Seguimiento a Egresados que le permite al sector académico conocer el desarrollo personal y laboral de los graduados para conducir a formular políticas de mejoramiento o direccionamiento institucional, al tiempo que les ayuda a ajustar los planes de estudio y demás recursos educativos a los nuevos requerimientos del entorno.

El propósito del estudio de seguimiento de los egresados de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales es lograr que los graduados tengan comunicación permanente con el organismo que hace el seguimiento, a fin de conocer su trayectoria profesional y el grado de satisfacción sobre los servicios que recibieron durante sus estudios. Además conocer la percepción de los empleadores sobre los egresados de la escuela, sus fortalezas y debilidades.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar estudio de seguimiento a egresados de la escuela de ingeniería metalúrgica y ciencia de los materiales de la universidad industrial de Santander, con el fin de evaluar la calidad y la pertinencia del programa de estudios, así como el grado de satisfacción por parte de los egresados y de los empleadores.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Actualizar la base de datos de egresados de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales a partir del año 2005.
- Diseñar los instrumentos de medición que permitan valorar la calidad y la pertinencia del programa de estudios en la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y ciencia de los materiales en base a criterios de estudio utilizados por el Observatorio Laboral para la educación (OLE) que sean aplicados a los egresados y a las empresas que los emplean.
- Aplicar los instrumentos de medición a los empleadores y egresados de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales entre 2010-2015 de la Universidad Industrial de Santander.
- Analizar el grado de satisfacción de los empleadores y egresados de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y ciencia de los materiales mediante técnicas de análisis multivariado, minería de datos y machine learning.

4. RESULTADOS ESPERADOS

La finalidad de este proyecto es que la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales realice un estudio de seguimiento continuo que genere un canal de comunicación adecuado con sus egresados; además busca actualizar la base de datos existente. De igual manera, mediante la aplicación de una encuesta se intenta encontrar la opinión de los egresados referente a la formación académica obtenida en la escuela y su inclusión en el campo laboral, más aún la información obtenida se usará para el estudio de la situación actual de los egresados.

Adicionalmente, se presenta un documento donde se especifica cada una de las fases del proyecto junto con el análisis de los resultados, conclusiones y recomendaciones que sirven como base para valorar la calidad y la pertinencia del programa de estudio.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 MARCO DE ANTECEDENTES

5.1.1 Seguimiento a Egresados a nivel Nacional. La ley 1185 de 2008⁷, en el artículo 2º establece “la existencia de un programa de egresados que haga un seguimiento a largo plazo de los resultados institucionales, involucre la experiencia del egresado en la vida universitaria y haga realidad el requisito de que el aprendizaje debe continuar a lo largo de la vida.”, el seguimiento a egresados es primordial debido a que la certificación de calidad de programas académicos requiere que las Instituciones de Educación Superior (IES) conozcan el desempeño laboral de los egresados en la sociedad.

En la Universidad Industrial de Santander la mayoría de las escuelas pertenecientes a la facultad de Ingenierías (Físico-químicas y Físico-mecánicas) han realizado el estudio de seguimiento a egresados, esto con el propósito de incorporar mejoras en los procesos de efectividad institucional de la universidad, a través de la recopilación y análisis de información sobre el desempeño profesional y personal de los egresados.

El primer estudio de seguimiento a egresados realizado dentro de la universidad fue elaborado en el año 2010 por los estudiantes Carlos Andrés de la Rosa y Wilmar Arrieta Torres⁸, “Estudio de seguimiento a Egresados del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander”. Este proyecto es considerado como base fundamental tanto para la escuela de Ingeniería Industrial como para los demás programas de la UIS que se han interesado desde entonces

⁷ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1188 (25 de Abril de 2008). Por el cual se regula el registro calificado de programas de educación superior y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 46.971 de 25 de abril de 2008.

⁸ DE LA ROSA, Carlos Andrés, ARRIETA TORRES, Wilmar. Estudio de Seguimiento a Egresados del programa de Ingeniería Industrial de La Universidad Industrial de Santander, 2010.

en mantener comunicación permanente con sus egresados, actualizar los planes de estudio y conocer qué tan efectivos están siendo en la educación transmitida. En este estudio los autores se enfocaron en reunir información suficiente, que les permitiera conocer desde la perspectiva de los egresados las características de su inserción en el mercado laboral, el nivel de satisfacción en el área profesional, la percepción que tienen con respecto a la calidad del programa y la pertinencia de la formación adquirida. Paso a paso en el estudio se indican las fases utilizadas durante el desarrollo del proyecto, especificando que es un diseño de tipo descriptivo y transversal usando una muestra de la base de datos correspondiente al programa de ingeniería industrial en la que disponía de 1521 registros con información de los egresados. Los autores elaboraron un instrumento de medición que les permitió analizar y medir las diferentes opiniones de los egresados; para la realización de este cuestionario crearon una tabla en la que se resumía las áreas de estudio en las que se cuestiona el ¿qué? se iba a preguntar, el ¿por qué? era importante preguntarlo y por último, las preguntas a efectuar. Tan pronto obtuvieron el aval del director de escuela de ingeniería industrial, plantearon un cuestionario con 35 preguntas; este fue diseñado para aplicarlo por medio de la opción macros de la herramienta de Microsoft Office Excel buscando que fuera dinámico, amigable con el usuario y permitiera fácil recolección de la información para posteriormente ser analizada. Diligenciados 221 cuestionarios, procedieron con el análisis de la información, de igual forma crearon la encuesta por medio de una aplicación on line que le diera a los egresados mayor facilidad en el diligenciamiento de la misma. Muchos resultados importantes fueron obtenidos con la realización de este estudio, entre ellos, la escuela de ingeniería industrial cuenta con una base de datos actualizada, ha facilitado el desarrollo de estudio de seguimiento a egresados de otros programas de la UIS y ha contribuido con la selección del método más adecuado cuando se refiere a las Instituciones de Educación Superior, además las habilidades para lograr mayor acercamiento entre los egresados y la escuela. Cabe mencionar, que deben ser tenidos en cuenta como una herramienta estratégica para conocer la trayectoria profesional de los

egresados y relacionar la formación académica con su desempeño en el ámbito laboral.

En el año 2014, Fernando Ospino León y Jancy M. Carreño Mojica⁹ llevaron a cabo el “Programa y Estudio de Seguimiento a Egresados de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander por medio de Técnicas de Minería de Datos”, los autores de este proyecto utilizaron los métodos propuestos por el Observatorio Laboral Estudiantil, diseñaron y validaron el instrumento de medición para ser aplicado a los egresados de la escuela de Ingeniería Civil por medio de llamadas telefónicas, correos electrónicos, Facebook y la página de la escuela de Ingeniería Civil, un aspecto relevante de este proyecto es la creación de una guía que permite reconocer el impacto del programa, es referencia para futuras implementaciones y proporciona una estructura dependiente de un programa de seguimiento a egresados constante. Igualmente la forma como se obtuvieron los datos, ya que se realizó a través de información suministrada por los egresados al tiempo de su graduación con el esfuerzo de alcanzar un tamaño de población suficiente para el análisis, examinando factores importantes como el nivel de satisfacción con los recursos de la universidad, su situación laboral actual y la percepción sobre la pertinencia de la formación.

Yuly Andrea Ramirez Sierra¹⁰ desarrolló el proyecto de grado “Framework para el proceso de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander” con el propósito de construir un modelo que permita identificar los perfiles de los graduados del programa de Ingeniería Industrial en el periodo comprendido entre 2007 y 2013, para así describir su desempeño laboral y evaluar la pertinencia y calidad de la educación. Así mismo

⁹ OSPINO LEÓN, Luis Fernando, CARREÑO MOJICA, Jancy Mabel. Programa y Estudio de Seguimiento a Egresados de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander por medio de Técnicas de Minería de Datos, 2014.

¹⁰ RAMIREZ SIERRA, Yuly Andrea. Framework para el proceso de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, 2014.

diseña un nuevo instrumento de medición disminuyendo considerablemente las preguntas con respecto a proyectos previos, esto quiere decir que algunas de las preguntas que se extraen no presentan información importante para el estudio de seguimiento a egresados, por lo cual, al momento de recoger la información por medio del instrumento de medición favorece a la población estudio en el tiempo de responder; más aún, en lo que concierne a los estudios de seguimiento desarrollados por los estudiantes de Ingeniería Industrial previamente, la plataforma empleada en este estudio para obtener los datos es un mecanismo actual e innovador, con respecto al análisis de datos se percibe que utiliza nuevas técnicas de análisis multivariante que permiten la explicación de la información en gran parte.

En el año 2015, Ángela Paola Carrillo García y Gladys Tatiana Ballesteros Santana¹¹ realizaron un “Estudio de seguimiento a egresados de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander”, este proyecto buscó perfeccionar los estudios de seguimiento programado a sus egresados con el propósito de analizar la pertinencia del programa académico de Ingeniería Mecánica, fortaleciendo la relación Universidad-Empresa manteniendo un vínculo con los egresados, conociendo el grado de satisfacción de estos y opinión de sus empleadores. Además, identificaron las necesidades de formación de los egresados y de educación continua de los profesionales. Basados en las recomendaciones del manual Red Gradua2 y el Observatorio Laboral para la Educación (OLE), las autoras formularon y diseñaron los instrumentos que posteriormente fueron aplicados en formato word para los empleadores por medio de entrevistas personales y vía internet en la plataforma Online Encuesta para los egresados, obteniendo 246 registros, en seguida se realiza la recolección de la información mediante el envío de correos electrónicos, llamadas telefónicas, envío de cartas a los empleadores. Una vez obtenidos los datos se elaboran análisis

¹¹ CARRILLO GARCÍA, Ángela Paola, BALLESTEROS SANTANA, Gladys Tatiana. Estudio de seguimiento a egresados de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander, 2015.

descriptivos que permiten extraer información considerable. Finalmente crearon el framework donde contemplaron cada una de las etapas llevadas a cabo en el seguimiento, como soporte para futuras actualizaciones en la base de datos y mantener contacto con los egresados de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

El seguimiento a egresados ha de evaluar, dentro de un período determinado y de acuerdo con unos parámetros preestablecidos, la eficiencia profesional en función de la formación recibida, la aceptación en el mercado laboral y la correspondencia entre las áreas de especialización y las necesidades del país y ha de dar cuenta del cumplimiento de las funciones de una institución educativa; es decir, determinar en qué medida se están alcanzando los fines de la educación y si los objetivos institucionales y curriculares se cumplen (Morales, Aldana, Sabogal y Ospina, 2008; Renato, 2005, ASCUN y Red SEIS, 2006). Estos estudios han tomado fuerza por su propósito de contribuir a mejorar la calidad de la educación. El Ministerio de Educación colombiano dice que “hacer seguimiento a los egresados de la educación superior es una tendencia creciente en países que buscan mejorar la calidad y la pertinencia de los programas académicos, ya que suministran insumos que las instituciones, el sector productivo, el gobierno y los estudiantes están usando para tomar decisiones”.

De la Cruz, Macedo y Torres (1996), manifiestan que la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) propone el siguiente esquema de trabajo con egresados, que toda institución puede asumir, mediante la adaptación a sus necesidades e intereses:

1. Conocer el impacto que la oferta educativa universitaria tiene en el mercado laboral.
2. Establecer la calidad de la docencia en la universidad, tomando como base la opinión de los egresados respecto a su propia formación.
3. Conocer la ubicación profesional de los egresados.

4. Analizar el impacto social de las escuelas y facultades en el mercado laboral.
5. Contar con información que apoye la toma de decisiones para adecuar la oferta educativa universitaria a la demanda existente.
6. Sentar bases para determinar la relación formación – prácticas profesionales.

Sin embargo, se evidencian las siguientes dificultades para el seguimiento (ASCUN y Red SEIS, 2006; Colombia, Ministerio de Educación, 2007; Lopera, 2005):

1. No siempre las universidades cuentan con los elementos adecuados para hacer del seguimiento un proceso sistemático que abarque todas las etapas de formación y posterior ejercicio laboral. Según Lopera (2005) en la última década se han venido exigiendo procesos de autoevaluación y acreditación de alta calidad en la educación superior y el factor egresados es un referente obligado y las instituciones no cuentan con ningún apoyo por parte del estado ni con soportes normativos, ni conceptuales suficientes.
2. Los egresados suelen perder la motivación a responder las encuestas, por lo que se dificulta mantener la información actualizada.
3. Para los académicos los egresados son miembros activos de las IES, pero sólo se hacen contactos coyunturales con ellos, porque no hay criterios rigurosos para la evaluación¹².

5.1.2 Seguimiento a Egresados a nivel Internacional. En el transcurrir del tiempo a nivel internacional se ha presentado de manera gradual, una mayor consolidación hacia la tendencia de evaluar la actividad universitaria, esto como una manera de declaración de cuentas al ciudadano, a la sociedad en general como a las entidades gubernamentales. Considerando este ambiente de

¹² ALDANA DE BECERRA, Gloria Marlen, MORALES GONZÁLEZ, Fabián Andrés, ALDANA REYES, Jefferson Egidio, SABOGAL CAMARGO, Francisco Javier, OSPINA ALFONSO, Álvaro Rodrigo. Seguimiento a egresados. Su importancia para las instituciones de educación superior. [en línea]. [consultado 5 abril 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/RgmCHg>>

evaluación, el estudio de seguimiento a egresados es una cuestión imprescindible para las universidades, pues el desempeño profesional y personal faculta establecer indicadores respecto a la calidad y eficiencia de las instituciones de educación superior.

Entre las ocupaciones prioritarias de toda universidad debe estar en analizar meticulosamente la inserción de los egresados en el mercado laboral con el propósito de mejorar su oferta de enseñanza y formación. Como se observa en la actualidad, las circunstancias económicas, sociales, tecnológicas primordiales han cambiado radicalmente, y las estructuras y políticas de la organización laboral exigen que haya un sólido enlace entre las diferentes competencias.

En este momento, las universidades requieren asegurar competencias, capacidades y servicios profesionales que no concluyan con la obtención de un título sino que impulsen y motiven al egresado en una actualización y formación continua más allá del grado obtenido, que se apropie y convenzan de mantenerse en un aprendizaje permanente¹³.

El propósito fundamental de un estudio de seguimiento a egresados es proporcionar un contexto general sobre la utilidad del desempeño profesional y personal de los egresados ya que permite establecer indicadores con respecto a la calidad y eficiencia de las instituciones de educación superior; cuáles son los temas principales que abordan, cómo se planean y se llevan a cabo, por qué es importante recabar la opinión de los empleadores y de 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 actividades¹⁴.

¹³ BARRADAS ALARCÓN, María Esther. Seguimiento de egresados, una excelente estrategia para garantizar una educación de calidad.[en línea]. [consultado 3 abril 2016]. Disponible en: <<https://goo.gl/kJYxLd>>

¹⁴ RED GRADUA2 / ASOCIACIÓN COLUMBUS. Manual de Instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados.[en línea]. [consultado 4 abril 2016]. Disponible en: <<https://goo.gl/qHI4eC>>

- **El proyecto CHEERS: “Careers after Higher Education – a European Research Survey” (La Trayectoria Profesional después de la Educación Superior: un Estudio de Investigación Europeo) (1999)**

A finales de 1998 y principios de 1999, alrededor de 37,000 graduados universitarios de 11 países europeos (Austria, Finlandia, Francia, Alemania, Italia, Países Bajos, España, Suecia, Reino Unido, Noruega y la República Checa) y Japón, aportaron información sobre sus experiencias en la educación superior y la transición al mercado laboral¹⁵. A través de un cuestionario traducido a distintos idiomas, se obtuvieron cuatro años después de finalizado sus estudios universitarios las valoraciones de estos egresados.

La financiación principal provino de la Comisión Europea dentro del marco del Programa de Investigación Socioeconómica con Fines Propios (TSER). El cuestionario abordaba la búsqueda de trabajo y el período de transición entre la educación superior y el trabajo, así como la situación laboral durante los primeros aspectos metodológicos de las encuestas a graduados universitarios 19 años después de acabar la carrera. También examinaba las competencias de los graduados y su uso en el trabajo, la medida en que los graduados consideran que su posición y tareas están relacionadas con la educación superior, así como las expectativas profesionales de los graduados y la medida en que éstas se han cumplido. Por último, se formulan preguntas sobre la formación continua, la formación después de la titulación y la opinión de los graduados sobre las perspectivas profesionales a largo plazo. Se plantearon preguntas sobre la procedencia socio-biográfica (año de nacimiento, género, provincia actual de residencia, nivel de estudios más alto completado por los padres) de los estudiantes, sobre los recursos y las condiciones de estudio y sobre las calificaciones obtenidas en la titulación para determinar la medida en que estos factores podrían explicar las diferencias de empleo y trayectoria profesional de los

¹⁵ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. Informe resumen de los resultados del Proyecto PROFLEX en Latinoamérica. [en línea]. [Consultado 10 abril 2016], p.: 17-18. Disponible en: <<http://goo.gl/CxLpDJ>>

graduados universitarios. El estudio también quería examinar las diferencias de trabajo según regiones y según el sexo de los graduados, así como la movilidad geográfica internacional de los encuestados¹⁶. Este Proyecto fue el mayor análisis comparativo pionero en temas relacionados con el empleo y las condiciones laborales de los egresados universitarios.

- **El Proyecto ALFA PROFLEX “El Profesional Flexible en la Sociedad del Conocimiento”**

Cofinanciado por la Unión Europea y las universidades europeas y latinoamericanas pertenecientes a la red de socios del proyecto, compuesta por instituciones de once países de ambos continentes. La principal herramienta utilizada en este proyecto fue una encuesta dirigida a los egresados latinoamericanos en la que se les preguntaba sobre su visión de la universidad y el mundo laboral cinco años después de haber finalizado sus estudios superiores. Gracias al trabajo realizado por las dieciséis universidades socias del proyecto y las treinta y cuatro que posteriormente se incorporaron voluntariamente al proyecto, se obtuvo una base de datos de aproximadamente 10.000 egresados latinoamericanos sobre sus trayectorias educativas y profesionales.

El Proyecto PROFLEX se inscribe en el marco de un programa más amplio dedicado a la investigación y análisis de estudios de seguimiento de egresados. Este tipo de estudios, enfocados a la toma de decisiones institucionales, son la clave de los nuevos sistemas de evaluación universitaria y se perfilan como la opción más propicia para la medición de los verdaderos resultados de la universidad, los egresados.

Los resultados concernientes a Latinoamérica muestran que el enfoque de las metodologías de enseñanza – aprendizaje empleadas en la universidad sigue

¹⁶ UNIVERSIDAD DE LEÓN, Métodos de análisis de la inserción laboral de los universitarios [en línea]. [Consultado 11 abril 2016], p.: 18. Disponible en: <<https://goo.gl/byqer2>>

siendo en la actualidad fundamentalmente tradicional. La asistencia a clase y el aprendizaje de teorías, conceptos y paradigmas constituyen el fundamento de los estudios universitarios según la percepción de los egresados. Por el contrario las metodologías de carácter interactivo, como la participación en proyectos de investigación o las prácticas en empresa, parecen tener menor aplicación en el aula. Este contexto educativo repercute sin lugar a dudas en los resultados del aprendizaje que los egresados obtienen de sus estudios.¹⁷

La situación laboral de los egresados de Universidades Latinoamericanas aparenta ser favorable, según los resultados a través de los estudios superiores logran acceder al mercado laboral con trabajos relacionados con su área de estudio con el que se muestran satisfechos. De igual forma expresaron que la falta de preparación para desarrollar su capacidad emprendedora puede considerarse como el punto débil.

En la actualidad PROFLEX se ofrece a las Instituciones de Educación Superior como solución para el seguimiento de egresados a través de la aplicación de un sistema de encuestas online, ampliamente probada y adaptable a necesidades específicas. Mediante el establecimiento del convenio entre UNESCO-IESALC y la Universidad Politécnica de Valencia se ha confirmado la importancia y validez del proyecto así como la experiencia adquirida a través de proyectos sobre seguimiento de egresados con prestigio internacional (CHEERS, REFLEX y PROFLEX), gracias a los cuales se ha podido recopilar una base de datos con las valoraciones de más de 50.000 egresados universitarios¹⁸.

5.1.3 Percepción de los Empleadores acerca de los egresados. Algunas fortalezas¹⁹ de la Universidad Industrial de Santander son “la pertinencia de los programas académicos” y “la consolidación de una coordinación de egresados que

¹⁷ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, Op. cit., p.:7-8

¹⁸ Ibid, p.: 9

¹⁹ MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Resolución 5775 de 2014

trabaja por la participación activa de estos en el gobierno institucional, procesos de autoevaluación y en los diálogos universidad-estado-sociedad”.

La Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los materiales conforme a los programas acreditados de la Universidad Industrial de Santander, se ha interesado por mantener un compromiso con el mejoramiento de la calidad y la pertinencia del programa académico, la experiencia y el conocimiento alcanzados en el proceso de acreditación o renovación de esta han propiciado al mejoramiento continuo, cabe resaltar la labor que hacen a diario los estudiantes, profesores, directivos administrativos y egresados al mantener siempre un compromiso en procura de alcanzar mejores niveles de calidad del programa y de la misma institución. Como resultado del esfuerzo, en estos momentos, el programa de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los materiales es el “primer programa de Ingeniería Metalúrgica en Colombia, con 60 años de trayectoria formando programas idóneos que han contribuido al desarrollo metalúrgico de la región y el país, recibió el reconocimiento, por parte del Ministerio de Educación Nacional (MEN), de la renovación de la Acreditación de Alta Calidad [...]”²⁰ ; además como prueba de empeño de dicho programa el Ministerio de Educación Nacional resaltó otras fortalezas como: “la cooperación interinstitucional, mediante convenios con empresas del sector privado y público tanto nacionales como extranjeras, el posicionamiento, desempeño y reconocimiento de los graduados en el medio laboral tanto nacional como internacional”²¹, en favor de mantener dicho posicionamiento la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales, decidió hacer parte del desarrollo este proyecto.

A medida que avanzan los procesos de desarrollo a escala global, incrementan las oportunidades de desempeño para los profesionales, y las instituciones de

²⁰ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Renovación Acreditación Institucional. En: Cátedra Libre, Bucaramanga: (14, Agosto, 2014): 22-1, c.2.

²¹ Ibíd.

educación superior que precisan formar personas con nuevas y mejores competencias para responder a los diversos retos y perspectivas.

El mercado laboral está demostrando una capacidad razonable para absorber el número creciente de egresados y aunque se debe hacer un seguimiento más atento de estas tendencias, las cifras relativas al empleo de los egresados confirman que los empresarios valoran sus competencias²², según un informe del Banco Mundial de 2012 indica que se requiere un nivel cada vez mayor de competencias y conocimientos en las evidencias de los retornos del mercado laboral.

Los estudios de egresados son importantes para aquellas instituciones preocupadas por la calidad de sus planes de estudio; el seguimiento de egresados permite conocer igualmente las características del empleo y del empleador, a quienes también se debe considerar con el fin de determinar las actividades para las que son contratados los profesionales y sus niveles de desempeño²³.

El Ministerio de Educación Nacional, a través del Observatorio Laboral para la Educación, busca avanzar en la formación de capital humano acorde a las necesidades y apuestas productivas que como país y región existe.

En ese sentido, este sistema de información analiza el desempeño de los graduados de la educación superior a través del seguimiento de las condiciones de vinculación al mercado laboral de graduados de la educación superior. Sin embargo, en Colombia no existe información acerca de las necesidades de calificación de mano de obra por parte del sector productivo.

²² MUÑOZ A., Nelcy, et all. Percepción_graduados_Upereira. En: Percepción de empleadores sobre las competencias de graduados del Programa de Enfermería de la Fundación Universitaria del Área Andina de Pereira (Colombia). [en Línea]. Volumen 9, No. 2 (2012). [consultado el 20. abril 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/YL0Gju>>

²³ ESCALONA RÍOS, Lina, FERNANDEZ CRUZ, Elba. Los estudios de egresados del área bibliotecológica: de la teoría a la práctica. [en línea]. [Consultado 22 abril 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/GTBu1o>>

Teniendo en cuenta esto, se hizo necesario contar con un instrumento que ayude a orientar la expansión del sistema educativo hacia ofertas relevantes para el desarrollo del país y las regiones, mejorando la pertinencia de la educación superior a partir de las necesidades reales de los empleadores. Así las cosas, el Observatorio Laboral realizó por primera vez en el 2008 una Encuesta a Empleadores, y en este 2013 la realizó nuevamente a un total de 5.262 empleadores grandes, medianos y pequeños que pertenecen a diferentes sectores económicos.

La Encuesta es representativa para 12 ciudades: Medellín, Barranquilla, Cartagena, Manizales, Montería, Villavicencio, Pasto, Cúcuta, Armenia, Bucaramanga, Ibagué, Cali y Bogotá. El total de empresas representadas es de 40.230, siendo Bogotá la de mayor representación con 24.446 empresas (60%)²⁴. Dentro de la encuesta realizada a los empleadores una de las preguntas utilizadas fue si en los últimos años han contratado a recién graduados con experiencia menor a dos años y los resultados arrojaron que el 66% (26.837 empresas) respondió afirmativamente. Se apreció que a medida que aumenta el tamaño de la empresa (teniendo en cuenta el número de empleados) aumenta también el porcentaje de empresas que "sí" contratan a recién graduados.

Con el propósito de conocer la importancia que otorgan las competencias genéricas en la formación que reciben los egresados y el nivel adquirido en la educación superior, Alfonso Palmer Pol, Juan José Montaña y María Palou Oliver²⁵, realizaron un estudio comparativo entre la opinión de los empleadores y académicos sobre las competencias genéricas en la educación superior. Para ello utilizaron una muestra de 500 empresas e instituciones públicas de las Islas Baleares que cuentan con titulados universitarios entre sus trabajadores y una

²⁴ OBSERVATORIO LABORAL PARA LA EDUCACIÓN. Encuesta a empleadores [en línea]. [consultado 23 Abril 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/vB1m6R>>

²⁵ PALMER POL, Alfonso, MONTAÑO MORENO, Juan José, PALOU OLIVER, María. En: Las competencias genéricas en la educación superior. Estudio comparativo entre la opinión de empleadores y académicos. [en Línea]. Volumen 21, No. 3 (2009). [consultado el 25 abril 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/Mwz0Ci>>

muestra de 173 académicos pertenecientes a la Universitat de les Illes Balears. Fueron utilizadas encuestas como metodología para la recolección de datos, una vez obtenidos, se han comparado los resultados descriptivos en los dos grupos analizados. Resultados que hicieron evidente la diferencia de opinión entre ambos colectivos.

Este estudio tuvo como propósito comparar la opinión de los empleadores y académicos de acuerdo con el grado de importancia y el nivel de adquisición que demostraron los universitarios en relación a un grupo de competencias genéricas. La originalidad de esta investigación reside en que, en comparación con otros estudios realizados que profundizaron en el análisis desde una única perspectiva, reunió y comparó la opinión de los colectivos implicados en el proceso: los empleadores, como reclutadores de los universitarios con unos requisitos de formación específicos, y los académicos, como responsables de la formación y preparación para la consecutiva integración laboral de sus egresados. Los resultados obtenidos reflejan que, los empleadores tienen una visión más homogénea de las competencias que deben proporcionar los estudios universitarios a los egresados, así mismo muestran preferencia en que estos obtengan mayores competencias metodológicas (saber hacer), relacionadas con la práctica profesional y con la capacidad de utilizar herramientas informáticas, redactar documentos e informes y utilizar el tiempo efectivamente.

Académicos y empleadores seleccionan, entre las competencias mejor desarrolladas en la formación universitaria, la capacidad para adquirir rápidamente nuevos conocimientos y la capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. Ambos colectivos coinciden en señalar entre las menos desarrolladas por la Universidad la capacidad para escribir, hablar y redactar en idiomas extranjeros y el conocimiento de la cultura y costumbres de otros países. Si bien, como se ha mencionado anteriormente, estas competencias también son consideradas poco relevantes. En lo que respecta a la selección de las 10 competencias más

importantes, ambos grupos coinciden en más de la mitad de competencias. Entre ellas se encuentra la capacidad para trabajar en equipo. Como muestran los resultados de los estudios de inserción laboral, esta competencia es una constante en la selección que realizan los empleadores, especialmente entre las grandes empresas (Ayats, Zamora y Desantes, 2004). En este sentido, este trabajo aporta información valiosa respecto a las competencias genéricas que han de formar parte de los perfiles de egreso de los nuevos planes de estudio al objeto de facilitar la inserción laboral de los titulados universitarios. No obstante, cabe señalar que el aprendizaje por competencias no es una mera tecnología educativa orientada al desempeño inmediato de habilidades, sino que contempla la educación integral del estudiante, pues aborda tanto los conocimientos teóricos como las habilidades o conocimientos prácticos o aplicativos, así como las actitudes o compromisos personales, que van del saber y saber hacer al saber ser o estar (Morin, 1999)²⁶.

Ante la necesidad latente del sector empresarial de contratar personal idóneo, la UIS ha desarrollado diversas estrategias y acciones para elevar su calidad educativa, entre ellas la “Evaluación de la pertinencia social de los programas académicos de pregrado de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas” en el 2003 y el “Estudio de impacto”, a cargo de la vicerrectoría académica en el 2010; ambos establecieron como fuente de información principal al egresado²⁷.

De igual manera, a finales del año 2010 ante los requerimientos del mercado laboral, la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander (UIS), comprometida con el mejoramiento de la calidad educativa, realizó un estudio para identificar la percepción de los empleadores de Bucaramanga y su Área Metropolitana sobre el desempeño de los Ingenieros

²⁶ *Ibíd.*

²⁷ ARIZA ALDANA, Mónica Bibiana, et al. Evaluación del graduado de Ingeniería Industrial 2005-2009 de la Universidad Industrial de Santander desde la perspectiva de los empleadores de Bucaramanga y su Área Metropolitana, 2010.

Industriales 2005-2009 de la Institución, el primero en su clase dentro de la Universidad en evaluar al graduado desde la perspectiva del empleador únicamente con el fin de evaluar sus competencias, identificar las características de las empresas en las que laboran y los cargos que ocupan; y definir el perfil profesional demandado. Los autores de este proyecto fueron Mónica Ariza, Liliana Chanagá, Cristhian Díaz, Diego García y Ruth Pimiento²⁸ quienes presentaron un estudio de tipo descriptivo y transversal en el tiempo y especifican que los empleadores participantes se seleccionaron por muestreo no probabilístico a conveniencia debido a las características de la población, logrando un tamaño de muestra de 91 empleadores se consolidó la base de datos a través de algunos recursos como Alianza Industrial, base de datos conformada a partir de las empresas publicadas en la revista 500 empresas generadoras de Santander edición 2009, base de datos de las grandes y medianas empresas de Bucaramanga y su Área Metropolitana clasificadas según el valor de sus activos adquirida en la Cámara de Comercio de Bucaramanga y la lista de empresas en las que laboran o han laborado Ingenieros Industriales 2005-2009 de la UIS conformada por el equipo de trabajo del proyecto a través de información que proporcionaron los graduados del programa, finalmente obtuvieron una base de datos con un total de 1100 empresas. Luego determinaron las variables del cuestionario y establecieron tres núcleos que recopilan la información necesaria para asegurar que el proyecto cumpliera los objetivos: características sociodemográficas de la empresa, “características generales de los procesos de búsqueda, selección y contratación de profesionales²⁹ y la Evaluación del desempeño de los egresados 2005-2009; ya constituidos estos parámetros elaboraron el cuestionario donde se usó una “escala nominal, ordinal, comparativa, de procesos verbales y la de intervalos o de razón³⁰, después se realizó una prueba piloto aplicada a 12 empleadores con el fin de evaluar la funcionalidad del cuestionario. Posteriormente realizaron el análisis de resultados

²⁸ Ibíd.

²⁹ Ibíd.

³⁰ Ibíd.

donde observaron las fortalezas y debilidades del Ingeniero Industrial, lo que constituye una guía para fortalecer las competencias en los próximos graduados. La información recopilada en los cuestionarios aplicados a los empleadores de Bucaramanga y su Área Metropolitana se clasificó para su procesamiento en el software SPSS versión 17. De manera que, este proyecto proporciona una guía para el diseño de las preguntas a efectuar, igualmente la metodología que debe ser utilizada para realizar el respectivo análisis de los resultados.

5.2 MARCO TEÓRICO

5.2.1 Seguimiento a Egresados

5.2.1.1 Egresados: Se reconoce a toda persona que recibió la formación completa en un programa académico en una institución de educación superior.

Para el Ministerio de Educación, Egresado es la persona que ha cursado y aprobado satisfactoriamente todas las materias del p \acute{e} nsum acad \acute{e} mico reglamentado para una carrera o disciplina, en tanto que Graduado es el egresado que, previo el cumplimiento de requisitos acad \acute{e} micos exigidos por las instituciones (ex \acute{a} menes, preparatorios, monograf \acute{a} s, tesis de grado, etc...) ha recibido su grado³¹.

³¹ EL OBSERVATORIO DE LA UNIVERSIDAD COLOMBIANA. Egresados. [en l \acute{i} nea]. [consultado 1 de Mayo 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/bHAqTp>>

5.2.1.2 Estudio de Seguimiento a Egresados: Son una herramienta importante para analizar los caminos que siguen los nuevos profesionales, no solamente 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 valores³².

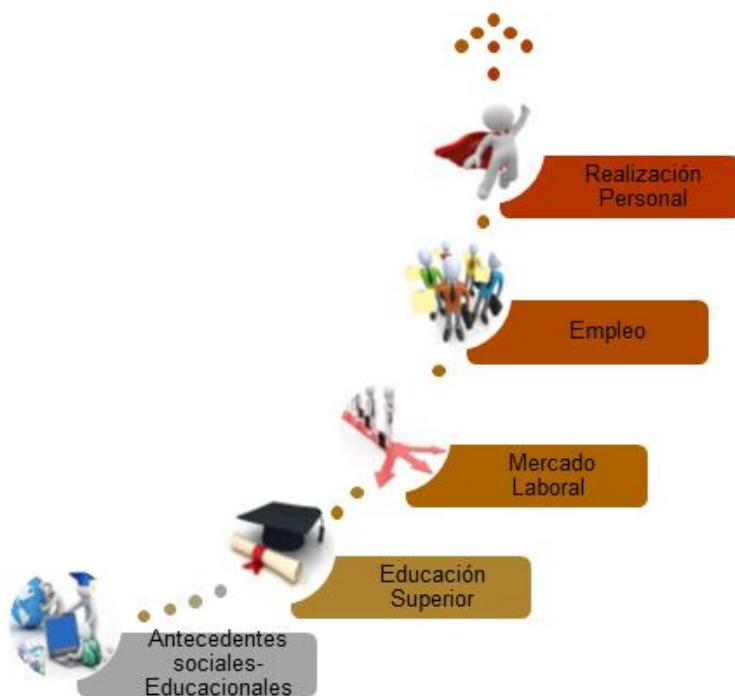
Los estudios de seguimiento a graduados permiten analizar la relación entre las competencias adquiridas con la educación superior y las requeridas por los empleadores con el fin de comprender los procesos de transición al mercado laboral de los graduados de la educación superior. En este sentido las Instituciones de Educación Superior (IES) llevan a cabo procesos de seguimiento a graduados no sólo para mejorar la oferta educativa en términos de pertinencia sino para facilitarle a sus graduados, el acceso a mayores oportunidades laborales producto de la buena y adecuada formación a las necesidades del sector productivo y del graduado³³.

Los estudios de egresados buscan contribuir con la explicación del desempeño profesional. Para lograr, dichos estudios necesitan ampliar su alcance debido a que la relación entre el título obtenido y el desempeño profesional puede verse afectada no sólo por las variables del mercado laboral, sino también por las variables sociales, familiares y educativas que caracterizan a cada egresado. Tomando esto en cuenta, se puede extender el contexto de los datos analizados a:

³² MEDINA, María Mercedes, MOSCONI, Etel Beatriz, COSCARELLI, Nélida Yolanda, RUEDA, Leticia, ALBARRACIN, Silvia Alicia. Seguimiento de egresados como herramienta de evaluación y retroalimentación. [en línea]. (2005). [consultado 1 de Mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/UyG996>>

³³ OBSERVATORIO LABORAL PARA LA EDUCACIÓN. Seguimiento a graduados. [en línea]. [consultado 2 de Mayo 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/KpecNP>>

Figura 1. Proceso del desempeño profesional



5.2.1.3 Objetivo del estudio de seguimiento a egresados: Los estudios de graduados constituyen una forma de estudio efectivo 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.

Realizar un estudio de seguimiento a egresados es importante porque se obtiene información valiosa para el desarrollo de la universidad, se evalúa la relevancia de educación, se contribuye al proceso de acreditación y se informa a los estudiantes, docentes y administradores.

Conforme al Manual de instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados de la Red GRADUA2³⁴, los objetivos que puede cumplir un estudio de seguimiento son: evaluar la pertinencia y la calidad de los planes de estudios, mejorar el diseño de los planes de estudio, ayudar a los estudiantes a elegir una carrera, comunicar a los ex-alumnos, obtener indicadores de la calidad de la educación, evaluar el nivel de satisfacción de los egresados con su formación, tomar mejores decisiones de mercadeo, conocer el nivel de inserción de los egresados en el mercado laboral y en sus carreras profesionales, satisfacer las necesidades de los empleadores, evaluar la precisión de la educación de los egresados con respecto a su trabajo, verificar si la misión de la universidad se refleja en la realización personal de los egresados y su compromiso.

5.2.1.4 Temas principales en el seguimiento a egresados³⁵.

- **Perfil del Egresado.** Un requerimiento inicial para un estudio de seguimiento a egresados es conocer el perfil de quienes se desea analizar la información, esto permitirá conocer su crecimiento a nivel profesional y personal, permitirá establecer la relación entre diferentes variables relacionadas con su situación social, familiar, económica, trabajo, estudios, entre otros. El perfil del egresado incluye: datos sociodemográficos, antecedentes educativos, otros estudios realizados, fuente de financiamiento de los estudios universitarios, movilidad durante la formación (Si el egresado cambió su carrera en algún momento).
- **Situación de los egresados en el mercado de trabajo.** Incluye su situación laboral. En contexto requiere acciones constantes de seguimiento y evaluación de los egresados ya sea para la reorganización interna de los programas o para la proposición de nuevos programas. Para cumplir con estos

³⁴ RED GRADUA2 / ASOCIACIÓN COLUMBUS, Op. cit., p. 14.

³⁵ *Ibíd.*, p. 18-27.

propósitos se debe considerar el análisis de los siguientes factores: el primer empleo, la trayectoria profesional, situación laboral actual, la coherencia entre la formación y el tipo de empleo.

- **Relación con la institución de egreso.** En esta parte se presentan los principales contenidos para evaluar la satisfacción de los egresados en relación a los beneficios que le brindó la universidad, con el propósito de fortalecer la vinculación con ellos y para el mejoramiento continuo de la institución. Entre estos: la satisfacción con la formación recibida (calidad de los docentes, plan de estudios), la satisfacción con las condiciones de estudio (servicios, infraestructura).
- **La transición de la educación superior al empleo.** De ese modo se notará cómo sus competencias, las condiciones del mercado laboral, las expectativas de los empleadores y la dinámica de los mecanismos de transición interactúan al determinar las relaciones entre la graduación y el empleo inicial.
- El desempeño en el empleo y laboral de los egresados en diversas maneras, combinando indicadores tanto subjetivos como objetivos, permitiendo el análisis del nivel de interrelación o divergencia entre la remuneración y el estatus, el uso en el trabajo de los conocimientos adquiridos en los estudios, y un empleo interesante y satisfactorio.
- Una visión de conjunto de los vínculos entre las competencias adquiridas y las tareas laborales actuales.
- Hasta qué punto las condiciones y provisiones de estudio realmente importan para su empleo y trabajo subsiguiente.

- El impacto de las motivaciones, expectativas y orientaciones de los estudiantes en sus decisiones y trayectorias profesionales.

5.2.1.5 Beneficios del seguimiento a egresados: Son múltiples los beneficios que se tienen al desarrollar un seguimiento a egresados, ya que será una fuente directa de información para retroalimentar los programas y para conocer el impacto que dichos estudios tienen en el campo profesional donde se desarrollan.

A continuación se muestra una relación de beneficios:

- Se conoce la realidad de la vinculación institucional con el egresado y con la empresa.
- Permite valorar el impacto y pertinencia de los programas de estudio
- Permite la congruencia entre objetivos, perfil del egresado, expectativas y demanda en el campo profesional.
- Favorece la titulación de los egresados.
- Es el medio idóneo para afrontar los objetivos institucionales establecidos.
- Es el medio eficaz para el mejoramiento e incremento en la calidad de la educación.³⁶

5.2.1.6 Obstáculos del seguimiento a egresados: Los estudios de seguimiento a Egresados se convierten en un mecanismo para constituir una relación doble vía entre los egresados y la institución, generando beneficios para todas las partes involucradas, desde las instituciones hasta la comunidad, incluyendo tanto a los

³⁶ UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO. Seguimiento de egresados. [en línea]. [consultado 10 de Mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/0aGUUE>>

egresados como a los profesionales que se encuentran en formación, por cuanto el propósito principal es aportar a mejorar la calidad de la educación y contribuir a la solución de los problemas. En relación, el egresado se considera una fuente importante de retroalimentación, ya que permite saber a la universidad donde y como está ubicado, su rol social, estatus económico y la manera en que refleja los valores adquiridos durante su formación académica, todos estos aspectos reflejan la pertinencia de los programas de las instituciones de educación superior.

Como en el seguimiento interactúan varios sectores (institución, profesores, alumnos, egresados, empresarios.) es de esperar que no todos tengan la misma disposición para involucrarse en estas tareas, por lo que la mayoría de las veces se presentan innumerables obstáculos que limitan el desarrollo de esta importante función.

Algunas veces, por desconocimiento de lo que se pretende seguir otras, porque no reconocen que el seguimiento aporta información importante que apoya la toma de decisiones; y en otras más, porque existen serios prejuicios para proporcionar información debido a que no tiene confianza en el uso que se le da y porque no siempre se conoce el fin y los resultados que tuvo dicha información.

A continuación se muestra una relación de obstáculos comunes que se presentan en este tipo de estudios:

- Los egresados no creen en la utilidad de seguir en contacto con la escuela.
- Creen que solo se les utiliza al pedirles información y no tienen retroalimentación, ni beneficio.
- Piensan que sus opiniones no se toman en cuenta.
- No hay tradición en este tipo de estudios y por lo tanto la desconfianza que existe es fuerte.
- Movilidad de los egresados.

- Dificultad para aplicar encuestas a egresados y empleadores³⁷.

5.2.1.7 Tipos de estudios de seguimiento a egresados.

- a. Estudio puntual³⁸ o transversal:** Es cuando una población de graduados es encuestada solamente una vez en un tiempo definido. La mayoría de estos estudios de graduados son de este tipo³⁹.
- b. Estudio longitudinal:** Es cuando a la población objeto de estudio se le consulta en varios momentos de su proceso de inserción laboral. Un buen parámetro para la comparación de resultados es el contar con al menos tres aplicaciones de la encuesta a lo largo del tiempo previsto. La ventaja de los estudios longitudinales consiste en tener una visión más completa del proceso de inserción laboral. Aunque este proceso es el ideal, en ocasiones, por razones de tiempo y de recursos, se aplica un cuestionario en el que se le pregunta de manera retrospectiva a los egresados acerca de su situación laboral. Esta práctica tiene la desventaja de incorporar imprecisiones de las respuestas, debido al tiempo transcurrido desde la graduación.

Un estudio longitudinal continuo, es decir, que se entreviste a cada conjunto de titulados en momentos diferentes de su proceso de inserción laboral, permite una visión completa y actualizada de este proceso de los titulados de una institución⁴⁰.

³⁷ *Ibíd.*

³⁸ RED GRADUA2 / ASOCIACIÓN COLUMBUS, *Op. cit.*, p. 32.

³⁹ SCHOMBURG, Harald. Manual para estudios de seguimiento a graduados universitarios. [en línea]. Alemania, 2004, p. 56. [consultado el 20 de mayo de 2016]. Disponible en <http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-136797_pdf.pdf>

⁴⁰ RED GRADUA2 / ASOCIACIÓN COLUMBUS, *Op. cit.*, p. 32.

5.2.1.8 Pertinencia a la educación superior: Los estudios de seguimiento a egresados se convierten en un mecanismo para constituir una relación de doble vía entre los egresados y la institución, generando beneficios para todas las partes involucradas, desde las instituciones hasta la comunidad, incluyendo tanto a los egresados como a los profesionales que se encuentran en formación, por cuanto el propósito principal es aportar a mejorar la calidad de la educación y contribuir a la solución de los problemas. En relación, el egresado se considera una fuente importante de retroalimentación, ya que permite saber a la universidad donde y como está ubicado, su rol social, estatus económico y la manera en que refleja los valores adquiridos durante su formación académica, todos estos aspectos reflejan la pertinencia de los programas de las instituciones de educación superior.

Hacer seguimiento a los egresados de la educación superior es una tendencia creciente en países que buscan mejorar la calidad y la pertinencia de los programas académicos. Los sistemas de información suministran insumos que están usando las instituciones, el sector productivo, el gobierno y los estudiantes para tomar decisiones.

El estudio de seguimiento a egresados permite comparar la información en temas como: capacidades laborales, ingresos económicos de los egresados y estudios de postgrado. El sector productivo accede a esta base de datos con el fin de buscar profesionales con las competencias que requiere.

Una de las dificultades detectadas consiste en mantener la continuidad en la información, puesto que los egresados pueden perder la motivación para responder completamente las preguntas de las encuestas.

Harald Schomburg, miembro del Centro de Investigación de la Universidad de Kassel de Alemania afirmó que los datos que producen los sistemas de información permiten evaluar el desempeño de los egresados en el mercado

laboral, un factor fundamental para la valoración de los programas y las instituciones, por lo tanto, un insumo determinante de los procesos de acreditación y reacreditación. Como alerta, Schomburg enfatizó sobre el manejo cuidadoso que debe darse a esta información. En particular se refirió al ranking entre instituciones, tendencia que puede resultar nociva ya que no tiene en cuenta diferencias en la misión y el entorno de cada universidad, y hace que se pierda de vista el verdadero sentido de los procesos de seguimiento a egresados, que es mejorar la educación⁴¹.

5.2.1.9 Calidad: La calidad de la educación superior es una prioridad⁴². El concepto de calidad aplicado a las Instituciones de Educación Superior hace referencia a un atributo del servicio público de la educación en general y, en particular, al modo como ese servicio se presta, según el tipo de institución de que se trate.

La calidad de la educación superior es la razón de ser del Sistema Nacional de Acreditación. Reconocerla, velar por su incremento y fomentar su desarrollo otorga sentido a la acción del Consejo Nacional de Acreditación. La calidad, así entendida, supone el esfuerzo continuo de las instituciones para cumplir en forma responsable con las exigencias propias de cada una de sus funciones. Estas funciones que, en última instancia pueden reducirse a docencia, investigación y proyección social, reciben diferentes énfasis en una institución u otra, dando lugar a distintos estilos de institución⁴³.

El Consejo Nacional de Acreditación de Colombia (CNA) plantea que la calidad está determinada por la universalidad, la integridad, la equidad, la idoneidad, la

⁴¹ MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Seguimiento a egresados, información para la pertinencia. En: Centro virtual de noticias. [en línea]. 25 de oct. 2007. [consultado 12 de mayo de 2016]. Disponible en <<http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/fo-article-136997.pdf>>

⁴² MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Calidad en educación superior. En: Altablero, el periódico de un país que educa y se educa. [en línea]. 5 de junio 2001. [consultado 10 de mayo de 2016]. Disponible en <<http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87349.html>>

⁴³ CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. Qué significa calidad en la educación superior. [en línea]. [consultado 10 de mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/FI49PC>>

responsabilidad, la coherencia, la transparencia, la pertinencia, la eficacia y la eficiencia con que la institución cumple con las grandes tareas de la educación superior y se expresa, como se ha dicho, en un conjunto de aspectos que permiten reconocer si se cumplen o no las condiciones para la acreditación institucional⁴⁴.

5.2.2 Minería de datos. Se refiere a la extracción de conocimiento a partir de grandes cantidades, de datos, sobre los que se aplican métodos inteligentes con el fin de extraer patrones interesantes. Dichos datos pueden estar almacenados en bases de datos, almacenes de datos u otros repositorios de información.

El proceso de descubrimiento del conocimiento incluye la limpieza, integración, selección, transformación y minería de los datos para una posterior evaluación de patrones y presentación del conocimiento.

La minería de datos, es un campo interdisciplinario que nace a partir de áreas como los sistemas de bases de datos, almacenamiento de datos, estadística, visualización de datos, recuperación de información y programación avanzada. Otras áreas que han contribuido al desarrollo de la minería de datos son las redes neuronales, el reconocimiento de patrones, el análisis de datos espaciales, las bases de datos de imágenes, el procesamiento de señales, y muchos otros campos de aplicación como son los negocios, la economía y la bioinformática⁴⁵.

⁴⁴ CASTAÑO DUQUE, Germán, GARCÍA SERNA, Luceila. Una revisión teórica de la calidad de la educación superior en el contexto colombiano. [en Línea]. Volumen 15, No. 2 (2012). [consultado 11 de mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/xKGHL0>>

⁴⁵ GARCIA REYES, Roberto. Minería de datos para la toma de decisiones e inteligencia de negocios: aplicaciones en la mercadotecnia, 2012, p.34.

5.2.2.1 Objetivos de la Minería de datos

- “El objetivo de la minería de datos es poner al alcance de cada individuo lo que necesita en el momento preciso para que su actividad sea efectiva”⁴⁶.
- Proveer las herramientas y técnicas esenciales para la optimización de las relaciones con los clientes.
- Permitir a las organizaciones usar sus datos activamente para lograr impactos potentes y no sólo el almacenamiento de los mismos.
- Absorber y correlacionar los datos de una manera comprensible.
- Facilitar el análisis manual y la elaboración de reportes.

5.2.2.2 Ventajas de la Minería de datos: La minería de datos tiene las siguientes características fundamentales:

- Auxilia a los usuarios empresariales en el procesamiento de reservas de datos para descubrir relaciones de las que, en algunos casos anteriormente ni siquiera se sospechaba.
- La información obtenida a través de la minería de datos ayuda a los usuarios a elegir cursos de acción y a definir estrategias competitivas, porque conocen información que solo ellos pueden emplear.
- Mediante modelos avanzados y reglas de inducción, se puede examinar gran cantidad de datos y encontrar patrones difíciles de identificar a simple vista.
- Puede trabajar siguiendo los mismos criterios con grandes cantidades de información histórica.
- El proceso de búsqueda puede ser realizado por herramientas que automáticamente buscan patrones porque así están programadas⁴⁷.

⁴⁶ VILLENA ROMÁN, Julio, CRESPO GARCIA, Raquel M., GARCÍA RUEDA, José Jesús. Tema 7: Minería de Datos, Inteligencia en Redes de Comunicaciones. [en Línea]. [consultado 17 de mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/38r3IR>>

⁴⁷ ANGELES LARRIETA, María Isabel y SANTILLÁN GÓMEZ, Angélica María. Minería de datos: Conceptos, características, estructuras y aplicaciones, p. 80.

5.2.2.3 Aplicaciones de la minería de datos: Algunas de las tareas importantes de la minería de datos incluyen la identificación de aplicaciones para las técnicas existentes, y desarrollar nuevas técnicas para dominios tradicionales o de nueva aplicación, como el comercio electrónico y la bioinformática. Existen numerosas áreas donde la minería de datos se puede aplicar, prácticamente en todas las actividades humanas que generen datos:

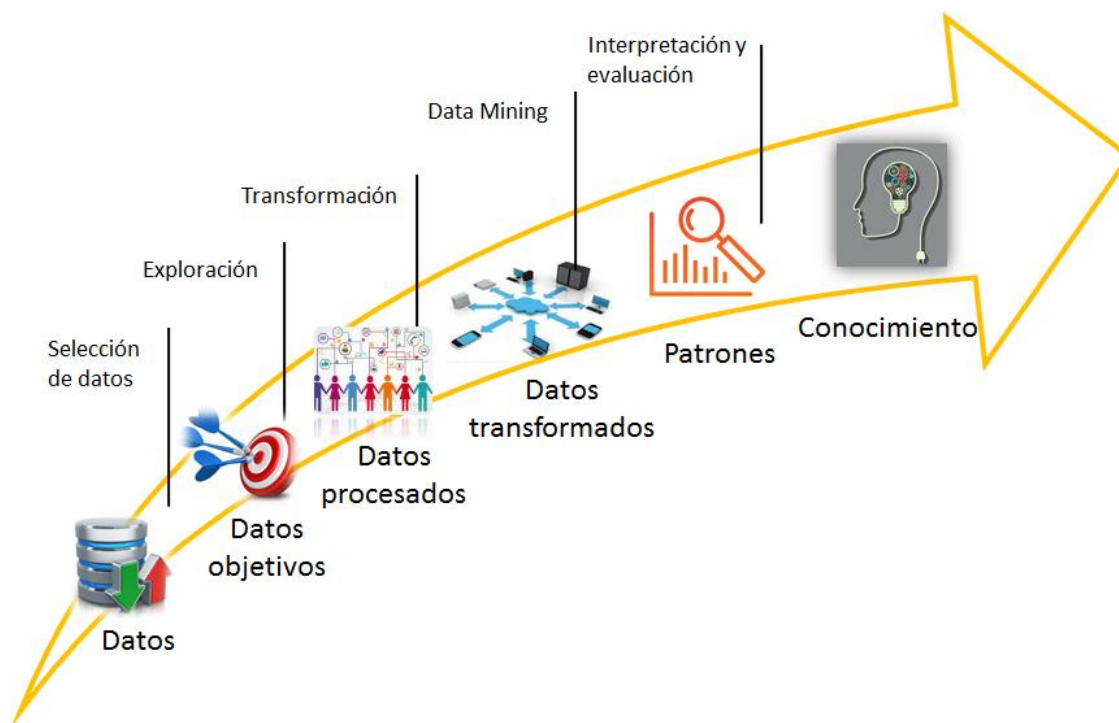
- Comercio y banca: segmentación de clientes, previsión de ventas, análisis de riesgo.
- Medicina y Farmacia: diagnóstico de enfermedades y la efectividad de los tratamientos.
- Seguridad y detección de fraude: reconocimiento facial, identificaciones biométricas, accesos a redes no permitidos, etc.
- Recuperación de información no numérica: minería de texto, minería web, búsqueda e identificación de imagen, video, voz y texto de bases de datos multimedia.
- Astronomía: identificación de nuevas estrellas y galaxias.
- Geología, minería, agricultura y pesca: identificación de áreas de uso para distintos cultivos o de pesca o de explotación minera en bases de datos de imágenes de satélites.
- Ciencias Ambientales: identificación de modelos de funcionamiento de ecosistemas naturales y/o artificiales (p.e. plantas depuradoras de aguas residuales) para mejorar su observación, gestión y/o control.
- Ciencias Sociales: Estudio de los flujos de la opinión pública. Planificación de ciudades: identificar barrios con conflicto en función de valores sociodemográficos.

En la actualidad se puede afirmar que la MD ha demostrado la validez de una primera generación de algoritmos mediante diferentes aplicaciones al mundo real. Sin embargo estas técnicas todavía están limitadas por bases de datos simples,

donde los datos se describen mediante atributos numéricos o simbólicos, no conteniendo atributos de tipo texto o imágenes, y los datos se preparan con una tarea concreta en mente⁴⁸.

5.2.2.4 Metodología del descubrimiento de conocimiento en base de datos: El descubrimiento de conocimiento en bases de datos (KDD) se define como el proceso de identificar patrones significativos en los datos que sean válidos, novedosos, potencialmente útiles y comprensibles para un usuario. El proceso global consiste en transformar información de bajo nivel en conocimiento de alto nivel⁴⁹.

Figura 2. Fases del proceso del descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos (KDD)



⁴⁸ RIQUELME, Jose, RUIZ, Roberto, GILBERT, Karina. Minería de Datos: Conceptos y Tendencias. En: Inteligencia Artificial. [en línea]. Vol. 10, No. 29 (2006). [consultado 22 de Mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/k57c6s>>

⁴⁹ Ibíd.

El proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos involucra 5 fases:

- a. **Selección de datos.** En esta fase se elige el conjunto de datos objetivo sobre lo que se realizará el análisis. Una consideración importante en esta etapa es que los datos pueden proceder de diferentes fuentes y, por tanto, se necesita unificarlas⁵⁰. Por lo cual se debe “identificar y seleccionar las variables relevantes en los datos”⁵¹. Esto quiere decir, primero se debe tener en cuenta lo que se debe saber lo que se quiere obtener y cuáles son los datos que nos facilitarán esa información para poder llegar a nuestra meta, antes de comenzar el proceso⁵².

- b. **Exploración.** “Dado que los datos provienen de diferentes fuentes es necesaria su exploración mediante técnicas de análisis exploratorio de datos, buscando entre otras cosas la distribución de los datos, su simetría y normalidad y las correlaciones existentes en la información”⁵³. El objetivo de esta etapa es asegurar la calidad de los datos a analizar ya que de ello depende, en gran medida, la calidad del conocimiento descubierto. En esta fase se incluyen tareas como el filtrado de individuos atípicos (datos que no se ajustan al comportamiento general de los datos), la eliminación de ruido (la reducción al mínimo de los valores incorrectos o inesperados), el manejo de valores ausentes o la normalización de los datos⁵⁴.

⁵⁰ LARA TORRALBO, Juan Alfonso. Marco de Descubrimiento de Conocimiento para Datos Estructuralmente Complejos con Énfasis en el Análisis de Eventos en Series Temporales: Madrid, 2010, p. 8.

⁵¹ PÉREZ LÓPEZ, César, SANTÍN GONZÁLEZ, Daniel. Minería de datos: Técnicas y herramientas. Editorial Paraninfo, 2007, p. 6.

⁵² UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA. Minería de Datos [en línea]. [consultado 23 de Mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/NFmme3>>

⁵³ PÉREZ LÓPEZ, César, SANTÍN GONZÁLEZ, Daniel. Minería de datos: Técnicas y herramientas. Editorial Paraninfo, 2007, p. 5.

⁵⁴ LARA TORRALBO, Juan Alfonso. Marco de Descubrimiento de Conocimiento para Datos Estructuralmente Complejos con Énfasis en el Análisis de Eventos en Series Temporales: Madrid, 2010, p. 8.

c. Transformación. Consiste en la normalización de los mismos. Este paso implica la transformación del tipo de algunos atributos, en caso que fuera necesario, teniendo presente que convertir el tipo de un atributo a otro puede cambiar la semántica de dicho atributo. Este paso está muy ligado al algoritmo que procesará los datos para obtener conocimiento. Algunas técnicas comúnmente usadas son: discretización y escalado y centrado (estandarización)⁵⁵.

d. Data Mining (DM) o Minería de datos. Es la fase fundamental del proceso que consiste en la búsqueda de los patrones de interés que pueden expresarse como un modelo o simplemente que expresen dependencia de los datos. Se tiene que especificar un criterio de preferencia para seleccionar un modelo de un conjunto de posibles modelos⁵⁶. Esta etapa de Data Mining se divide, a su vez, en otros tres pasos:

- Determinación del tipo de problema que se necesita resolver.
- Elección del algoritmo de minería de datos más adecuado para el problema en cuestión.
- Búsqueda de conocimiento con una determinada representación del mismo⁵⁷.

En esta fase se elige la técnica descriptiva o predictiva que se va a utilizar, serán explicadas a continuación:

⁵⁵ UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE. Técnicas de Preprocesamiento para mejorar la calidad de los datos en un estudio de caracterización de ingresantes universitarios. [en línea]. [consultado 24 Mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/ggz1W2>>

⁵⁶ UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA. Minería de Datos [en línea]. [consultado 23 de Mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/NFmme3>>

⁵⁷ LARA TORRALBO, Juan Alfonso. Marco de Descubrimiento de Conocimiento para Datos Estructuralmente Complejos con Énfasis en el Análisis de Eventos en Series Temporales: Madrid, 2010, p. 8-9.

Técnicas Predictivas: Especifican el modelo para los datos en base a un conocimiento teórico previo. El modelo supuesto para los datos debe contrastarse después del proceso de minería de datos antes de aceptarlo como válido⁵⁸.

Técnicas Descriptivas: En esta técnica no se asigna ningún papel predeterminado a las variables. No se supone la existencia de variables dependientes ni independientes y tampoco se supone la existencia de un modelo previo para los datos. Los modelos se crean automáticamente partiendo del reconocimiento de patrones. En este grupo se incluyen las técnicas de clustering y segmentación, las técnicas de asociación y dependencia, las técnicas de análisis exploratorio de datos y las técnicas de reducción de la dimensión y de escalamiento multidimensional⁵⁹.

e. Interpretación y evaluación. En esta última etapa se evalúa y se interpreta el conocimiento extraído de la fase anterior, atendiendo a tres criterios fundamentales: precisión, claridad e interés⁶⁰.

5.2.2.5 Técnicas de Minería de datos: Clasificación de las técnicas de Minería de datos

⁵⁸ PÉREZ LÓPEZ, César, SANTÍN GONZÁLEZ, Daniel. Minería de datos: Técnicas y herramientas. Editorial Paraninfo, 2007, p. 8.

⁵⁹ *Ibíd.*

⁶⁰ LARA TORRALBO, Juan Alfonso. Marco de Descubrimiento de Conocimiento para Datos Estructuralmente Complejos con Énfasis en el Análisis de Eventos en Series Temporales: Madrid, 2010, p. 9.

Figura 3. Clasificación de las técnicas de Minería de datos



La ilustración anterior muestra la forma en que se clasifican tanto las técnicas predictivas como las técnicas descriptivas que están enfocadas al descubrimiento del conocimiento contenido en los datos.

La clasificación inicial de las técnicas de minería de datos distingue entre:

- **Técnicas predictivas**, en las que las variables pueden clasificarse inicialmente en dependientes e independientes, estas técnicas especifican el modelo para los datos en base a un conocimiento teórico previo, el modelo supuesto para los datos debe contrastarse después del proceso de minería de datos antes de aceptarlo como válido⁶¹. Entre estas técnicas se encuentra:

⁶¹ PÉREZ LÓPEZ, César, SANTÍN GONZÁLEZ, Daniel. Minería de datos: Técnicas y herramientas. Editorial Paraninfo, 2007, p. 8.

Regresión. Modelos lineales, con solo una variable independiente, se conoce como modelo de regresión lineal simple y con más de una variable independiente se llama modelos de regresión múltiple.

Los métodos de regresión lineal simple son aplicables cuando se desea ajustar un modelo lineal al relacionar el valor de una variable independiente y con el valor de una sola variable dependiente x .

Para calcular la ecuación de la recta de mínimos cuadrados (primera forma de regresión lineal documentada) se deben determinar los valores para la pendiente β_1 y el intercepto β_0 que minimizan la suma del residuo $\sum_{i=1}^R e_i^2$.

Para hacer esto primero se expresa e_i en función de β_0 y β_1 .

$$e_i = y_i - Y_I = y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i \quad (1)$$

Por tanto, β_0 y β_1 son las cantidades que minimizan la suma

$$S = \sum_{i=1}^R e_i^2 = \sum_{i=1}^R (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2 \quad (2)$$

Estas cantidades son

$$\beta_1 = \frac{\sum_{i=1}^R (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^R (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x} \quad (4)$$

Existen varias variables independientes x_1, x_2, \dots, x_p relacionadas con una variable dependiente y , si la relación entre las variables dependiente e independiente es lineal, se puede usar la técnica de regresión múltiple. A continuación se describe el modelo de regresión múltiple. Suponga que se tiene una muestra de n elementos, y para cada uno se ha medido una variable dependiente y y p variables independientes x_1, \dots, x_p . El i -ésimo elemento de la muestra, por tanto,

tiene el conjunto ordenado $(y_i, x_{1i}, \dots, x_{pi})$. En consecuencia, se puede ajustar al modelo de regresión múltiple

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_p x_{pi} + \varepsilon_i \quad (5)$$

Hay algunos casos especiales del modelo de regresión múltiple (5) que con frecuencia se utilizan en la práctica. Uno es el modelo de regresión polinomial, en el cual las variables independientes son potencias de una sola variable. El modelo de regresión polinomial de grado p es

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \dots + \beta_p x_i^p + \varepsilon_i \quad (6)$$

Los modelos de regresión múltiple también se pueden hacer con potencias de diversas variables. Por ejemplo, un modelo de regresión polinomial de grado 2, también llamado modelo cuadrático, en dos variables x_1 y x_2 está dado por

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{1i} x_{2i} + \beta_4 x_{1i}^2 + \beta_5 x_{2i}^2 + \varepsilon_i \quad (7)$$

Una variable producto de las otras dos variables se llama interacción. En el modelo (7), la variable $x_{1i} x_{2i}$ es la interacción entre x_1 y x_2 . Los modelos (6) y (7) se consideran lineales, aunque contengan términos no lineales de las variables independientes. La razón de que continúen siendo modelos lineales es que son lineales en los coeficientes β_i ⁶².

Árboles de Decisión. Un árbol de decisión es un conjunto de condiciones organizadas en una estructura jerárquica, de tal manera que la decisión a tomar se puede determinar siguiendo las condiciones que se cumplen desde la raíz del árbol hasta alguna de sus hojas. Los árboles de decisión son especialmente apropiados para expresar procedimientos médicos, legales, comerciales,

⁶² NAVIDI, William. Estadística para ingenieros y científicos. 1 ed. México : McGraw Hill, 2006. p. 494, 495, 556, 557.

estratégicos, matemáticos, lógicos, etc. Una de las grandes ventajas de los árboles de decisión es que, en su forma más general, las opciones posibles a partir de una determinada condición son excluyentes. Esto permite analizar una situación y, siguiendo el árbol de decisión apropiadamente, llegar a una sola acción o decisión a tomar⁶³.

Análisis Discriminante. El análisis discriminante ayuda a identificar las características que diferencian (discriminan) a dos o más grupos y a crear una función capaz de distinguir con la mayor precisión posible a los miembros de uno u otro grupo. Para llegar a conocer en qué se diferencian los grupos necesitamos disponer de la información (cuantificada en una serie de variables) en la que suponemos que se diferencian.

El análisis discriminante es una técnica estadística capaz de decirnos qué variables permiten diferenciar a los grupos y cuántas de estas variables son necesarias para alcanzar la mejor clasificación posible. La pertenencia a los grupos, conocida de antemano, se utiliza como variable dependiente (una variable categórica con tantos valores discretos como grupos). Las variables en las que suponemos que se diferencian los grupos se utilizan como variables independientes o variables de clasificación (también llamadas variables discriminantes).

El objetivo último del análisis discriminante es encontrar la combinación lineal de las variables independientes que mejor permite diferenciar (discriminar) a los grupos. Una vez encontrada esa combinación (la función discriminante) podrá ser utilizada para clasificar nuevos casos. Se trata de una técnica de análisis multivariante que es capaz de aprovechar las relaciones existentes entre una gran

⁶³ HASPERUÉ, Waldo. Extracción de Conocimiento en Grandes Bases de Datos Utilizando Estrategias Adaptativas: Buenos aires, 2012, p. 45.

cantidad de variables independientes para maximizar la capacidad de discriminación⁶⁴.

- **Técnicas descriptivas**, en las que todas las variables tienen inicialmente el mismo estatus, en estas técnicas no se asigna ningún papel predeterminado a las variables, no se supone la existencia de variables dependientes ni independientes y tampoco se supone la existencia de un modelo previo para los datos, los modelos se crean automáticamente partiendo del reconocimiento de patrones. Entre estas técnicas se encuentra:

Análisis Clúster. “Es un proceso de aprendizaje no supervisado ya que las clases no están predefinidas sino que deben ser descubiertas dentro de los datos”⁶⁵. “La agrupación o el clustering consiste en agrupar un conjunto de datos, sin tener clases predefinidas, basándose en la similitud de los valores de los atributos de los distintos datos”⁶⁶. El objetivo principal de toda técnica de clustering es realizar una partición de los datos de forma que los elementos que pertenecen a un mismo clúster sean muy similares entre sí y los elementos de clúster diferentes sean lo más diferentes posible⁶⁷.

El análisis de clúster se compone de las siguientes cuatro etapas:

1. Selección o extracción de atributos, donde se escogen los atributos principales con los que se quiere hacer clustering.
2. Selección del algoritmo, eligiendo el criterio de similitud adecuado.

⁶⁴ ANÁLISIS DISCRIMINANTE: El procedimiento Discriminante. Capítulo 23. [en línea]. [consultado 1 Junio 2016]. Disponible en <<http://goo.g/D631Sg>>

⁶⁵ LARA TORRALBO, Juan Alfonso. Marco de Descubrimiento de Conocimiento para Datos Estructuralmente Complejos con Énfasis en el Análisis de Eventos en Series Temporales: Madrid, 2010, p. 17.

⁶⁶ VALENGA, F. FERNÁNDEZ, E., MERLINO, H., RODRÍGUEZ, D., PROCOPIO, C., BRITOS, P., GARCÍA MARTÍNEZ, R. Minería de Datos Aplicada a la Detección de Patrones Delictivos en Argentina. [en línea]. [consultado 3 Junio 2016]. Disponible en <<http://goo.g/EeYjy8>>

⁶⁷ LARA TORRALBO, Juan Alfonso. Marco de Descubrimiento de Conocimiento para Datos Estructuralmente Complejos con Énfasis en el Análisis de Eventos en Series Temporales: Madrid, 2010, p. 19.

3. Validación de los clústers, ya que dependiendo del algoritmo y los parámetros utilizados, se pueden obtener cantidad y composición de clústers distintos.
4. Interpretación de los resultados, con apoyo de expertos del negocio para entregar a los usuarios finales puntos de vista que tengan sentido⁶⁸.

Análisis de Factores. El análisis factorial es una técnica de reducción de datos que sirve para encontrar grupos homogéneos de variables a partir de un conjunto numeroso de variables. Los grupos homogéneos se forman con las variables que correlacionan mucho entre sí y procurando, inicialmente, que unos grupos sean independientes de otros. Cuando se recogen un gran número de variables de forma simultánea (por ejemplo, en un cuestionario de satisfacción laboral) se puede estar interesado en averiguar si las preguntas del cuestionario se agrupan de alguna forma característica.

Aplicando un análisis factorial a las respuestas de los sujetos se pueden encontrar grupos de variables con significado común y conseguir de este modo reducir el número de dimensiones necesarias para explicar las respuestas de los sujetos⁶⁹.

Reglas de Asociación. Una de las técnicas utilizadas en Minería de Datos, las reglas de asociación, permite obtener patrones y relaciones entre los datos. El análisis posterior del resultado obtenido al aplicar la técnica de reglas de asociación, consiste en un análisis semántico realizado en forma manual e íntegramente por el usuario, ya que la Minería de Datos no lo realiza. Esta forma de realizar este proceso de análisis es limitada y puede conducir a errores, ya que aunque puedan utilizarse herramientas estadísticas para algunos de los procesos que involucra dicho análisis, el usuario es siempre el que decide en el proceso de decisión final.

⁶⁸ MARTINEZ ALVAREZ, Clemente Antonio. Aplicación de Técnicas de Minería de Datos para Mejorar el Proceso de Control de Gestión en ENTEL, 2012, p.31.

⁶⁹ FERNÁNDEZ DE LA FUENTE, Santiago. Análisis Factorial. Madrid, 2011, p. 1.

Las reglas de asociación indican la fuerza de la asociación de dos o más atributos de datos. El interés en las reglas de asociación es que ellas entregan la promesa (o ilusión) de causalidad, o al menos de relaciones predictivas. Sin embargo las reglas de asociación sólo calculan la frecuencia de ocurrencias de uniones de dos o más atributos de datos; ellas no expresan una relación causal. Si fuera posible descubrir las relaciones causales, esto sería muy útil para descubrir conocimiento⁷⁰.

Este tipo de técnica se emplea para establecer las posibles relaciones o correlaciones entre distintas acciones o sucesos aparentemente independientes; pudiendo reconocer como la ocurrencia de un suceso o acción puede inducir o generar la aparición de otros. Son utilizadas cuando el objetivo es realizar análisis exploratorios, buscan relaciones dentro del conjunto de datos. Las asociaciones identificadas pueden usarse para predecir comportamientos, y permiten descubrir correlaciones y co-ocurrencias de eventos⁷¹.

Las reglas de asociación son de la forma $X \Rightarrow Y$, esto es:

$$A_1 \dots A_m \rightarrow B_1 \dots B_n, \text{ donde}$$

A_i para $i \in \{1, \dots, m\}$ y B_j para $j \in \{1, \dots, n\}$ son valores de atributos pares.

La regla de asociación $X \Rightarrow Y$ se interpreta como “las listas ordenadas de objetos o tuplas de la base de datos, que satisfacen las condiciones en X y que son también propensas a satisfacer las condiciones en Y”⁷².

⁷⁰ VILA, Amparo, SANCHEZ, Daniel, ESCOBAR, Luis. Relaciones causales en reglas de asociación, p. 6.

⁷¹ MOLINA LÓPEZ, José Manuel, GARCÍA HERRERO, Jesús. Técnicas de Análisis de Datos, 2006. p.107.

⁷² GARCIA REYES, Roberto. Minería de datos para la toma de decisiones e inteligencia de negocios: aplicaciones en la mercadotecnia, 2012, p.43.

5.2.4 Análisis multivariado. Dado que el campo de conocimiento en el que se aplica el presente trabajo es el de educación, el análisis multivariado⁷³ puede definirse como el conjunto de métodos o técnicas diseñados para el análisis e interpretación de la información contenida en un conjunto de variables sin perder la interacción o grado en que se afectan unas con otras.

En este análisis se investigan las relaciones existentes entre un subconjunto de atributos y cuentan con medidas de correlación.

- Medidas de correlación: Para el análisis multivariado de atributos numéricos, las matrices de covarianza y correlación se calculan entre todos los pares de atributos.

Antes de proceder con la exploración de los datos, es necesaria la preparación de los mismos con el fin de contar con un conjunto de datos de alta calidad para usos subsecuentes en la inteligencia de negocios y el análisis de minería de datos. La calidad de estos datos es una preocupación constante de aquellas personas responsables de los almacenes de datos. Los principales factores que pueden afectar la validez, integridad y calidad de los datos son:

- Precisión: Para que la información sea útil en análisis subsecuentes.
- Datos completos: un gran número de datos faltantes pueden comprometer la precisión con que el negocio se maneja.
- Consistencia: En forma y contenido dado que los datos son tomados de distintas fuentes durante el proceso de integración de la información.
- Tiempo: Los datos deben actualizarse frecuentemente basados en los objetivos del análisis. Se recomiendan actualizaciones diarias o máximo semanales.

⁷³ DE LA GARZA, Jorge; MORALES, Blanca Nieves y GONZÁLEZ, Beatriz Adriana. Análisis Estadístico Multivariante. México, D.F.: McGRAW-WILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2013, 2 p. ISBN: 978-607-15-0817-1

- Redundancia: La repetición de datos lleva a una pérdida de espacio en la memoria y a la inconsistencia en la información.
- Relevancia: Los datos deben ser relevantes de acuerdo a las necesidades del sistema de inteligencia de negocios para añadir valor real a los análisis que se llevarán a cabo.
- Interpretación: El significado de los datos debe ser bien entendido y correctamente interpretado por los analistas.
- Accesibilidad: Los datos deben ser fácilmente accesibles para los analistas y las aplicaciones de soporte en la toma de decisiones⁷⁴.

Es el conjunto de métodos estadísticos cuya finalidad es analizar simultáneamente conjuntos de datos multivariantes en el sentido de que hay varias variables medidas para cada individuo u objeto estudiado. Su razón de ser radica en el entendimiento del fenómeno objeto de estudio obteniendo información que los métodos estadísticos univariantes y bivariantes son incapaces de conseguir.

5.2.4.1 Objetivos del análisis multivariado

- Resumir el conjunto de variables en unas nuevas pocas variables, construidas como transformaciones de las originales, con la mínima pérdida de información.
- Encontrar grupos en los datos si existen.
- Clasificar nuevas observaciones en grupos definidos
- Relacionar dos conjuntos de variables⁷⁵.

5.2.4.2 Modelos de análisis multivariado: El Análisis de datos multivariados proporciona métodos para analizar datos:

⁷⁴ GARCIA REYES, Roberto. Minería de datos para la toma de decisiones e inteligencia de negocios: aplicaciones en la mercadotecnia, 2012, p. 20-22.

⁷⁵ PEÑA, Daniel. Análisis de datos multivariantes, 2002, p. 44.

Métodos de reducción de datos. Tratan de obtener representaciones de los datos en forma tan simple como sea posible, sin sacrificar información.

Métodos de Ordenamiento y agrupación. Tratan de crear grupos de objetos o de variables que sean similares. Alternativamente, tratan de generar reglas para clasificar objetos dentro de grupos bien definidos.

Métodos para investigar las relaciones de dependencia entre las variables, pues generalmente las relaciones entre las variables son de interés.

Métodos de predicción. Establecidas las relaciones de las variables, se trata de predecir los valores de una o más variables sobre las base de las observaciones de las demás variables.

Construcción y pruebas de hipótesis. Tratan de validar supuestos o reforzar convicciones a priori⁷⁶.

5.2.4.3 Técnicas de Análisis Multivariado⁷⁷

- **Técnicas Funcionales o Dependientes**

Son técnicas que implican un modelo, ecuación o función formada por las variables involucradas. Tienen por objetivo pronosticar una o más variables dependientes a partir de cambios en las independientes, con base en que existe una relación de causa-efecto entre ambas.

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_i, \dots, X_k)$$

Donde a: Y se le denomina variable dependiente

⁷⁶ CASTAÑO, Elkin. Introducción al análisis de datos multivariados en ciencias sociales. p. 4.

⁷⁷ DE LA GARZA, Jorge; MORALES, Blanca Nieves y GONZÁLEZ, Beatriz Adriana. Análisis Estadístico Multivariante. México, D.F.: MCGRAW-WILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2013, 2 p. ISBN: 978-607-15-0817-1

X_i se les denominan variables independientes con $i = 1, 2, 3, \dots, k$

Algunas de las técnicas principales son:

❖ **Análisis de Regresión y Correlación Múltiple**

Análisis de Regresión: Técnica multivariada, cuyo objetivo es desarrollar un modelo matemático lineal que pueda describir la relación existente entre la variable a pronosticar (dependiente) y las variables (independientes) que el investigador crea conveniente relacionar con la primera.

Modelo lineal

Ecuación Modelo de Regresión Múltiple:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

Dónde: Y : es la variable dependiente, o variable de respuesta.

X_i : variable independiente i , o variable explicatoria

β_i : coeficiente del modelo para la variable X_i .

Tanto la variable dependiente como las independientes deben ser métricas, aunque las independientes también pueden tener valores cualitativos.

Análisis de Correlación: Se encarga de cuantificar el grado de relación lineal que existe entre variables. Las variables que intervienen en ambas técnicas son de naturaleza cuantitativa.

Coeficiente de correlación de Pearson (Bivariado):

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n X_1 Y_1 - n\bar{X}\bar{Y}}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n X_i^2 - n\bar{X}^2)}\sqrt{(\sum_{i=1}^n Y_i^2 - n\bar{Y}^2)}}$$

Dónde: n es el número de pareja de datos u observaciones

$\sum_{i=1}^n Y_i^2$ es la suma de cuadrados de la variable Y .

$\sum_{i=1}^n X_i^2$ es la suma de cuadrados de la variable X .

$\sum_{i=1}^n XY$ es el producto cruzado entre la variable X y la variable Y .

\bar{Y} es el promedio de la variable Y .

\bar{X} es el promedio de la variable X .

❖ **Análisis de Varianza y Covarianza:**

Estas técnicas marcan el comienzo de las técnicas multivariantes:

Análisis de Varianza: Permite determinar si las diferentes medias de las muestras provienen de una sola población o de poblaciones con diferentes medias; de tal manera que las medias de las muestras se comparan a través de sus varianzas. En éste caso es posible manejar un conjunto de variables independientes de naturaleza cualitativa para explicar una variable dependiente o un conjunto de variables dependientes de naturaleza cuantitativa.

Análisis de covarianza (ANCOVA): Se encarga de indagar cómo afecta la variable incontrolable (de naturaleza métrica) a la variable dependiente para aislar y controlar su efecto, después de realizado el experimento.

❖ **Análisis de Correlación Canónica:**

El Análisis de correlación canónica consiste en determinar el grado de relación entre dos conjuntos de múltiples variables. Los objetivos que busca la relación de muchas son, predecir múltiples variables dependientes, cuantificar la validez de la relación entre el conjunto de las variables independientes y el conjunto de las

variables dependientes, determinar y explicar el tipo de relación y el grado de ésta entre los conjuntos de variables.

Los problemas más comunes de éste tipo de análisis son el número pequeño de datos de cada variable, el número muy grande de datos en cada variable y la multicolinealidad. Este tipo de problemas hace que la fiabilidad baje.

- **Técnicas Estructurales o Independientes**

A éstas técnicas corresponde buscar algo en común entre variables o personas para unirlos y así poder resumir la información. En éstas técnicas todas las variables se manejan como independientes. Algunas de las principales técnicas son:

- ❖ **Análisis de Componentes principales o Factor común**

Éstas técnicas se usan para encontrar la interdependencia entre variables, es decir, explican la mayor variabilidad posible del conjunto de variables con el menor número de componentes viables, pero que éstas sean principales. La diferencia de estas dos técnicas estriba en la forma de calcular la variación total o el comportamiento de cada variable.

- ❖ **Escalas Multidimensionales**

Este método transforma los juicios del consumidor en similitud o preferencia mediante distancias representadas en una gráfica. Permite sintetizar o resumir un conjunto muy grande de datos y variables. La estrategia construye un espacio gráfico con el menor número de dimensiones posibles, busca representar fiel y exactamente la percepción de las personas o de los objetos. La técnica puede ser aplicada en cualquier área de conocimiento, pero tiene mayor aplicación en psicología, sociología, economía o mercadotecnia.

❖ **Análisis de Correspondencia**

El análisis establece relaciones entre variables independientes cualitativas, enriqueciendo así la información de las tablas de contingencia, 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 analizar cómo está estructurada esta asociación, describiendo proximidades para identificar categorías como causa de asociación.

5.2.5 Machine Learning. Las técnicas de machine learning (o aprendizaje automático) son algoritmos de clasificación, agrupamiento, asociación o decisión en función de características o patrones de ciertas instancias. Los ámbitos de aplicación de estas técnicas son muchos y distintos, uno de ellos es la identificación de características del procesamiento del lenguaje natural (NLP, por sus siglas en inglés) tiene este objetivo, que la información en lenguaje natural pueda ser extraída de manera fácil y sencilla. Para ello se basa en la lingüística computacional, que utiliza principalmente el análisis morfológico, léxico, sintáctico y semántico. Así, una de sus aplicaciones puede ser que aprendan a clasificar y digan donde se encuentran las negaciones, afirmaciones, hipótesis o históricos en un texto, estas son características intrínsecas del lenguaje que ayudan a la estructuración⁷⁸.

Machine learning (aprendizaje automático) se define como un conjunto de métodos que pueden detectar automáticamente patrones en los datos, y luego utilizar los patrones descubiertos para predecir futuros datos, o para realizar otros tipos de toma de decisiones bajo incertidumbre⁷⁹.

⁷⁸ ZABALLA PARDO, Miguel. Técnicas de machine learning para la detección de la negación en textos clínicos en español: Madrid, Enero 2016, p.1-2.

⁷⁹ MURPHY, Kevin P. Machine Learning A Probabilistic Perspective [en línea]. [consultado 13 Junio 2016]. Disponible en <<https://goo.gl/CSS6yl>>

Clustering es una técnica más de Machine Learning, en la que el aprendizaje realizado es no supervisado (unsupervised learning). Desde un punto de vista práctico, el clustering juega un papel muy importante en aplicaciones de data mining, tales como exploración de datos científicos, recuperación de la información y minería de texto, aplicaciones sobre bases de datos espaciales (tales como GIS o datos procedentes de astronomía), aplicaciones Web , marketing, diagnóstico médico, análisis de ADN en biología computacional, y muchas otras. El proceso de Clustering consiste en la división de los datos en grupos de objetos similares. Para medir la similitud entre objetos se suelen utilizar diferentes formas de distancia: distancia euclídea, de Manhattan, de Mahalanobis, etc. El representar los datos por una serie de clúster, conlleva la pérdida de detalles, pero consigue la simplificación de los mismos⁸⁰.

5.2.5.1 Tipos de Machine learning (aprendizaje automático): El aprendizaje automático se suele dividir en dos tipos principales:

- **El enfoque de aprendizaje predictivo o supervisado**, el objetivo es aprender un mapeo de las entradas x a las salidas y , dado un conjunto de pares de marcado de entrada-salida $D = \{(x_i, y_i)\}_{i=1}^N$. Aquí D se denomina el conjunto de entrenamiento, y N es el número de ejemplos de entrenamiento. En la configuración más simple, cada x_i entrada de entrenamiento es un vector D -dimensional de los números, lo que representa, por ejemplo, la altura y el peso de una persona. Estos se llaman características, atributos o covariables. En general, sin embargo, x_i Podría ser un complejo objeto estructurado, como una imagen, una frase, un mensaje de correo electrónico, una serie de tiempo, una forma molecular, un gráfico, etc. Del mismo modo la forma de la variable de salida o de respuesta puede en principio ser cualquier cosa, pero la mayoría de los métodos no asume que y_i es una variable categórica o nominal

⁸⁰ CUADRADO, Juan José, GARRE, Miguel, SICILIA, Miguel Ángel. Comparación de diferentes algoritmos de clustering en la estimación de coste en el desarrollo de software [en línea]. [consultado 14 Junio 2016]. Disponible en <<http://www.sc.ehu.es/jiwdcoj/remis/docs/GarreAdis05.pdf>>

a partir de un conjunto finito, $y_i \in \{1, \dots, C\}$ (tales como hombre o mujer) o y_i es un escalar de valor real (como el nivel de ingresos). Cuando y_i es categórica, el problema se conoce como el reconocimiento de clasificación o patrón, y cuando y es de valor real, el problema se conoce como regresión.

- **El enfoque de aprendizaje descriptivo o sin supervisión.** Aquí sólo se dan los insumos, $D = \{x_i\}_{i=1}^N$, el objetivo es encontrar patrones "interesantes" en los datos. A veces se denomina descubrimiento de conocimiento. Este es un problema mucho menos bien definido, ya que no se nos dice qué tipo de patrones buscar, y no hay ningún error evidente de usar (a diferencia de aprendizaje supervisado, en el que podemos comparar nuestra predicción de y para una x dada al valor observado)⁸¹.

⁸¹ Ibíd.

6. METODOLOGÍA

A continuación se presenta el orden de las etapas a seguir en el estudio. Como primera medida, se actualiza la base de datos de la EIMT. En seguida, se determina el tamaño de la muestra, el tipo de estudio y la estructura de los instrumentos de medición; cabe mencionar, que esta información fue presentada y aprobada por la Dirección de Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales. Así mismo, se realiza prueba piloto de los instrumentos de medición y se precisan las estrategias y los medios de difusión, que da acceso a las respuestas de los empleadores y egresados del programa. Finalmente, se indica cómo se elabora el análisis de la información a través de diferentes técnicas y las estrategias de aplicación que guiarán a la EIMT a llevar a cabo futuros estudios de seguimiento.

En relación con lo anterior, a continuación se explican las etapas que se llevan a cabo:

6.1 ACTUALIZACIÓN DE LA BASE DE DATOS

El propósito de esta etapa es actualizar la base de datos de los egresados y así obtener información básica, consistente, verídica y apta para la realización del estudio. Dicha etapa se encuentra desarrollada de la siguiente forma:

❖ Egresados

1. La escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales inicia la recopilación de la información sobre sus egresados en el año 2004. Las investigadoras, unifican las bases de datos de la escuela y la solicitada en la

dependencia de egresados de la oficina de relaciones exteriores, de esta forma, logran un total de 628 registros comprendidos entre los años de 2005-2016; dichos registros permiten conocer información como: nombre, año de egreso, celular, correo electrónico y teléfono fijo; no obstante existe gran cantidad de registros inconclusos, que hace difícil obtener la totalidad de los datos del egresado.

En relación con lo anterior, es enviado un correo electrónico en el que se informa acerca del estudio, además se indica el link del instrumento desarrollado en línea; la parte A de dicho instrumento solicita datos del egresado a la fecha del diligenciamiento que permite complementar la información faltante en la base de datos.

Existen 429 registros correspondientes a los egresados de la población estudio, es decir, los egresados entre los años 2010 a 2015. Para ratificar la veracidad de cada egresado se valida la información utilizando la página de la EIMT y la página creada en la red social facebook.

Al concluir el estudio se actualiza la base de datos de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los materiales con 126 registros incluyendo: país, departamento y ciudad de residencia, nombre de la organización en la que trabaja/estudia, cargo, ciudad y dirección de la organización. (Ver anexo A)

❖ **Empresas**

Según la actualización realizada por la EIMT este año, como requisito para renovar la acreditación institucional de la escuela, existen 50 registros de empresas que tienen en su equipo de trabajo egresados de este programa. Es importante verificar esta información, por este motivo, fue enviada una carta-solicitud a 30 empresas ubicadas en el departamento de Santander para concertar una visita con la persona responsable de evaluar el desempeño de los Ingenieros

Metalúrgicos UIS, mediante el instrumento de medición diseñado para empleadores.

6.2 DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio de seguimiento a egresados de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales, utiliza una investigación de tipo no experimental, este tipo de investigación se realiza observando y analizando a los egresados. El análisis se fundamenta en la información recolectada por medio de las encuestas aplicadas de forma transversal, sin manipular las variables, ya que la recolección de datos en este tipo de estudio se hace en un único tiempo y en un sólo momento; así mismo tiene como propósito principal describir las variables y analizar la interrelación en un determinado momento. La encuesta se aplica a los egresados comprendidos entre el primer período académico del año 2010 y el segundo período académico del año 2015, se considera que el número de egresados contenidos en esta cantidad es una muestra representativa para llevar a cabo el estudio.

Este estudio se caracteriza por ser exploratorio, facilitando la realización de un análisis sobre el presente y consolidar propuestas a futuro; del mismo modo es un estudio descriptivo en el que se integra el registro, análisis, descripción e interpretación de las condiciones en las que se encuentra el egresado actualmente.

La población estudio se compone de empleadores santandereanos que actualmente tienen dentro de su equipo de trabajo a Ingenieros Metalúrgicos de la Universidad Industrial de Santander, de igual forma, por los egresados entre los años 2010- 2015, agrupados en los siguientes momentos:

Tabla 1. Momentos en los que se realizará el estudio

MOMENTOS	CONCEPTO	AÑO DE EGRESO
Momento 1	Un año atrás, a partir de iniciado el estudio	2015
Momento 2	Egresados hasta 3 años atrás, a partir de iniciado el estudio	2014
		2013
Momento 3	Con más de 3 años atrás, a partir de iniciado el estudio	2012
		2011
		2010

6.3 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se observa en el estado del arte que el porcentaje de respuesta por parte de los egresados al instrumento de medición es bajo, razón por la cual se lleva a cabo un muestreo por conveniencia; este tipo de muestreo se caracteriza por el esfuerzo deliberado de obtener muestras “representativas” mediante la inclusión en la muestra de grupos supuestamente típicos, también en que el investigador seleccione directa e intencionadamente los individuos de la población⁸². Por ello la Dirección de Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales en acuerdo con los investigadores del estudio, determinaron el tamaño de la muestra para empleadores y egresados, siendo 10 y 126 respectivamente.

6.4 ESTRUCTURA DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN / ENCUESTA

De acuerdo con los requerimientos de la EIMT, para iniciar, se plantean los instrumentos de medición tomando como guía para los empleadores el “Estudio de seguimiento a egresados de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander” realizado en el año 2015 por Ángela Paola Carrillo García

⁸² ESTADÍSTICA. MAT. El Muestreo, Estadística. [en línea]. [consultado 16 Noviembre 2016]. Disponible en <<http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/elmuestreo.pdf>>

y Gladys Tatiana Ballesteros Santana⁸³, así mismo, el estudio desarrollado en la escuela de Estudios Industriales y Empresariales llamado “La evaluación del graduado de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander desde la perspectiva de los empleadores de Bucaramanga y su área Metropolitana”; y para los egresados, no solo el estudio desarrollado por los mismos autores, sino también las sugerencias existentes en el manual de instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados de la Red gradua2 y la encuesta del Observatorio Laboral para la Educación (OLE). Luego, se lleva a cabo un análisis de los instrumentos con el propósito de verificar si dicho contenido concentra la información necesaria para realizar el análisis de la calidad y la pertinencia, se presenta a la dirección de escuela y al director del proyecto, dando como resultado los siguientes ajustes para los dos cuestionarios:

- En el instrumento de medición de los egresados se modifica la pregunta: ¿Qué ha pensado hacer en el largo plazo?, colocando ¿Qué ha pensado hacer a corto plazo? ya que se desea conocer cuál es la expectativa del egresado a corto plazo en su plan de vida.
- Fueron eliminadas algunas preguntas poco importantes para el desarrollo del estudio. Cabe mencionar, que para el instrumento de medición de los egresados, la pregunta número 4 correspondiente a la sección E1 Inserción Laboral, ¿Cuáles medios utiliza tradicionalmente para conseguir empleo? es eliminada, dado que se encontraba repetida con la pregunta número 25.
- Para el instrumento de medición de los empleadores, se incluye y modifican nuevas opciones de respuesta en las preguntas correspondientes a los campos de acción, áreas de conocimiento y competencias.

⁸³ CARRILLO GARCÍA, Ángela Paola, BALLESTEROS SANTANA, Gladys Tatiana. Estudio de seguimiento a egresados de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander, 2015.

Finalmente, se realiza una última revisión de los instrumentos en compañía del director del proyecto, se aprueban las encuestas conformadas por 19 preguntas para los empleadores y 48 preguntas para los egresados.

A continuación se presenta la estructura de las encuestas:

6.4.1 Tipo de pregunta⁸⁴. Los instrumentos de medición están conformados por preguntas:

- Cerradas: Proporcionan al entrevistado las opciones que tiene para responder, igualmente, tiene las siguientes ventajas: son más fáciles de responder y de analizar, previene errores y dudas de interpretación, simplifican el trabajo de campo y el análisis de los resultados.
- Abiertas: Las respuestas quedan muchas veces al arbitrio de la subjetividad, primero en la transcripción de la respuesta por el entrevistador y después en su interpretación por el codificador y el analista. Además, a menudo desconciertan al entrevistado, quienes al no poder responder necesitan ayuda del entrevistador, lo que puede dar origen a situaciones de sugestión que pueden distorsionar los resultados.
- Mixtas: Hacen referencia a distintas alternativas de respuesta (parte cerrada), también, dan opción al encuestado de matizar o ampliar su respuesta a través de una alternativa no especificada <<otros>> (parte abierta).
- De clasificación: Identifica al entrevistado basados en criterios socioeconómicos, culturales y personales. Tiene la finalidad de clasificar y segmentar posteriormente al entrevistado, al igual que detectar posibles diferencias de opinión entre los distintos segmentos y perfiles creados.

⁸⁴ FERNÁNDEZ NOGALES, Ángel. Investigación y técnicas de mercado [en línea]. España: Esic editorial. p. 126-129. [consultado 16 de Noviembre de 2016]. Disponible en <<https://goo.gl/YMSPXe>>

6.4.2 Niveles de medida⁸⁵. Las 4 principales escalas utilizadas para medir datos son:

- Escala nominal: Clasifica a las unidades de estudio en categorías, basándose en una o más características, atributos y propiedades distintivas y observadas. No poseen propiedades cuantitativas y sirven únicamente para hacer identificación de las clases. A su vez, permite mencionar similitudes y diferencias entre los casos particulares.
- Escala ordinal: Se logra cuando las observaciones se pueden colocar en un orden relativo con respecto a la característica que se evalúa, es decir, las categorías de datos están ordenadas en relación con la característica especial que poseen. Aquí, las etiquetas o símbolos de las categorías sí señalan jerarquía.
- Escala de intervalo: La medición en una escala de intervalos se basa en suponer que puede conocerse exactamente la diferencia entre los objetos medidos según esta escala. Los valores son representados por relaciones de orden y de magnitud.
- Escala de razón: Constituye el nivel óptimo de medición, posee un cero verdadero como origen, es decir, representa la ausencia de la característica en cuestión, en consecuencia, los números pueden ser comparados como proporciones y así indicar cuántas veces es más grande un objeto que otro, además de señalar la cantidad en la que difieren.

⁸⁵ CORONADO PADILLA, Jorge. Escalas de medición [en línea]. Bogotá D.C.: Paradigmas, Vol 2, (2). p. 108-120. [consultado 17 de Noviembre de 2016]. Disponible en <<http://publicaciones.unitec.edu.co/ojs/index.php/PAR/article/view/7/5>>

6.4.3 Información requerida. Se incluyen en el estudio los temas que son requeridos por la EIMT y tienen como fundamento el manual de instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados de la Red gradua2, seguimientos estudiados inicialmente y la encuesta del Observatorio Laboral para la Educación (OLE), tal como se mencionó anteriormente. Los instrumentos aprobados para empleadores y egresados se encuentran constituidas por las siguientes partes:

❖ **Egresado:**

Parte A. Datos Sociodemográficos: Corresponde a las características principales del egresado como: año de egreso, lugar de residencia y de trabajo, nombre de la organización en la que estudia/trabaja, cargo, correo electrónico, entre otros.

Parte B. Nivel de dominio de otro idioma: Manejo y dominio de otros idiomas, oportunidades a las que ha tenido acceso debido al conocimiento de los mismos.

Parte C. Plan de vida: Planes que realizará a futuro (corto plazo), actividades de formación realizados.

Parte D. Trayectoria académica: Máximo nivel de estudio formal alcanzado.

Parte E. Trayectoria laboral y profesional: Hace referencia a la situación ocupacional e inserción laboral y a los campos de acción en los que se desarrolla el egresado actualmente.

Parte F. Satisfacción académica: Sentido de pertenencia con la EIMT, nivel de satisfacción con los servicios educativos transmitidos por la escuela y la relación con el grado de importancia de las competencias de formación de la ingeniería

metalúrgica aplicada en el momento de la graduación y las requeridas en la actualidad.

❖ **Empleador:**

Parte A. Información de la empresa: Tipo de empresa, sector al que pertenece, actividad económica desarrollada, número de empleados.

Parte B. Selección de profesionales en Ingeniería Metalúrgica: Medios y criterios de selección utilizados para la búsqueda de Ingenieros Metalúrgicos UIS.

Parte C. Desempeño del Ingeniero Metalúrgico: Áreas de conocimiento más relevantes, preferencia por los Ingenieros Metalúrgicos UIS, grado de importancia de las competencias con relación al campo de acción, número de Ingenieros Metalúrgicos contratados, tipo de contrato, rango salarial, nivel jerárquico, tiempo de trabajo en la empresa, nivel de satisfacción con los conocimientos, habilidades destrezas y desempeño que posee el Ingeniero Metalúrgico UIS.

Los instrumentos de medición presentan una redacción clara, oportuna y sencilla, con el ánimo de que sean contestados ágil y eficazmente.

6.4.4 Procedimiento para la obtención de la información. Un aspecto relevante en el diseño de las encuestas, es el procedimiento de obtención de la información. A continuación se presenta la distribución y las herramientas utilizadas en las encuestas que fueron validadas inicialmente:

Tipos de encuestas. Según la periodicidad, la encuesta se clasifica en:

- Encuesta continua: Recoge la información de manera periódica, y se divide en los siguientes tipos: panel, ómnibus y tracking.

- No continua: Obtiene la información en un momento concreto y sus métodos son: personal, postal, telefónica y por internet.

Internet, es el método utilizado para la encuesta aplicada a los egresados; específicamente el contacto entre el entrevistador y el entrevistado se establece a través de un cuestionario disponible en la web. Para el diseño del instrumento se utiliza la herramienta Online Encuestas⁸⁶. Existen dos clases de encuestas: encuesta pasiva: disponer de acceso a una página web en donde se publica la encuesta y la encuesta activa: hace referencia al envío realizado por medio de correo electrónico que contiene enlace para diligenciar la encuesta.

La encuesta por internet posee ventajas como: es un sistema económico, es un método rápido para la recolectar información, personalización del cuestionario, los encuestados pueden acceder en cualquier momento y lugar, entre otros.

- Para el caso de los empleadores, la encuesta es aplicada de forma personal, se establece entre el entrevistador y el entrevistado por medio de una conversación directa. El papel desempeñado por el entrevistador es motivar y generar en el entrevistado interés y sinceridad para diligenciar la encuesta.

La modalidad utilizada para la aplicación de la encuesta es el hogar, en este caso, hace referencia a la empresa. Esta modalidad presenta algunas de las siguientes ventajas: reduce los errores en las respuestas, se puede controlar al entrevistado, el investigador tiene la posibilidad de observar el entorno en el que se desarrolla la encuesta, fiabilidad y elevado índice de respuesta, se pueden disipar posibles

⁸⁶ ONLINE ENCUESTA. Es una herramienta web que permite mediante una cuenta de correo electrónico de una Institución Educativa crear una cuenta Student, producto que permite disfrutar de forma gratuita algunos beneficios que posee el producto Enterprise (solución de gama alta e ilimitada) como: crear cuestionarios de forma fácil y rápida, número ilimitado de preguntas, páginas y participantes, puede indicar secuencias lógicas y condiciones para visualización de preguntas, genera un enlace web que permite compartir la encuesta, los resultados se pueden descargar en formato de Microsoft Excel y CSV (para ser utilizado con SPSS Statistics) De acuerdo con lo anterior, la cuenta se crea con el correo electrónico de la universidad de una de las autoras del proyecto: yineth.sandoval@correo.uis.edu.co .[consultado 1 de Octubre de 2016]. Disponible en <<https://www.onlineencuesta.com/>>

dudas y obtener datos secundarios que pueden ser útiles para el estudio. El instrumento de medición es formulado por medio de un documento en Microsoft Word, impreso y presentado el día que se realiza la visita a la empresa.

6.5 VALIDACIÓN Y PRUEBA PILOTO DE LOS INSTRUMENTOS

Se elabora una prueba piloto, con el propósito de percibir los ajustes que deben hacerse en contraste con los objetivos de la investigación. Dicha prueba, integra:

- Examinar la estructura de la encuesta y el orden de las preguntas, de igual manera, verificar que el lenguaje utilizado sea el apropiado para la población estudio.
- Aplicar el instrumento por medio de entrevista personal y vía internet con el fin de descubrir inconvenientes en la participación.

Con respecto a lo anterior, en el transcurso de una semana se llevan a cabo ensayos de aplicación del instrumento, de la siguiente forma:

- **Egresados:** Se eligen 5 egresados que tienen nexo cercano con la EIMT para enviar el enlace de la prueba piloto⁸⁷. Los resultados arrojaron comentarios referentes a la redacción y exigencia en las preguntas del instrumento, ajuste en las escalas de organización, tiempo promedio que tardan en responder y lo concerniente a la opción de escoger una o varias respuestas.
- **Empleador:** Es realizada una entrevista al señor Fabio José García, gerente de la empresa García Vega S.A.S, quien tiene en su equipo de trabajo a Ingenieros Metalúrgicos de la UIS; al terminar de responder la encuesta, mencionó algunas sugerencias y recomendaciones:

⁸⁷ Enlace de la encuesta piloto: <https://www.onlineencuesta.com/s/51368da>

1. Eliminar 1 respuesta en la pregunta de criterios más importantes para la selección de profesionales en Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales UIS.
2. Cambiar a múltiple respuesta la pregunta de seleccionar el rango salarial en el que se encuentra ubicado actualmente el Ingeniero Metalúrgico, teniendo en cuenta que en algunas empresas varía de acuerdo a factores como experiencia y cargo que desempeña.
3. Para algunas preguntas se cambia la opción de única respuesta por múltiple respuesta ya que es importante tener en cuenta varias alternativas o posibilidades en determinadas preguntas.

Después de realizar las correcciones sugeridas por los participantes en la prueba piloto, la EIMT y el director del proyecto dan aval a los instrumentos de medición. El tiempo promedio estimado para el diligenciamiento de las encuestas para el egresado y para el empleador es de 20 y 35 minutos respectivamente.

6.5.1 Estructura final del instrumento de medición. Se diseñan las encuestas definitivas ya aprobadas; se infiere que estas satisfacen las necesidades detectadas en la EIMT de perfeccionar los procesos de formación, consolidar la pertinencia del programa académico y la vinculación e impacto de los egresados en el campo laboral. La encuesta dispuesta para los egresados es aplicada a través de la web, por medio de la herramienta Online Encuestas⁸⁸ (Ver anexo B).

La encuesta para empleadores es formulada por medio de un documento en Microsoft Word (Ver anexo C).

⁸⁸ Enlace de la encuesta a Egresados: <https://www.onlineencuesta.com/s/068c6db>

6.6 MEDIOS DE DIFUSIÓN

Inicialmente, se hace carta de solicitud a la dirección de la EIMT para tener acceso al correo electrónico *egresadosmetalurgiauis@gmail.com*, con el propósito de extender la invitación a los egresados, promover la decisión de diligenciar la encuesta y fortalecer el contacto con los mismos.

A continuación, en relación con la población estudio, se muestra el protocolo empleado para aplicar el instrumento a:

- Egresados: Se lleva a cabo de forma activa y pasiva, en concordancia con lo declarado en el procedimiento de obtención de la información- Tipo de encuestas, numeral 6.4.4, explicadas a continuación:

Encuesta activa: Desde el correo proporcionado por la EIMT y teniendo en cuenta la base de datos, es enviado un correo electrónico denominado "Realización estudio de seguimiento a egresados escuela de ingeniería metalúrgica UIS"; en el cuerpo del mensaje se informa acerca del estudio y el enlace para diligenciar la encuesta (Ver Anexo D).

La tasa de respuesta es baja durante los primeros días, debido diferentes factores como: disposición de tiempo, dudas acerca del estudio y poco sentido de pertenencia con la EIMT. Los egresados son contactados por medio de llamada telefónica en la que se les informa acerca del estudio, los objetivos del mismo y la importancia que tiene su participación como egresado del programa; lo anterior como medida estratégica para promover el diligenciamiento de la encuesta; en el caso que manifestara cambio de dirección de correo o no fuera visible recientemente, era enviado de nuevo.

Encuesta pasiva: Con la colaboración del tutor del proyecto, administrador del grupo cerrado de facebook “Egresados Metalurgia UIS”⁸⁹, se comparte información y se extiende la invitación a los egresados para participar en el diligenciamiento de la encuesta, publicando pósters cada semana durante un mes y cinco días (Ver anexo E)

Como complemento de lo anterior, las investigadoras crean el usuario “Seguimiento Egresados De Ingeniería Metalúrgica UIS”⁹⁰ con la intención de precisar a los egresados contemplados en la población estudio y compartir la información referente al mismo.

- Empleadores. En consenso con el tutor del proyecto y de acuerdo con lo estipulado en el procedimiento de obtención de la información - Tipo de encuestas, numeral 6.4.4, la encuesta se realiza a manera de entrevista por medio de una visita programada entre encuestador-encuestado, con la intención de obtener información pormenorizada, cualitativa y confiable.

Para ello, se envía por correo electrónico carta membreteada y firmada por el tutor del proyecto a empresas ubicadas en el departamento de Santander para concertar fecha y hora de la entrevista; el asunto del mensaje se denomina “Realización estudio de seguimiento a egresados escuela de ingeniería metalúrgica UIS” (Ver Anexo F). A esta entrevista, asisten las alumnas de Ingeniería Industrial encargadas de desarrollar el estudio.

⁸⁹ FACEBOOK Egresados Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales: [en línea] [citado 18 de noviembre de 2016] Disponible en: <https://www.facebook.com/egresadosmetalurgia.uis?fref=ts>

⁹⁰ FACEBOOK Seguimiento Egresados de Ingeniería Metalúrgica UIS: en línea] [citado 18 de noviembre de 2016] Disponible en: <https://www.facebook.com/Seguimiento-Egresados-De-Ingenier%C3%ADa-Metal%C3%B4rgica-Uis-333606147016625/?fref=ts>

6.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Es preciso reunir e inspeccionar la información necesaria para obtener un conjunto de datos con suficiente calidad e iniciar el estudio. El análisis de la información se realiza mediante el uso de técnicas de minería de datos, técnicas de análisis multivariado y machine learning, utilizando el software libre IBM SPSS Statistics⁹¹ se desarrolla el proceso de extracción del conocimiento (KDD).

6.8 GUIA Y ESTRATEGIAS DE APLICACIÓN

Con el propósito de instaurar seguimiento permanente entre los egresados y la EIMT, se hace entrega de un framework en el que se plasma el procedimiento necesario para realizar análisis y posibles actualizaciones para próximos seguimientos; además, se definen estrategias de acuerdo con el conocimiento, la información y la experiencia obtenida durante el desarrollo del estudio.

⁹¹ El software SPSS es un programa destinado al análisis de datos, es un sistema amplio y flexible de análisis estadístico y gestión de información que capaz de trabajar con datos procedentes de distintos formatos generando, desde sencillos gráficos de distribuciones y estadísticos descriptivos hasta análisis estadísticos complejos que nos permitirán descubrir relaciones de dependencia e interdependencia, establecer clasificaciones de sujetos y variables, predecir comportamientos, etc. Su aplicación fundamental está orientada al análisis multivariante de datos experimentales.

7. RESULTADOS DEL ESTUDIO

Este capítulo contiene el análisis de los resultados obtenidos en el diligenciamiento del instrumento de medición de los egresados y empleadores; para ello, se aplica el proceso de extracción del conocimiento KDD, conformado por las etapas de selección de datos, pre procesamiento, se realizan análisis multivariados como análisis de factores, clustering y cubos OLAP.

7.1 ENCUESTA ESTUDIO DE SEGUIMIENTO A EGRESADOS.

7.1.1. Análisis de campo. Después de implementar durante mes y medio el instrumento de medición por medio de la herramienta Online Encuestas⁹², es descargado el archivo Excel (.xlsx) con 154 respuestas; seguidamente, se realiza una limpieza inicial en la que se eliminan los registros de:

- 5 respuestas de egresados que no hacen parte de la población estudio, debido a que los años de egreso son 1987, 2001, 2008 y 2016 respectivamente.
- 23 egresados que abandonan la encuesta generando el estado “ha participado pero no ha concluido”.

De modo que, para proceder con el análisis de la información se consideran 126 respuestas que tienen el estado “participación completa”, correspondiendo al 81,82% de los registros totales.

⁹² Esta herramienta permite que el egresado por falta de tiempo al instante de completar la encuesta pueda después continuar su participación con un código generado por cada uno, si la encuesta no es diligenciada totalmente, cuando los resultados se descargan, el estado de participación aparece “Ha participado pero todavía no ha concluido”, en cambio si lo contesta en su totalidad genera un estado “participación completa”.

A continuación se relacionan los registros reunidos y la tasa de respuesta para cada año de los momentos:

Tabla 2. Registros recolectados y porcentaje de respuesta por año

Momento	Año de Graduación	Número de egresados	Registros Recolectados		Porcentaje de respuesta por registros completos	Porcentaje de respuesta con base en la población total de egresados anual
			Completos	Incompletos		
Momento 1	2015	87	32	5	25%	36,8%
Momento 2	2014	72	29	1	23%	40,3%
	2013	68	20	4	16%	29,4%
Momento 3	2012	74	16	4	13%	21,6%
	2011	62	12	0	10%	19,4%
	2010	66	17	2	13%	25,8%
		429	126	16	100%	

Se realiza un contraste entre las respuestas completas de la aplicación del instrumento de medición y el número de egresados contemplados en la base de datos; los egresados de los años 2014,2015 y 2013 presentan el mayor porcentaje de participación 40,3%, 36,8% y 29,4% respectivamente. Cabe mencionar que el año 2010 muestra un porcentaje de participación de 25,8%, esto es superior al de los años 2012 y 2011.

Lo anterior indica que el vínculo más cercano con la Escuela de Ingeniería Metalúrgica corresponde a los egresados de los momentos 1 y 2; como característica peculiar, del momento 3 se obtuvo alto porcentaje de respuesta por parte del año de egreso más alejado (2010), a partir de iniciado el estudio.

Al realizar la descarga de los resultados de la herramienta Online Encuesta se genera una base de datos que presenta las siguientes secciones (Ver Anexo G)

- ID de respuesta: es el número de identificación que tiene cada participación.
- Resume- Code: código que proporciona la alternativa de reanudar la encuesta.

- Start: fecha y hora en la que se inicia el diligenciamiento del cuestionario.
- Fecha y hora: fecha y hora de finalización del cuestionario.
- Estado de la participación: sujeto a la finalización o no del cuestionario, los estados son “participación completa” o “ha participado pero todavía no ha concluido”.
- Datos sociodemográficos: nombre, año de egreso, país, departamento y ciudad de residencia, número celular, correo electrónico, nombre de la organización en la que trabaja/estudia, cargo, ciudad y dirección de la organización, género, estado civil, número de hijos.
- Nivel de dominio de otro idioma: inglés, francés, portugués, alemán, mandarín, japonés e italiano.
- Plan de vida: en corto plazo, qué hará el egresado y estudios de formación formal realizados.
- Trayectoria académica: máximo nivel de estudios alcanzado, área, institución y año de finalización.
- Trayectoria laboral y profesional: actividad que ha desarrollado desde el grado, actividad o inactividad profesional.
- Inserción laboral, tiempo que transcurrió para conseguir el primer empleo.
- Situación ocupacional: desempeño actual, número de trabajadores en la empresa, tipo de empresa, nivel jerárquico, sector económico de la empresa, tipo de contratación, campos de acción del Ingeniero Metalúrgico, razones para no ejercer la Ingeniería Metalúrgica, nivel de ingresos, tiempo de permanencia en el empleo actual, y requisitos del mercado laboral, meses de experiencia laboral, expectativas de la Ingeniería Metalúrgica, utilidad de los conocimientos.

Egresados que están buscando empleo: meses buscando trabajo, dificultad para encontrar trabajo, medios que utiliza para conseguir trabajo.

- Satisfacción académica: nivel de pertenencia, posibilidades laborales por ser egresados de EIMT, grado de desarrollo de las competencias complementarias y aplicadas, posibilidad de recomendar y estudiar de nuevo en la UIS.
- Comentarios o sugerencias en beneficio de la mejora continua de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica.

Se realiza un filtro que permite determinar las variables útiles e inútiles para el desarrollo del estudio:

Variables inútiles: deben ser eliminadas de la base de datos, debido a que no aportan información relevante para el estudio.

- ID de respuesta
- Resume- code
- Start
- Fecha y hora
- Estado de la participación

Variables útiles: se utilizan para encontrar patrones útiles, válidos y comprensibles que aportan información relevante para el estudio.

La mayor parte de estos datos se modifican a un lenguaje numérico que permite el uso eficiente de la información y facilita la aplicación de las técnicas de minería de datos (análisis de factores), análisis multivariado (análisis de correlación) y machine learning (clústering). (Ver Anexo H); los que no se modifican, son datos utilizados para proporcionar información complementaria al estudio por medio de análisis descriptivo; (Ver Anexo I) en el que se encuentran las gráficas que representan la información obtenida en dicho análisis. Enseguida, se hace descripción de la población de estudio según:

País de residencia

Colombia es el país en donde residen la mayoría de los egresados que conforman la población estudio; es manifiesto un pequeño aumento en la tasa de migración en una porción de los egresados que hacen parte de los momentos dos y tres. Es decir, que a medida que los años de egreso de la universidad aumentan, la posibilidad de establecerse en otros países empieza a mostrarse.

Los destinos internacionales en los que se encuentran Ingenieros Metalúrgicos son: México con una participación del 4%, Estados Unidos, Brasil y España cada uno con participación del 2%.

Departamento de Residencia

En los tres momentos Santander es el departamento en donde reside el mayor número de egresados, Cundinamarca muestra un aumento en la tasa de residencia a medida que se amplía el tiempo de egreso de la Universidad, registrando porcentajes de 16% para el momento uno y dos y 24% para el momento tres, comportamiento similar presentado por el departamento de Bolívar con registro de 3%, 4% y 7% en cada momento. Ahora bien, se visualiza que Atlántico presenta tasa de residencia en los tres momentos y departamentos como Meta, Antioquia y Norte de Santander se posicionan con cierto porcentaje en dos de los tres momentos, lo que los convierte en una opción estable para que los egresados residan.

A nivel internacional no se observa crecimiento o disminución entre los momentos, no obstante, es importante mencionar que en el momento dos, el estado de Nuevo León en México registra un porcentaje de 4% posicionándolo como el destino internacional con mayor presencia de egresados de EIMT.

Ciudad de Residencia

Bucaramanga es la ciudad en donde residen la mayoría de los egresados en los tres momentos, seguida de ciudades como Floridablanca, Barrancabermeja y Bogotá, se determina que estos datos se presentan de manera desligada, puesto que no existe una relación que evidencie la dependencia del año de egreso con la variación en la tasa de residencia.

Género

En la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de lo Materiales UIS prevalecen los egresados de género masculino; de la población objetivo, el 56% de los egresados hace parte de dicho género, mientras el 44% pertenece al género femenino. Prueba de esto, la cifra de mujeres que deciden estudiar y graduarse de la carrera de Ingeniería Metalúrgica se ve reducida entre los años 2010 y 2012 con un porcentaje de 44%, para el 2013 y 2014 se ve reflejado un aumento del 1%, finalmente en el año 2015, las mujeres egresadas de este programa, disminuye un 4%.

Nivel de dominio de otro idioma

La mayor parte de la población objetivo maneja el idioma inglés, ya que es la segunda lengua que se presenta con mayor frecuencia en los egresados, por otro lado, el portugués, el italiano y el francés con un 11%, 9% y 7% respectivamente, son manejados como otros idiomas por los egresados correspondiente al lugar de residencia examinados anteriormente, es así como el dominio de otra lengua, apartando el inglés consiste en gran medida del sitio en donde vive el egresado de la EIMT.

Examinando los beneficios que los egresados han obtenido por el dominio que tiene de otros idiomas se considera entre ligeramente satisfechos referente a las oportunidades laborales, académicas, congresos, viajes, ponencias; no obstante, los recién egresados y los del segundo momento permanecen ligeramente

satisfechos, sin embargo, los del tercer momento se encuentran ligeramente y medianamente satisfechos de acuerdo con los resultados. En último lugar, el dominio de otra lengua en la población objetivo es aplicado especialmente para participar en viajes, congresos y ponencias.

Plan de vida

Los egresados entre los años 2010 y 2015, manifiestan fuerte deseo de trabajar fuera de Colombia, para cada momento existe una tasa significativa, esto quiere decir, son más los egresados del 2015 que desean trabajar fuera de Colombia en comparación a los egresados de años anteriores, por esto se deduce que el deseo de salir del país a explorar y encontrar nuevas ofertas laborales es mayor para los egresados del momento uno con un 28%, en relación con los egresados del momento dos y tres con un 22% y 24% respectivamente.

Trayectoria académica

En relación al nivel de estudios alcanzado por los egresados, se visualiza que en los tres momentos del estudio la mayor parte de los egresados no ha realizado ningún tipo de estudio adicional al pregrado, a su vez, ningún egresado de la población ha estudiado doctorado; la especialización muestra un aumento en la tasa de estudio a medida que se amplía el tiempo de egreso de la Universidad, registrando porcentajes de 3% en el momento uno, 10% en el momento dos y 18% en el momento tres; en cuanto al estudio de maestría, surge a partir del momento dos con un porcentaje de 10% aumentando a un porcentaje de 18% en el momento tres.

Por medio de la pregunta “especifique el área en relación a otros estudios que le gustaría cursar en la EIMT” se obtuvieron Ingeniería de materiales, integridad y corrosión.

Medios utilizados para buscar empleo

Enviar hojas de vida directamente a las empresas, las redes sociales o bolsas de empleo en internet, son los medios más utilizados por los egresados para buscar empleo.

Head hunters es el medio menos utilizado por los egresados para conseguir empleo, debido a que las empresas ofertan poco y el egresado es quien hace la búsqueda la mayoría de veces.

Situación ocupacional

Existe una fuerte tendencia a trabajar en empresas privadas, en la población del momento tres es donde se encuentran la mayoría de los egresados trabajando en empresas privadas con una tasa de 78%, seguido del momento dos con 59% y finalmente el momento uno con un porcentaje de 44%.

En cuanto a los niveles jerárquicos el 47% de los egresados del momento tres forma parte del nivel intermedio, es decir, se desempeñan como jefe de departamentos, plantas o supervisores, seguido del momento dos con 39% y por último el momento 1 con un porcentaje de 22%. Así mismo, la tasa de mayor concentración en el nivel operativo, concerniente a empleados, operarios de cada departamento, auxiliares y asistentes se refleja en el momento tres con un 27% de participación.

La población objetivo permanece altamente trabajando con contrato a término indefinido, seguido por contrato a término fijo; así mismo cabe señalar que en el tercer momento existe gran cantidad de egresados laborando a término indefinido con un porcentaje de 47%, en el momento dos 31% y por último en el momento uno 6%.

Campos de acción

Para el análisis con respecto a los campos de acción, se recolectó información investigando acerca del campo laboral en el que se desempeñan los egresados y sobre las acciones que tiene cada campo.

Entre los años 2010 y 2015, el campo donde los egresados consiguen mayores opciones laborales es en *corrosión y control de la corrosión en los materiales*; en el momento tres con el mayor porcentaje de los egresados desempeñándose en este campo con una tasa del 19%, seguido por otros campos como *control destructivo y no destructivo de partes y piezas y metalurgia mecánica* con porcentajes del 14% y 13%.

Respecto a las acciones que desempeñan los egresados en los campos, se observa un patrón semejante entre los momentos presentando la misma tasa en la *automatización*, la *construcción* y la *instalación* arrojando un porcentaje del 8% cada una. La acción que más desarrollan los egresados entre el 2010 y 2012 es la de *mantenimiento* con un porcentaje de 34%.

Vida laboral

El análisis sobre el rango de ingreso promedio mensual, refleja que los egresados de la población estudio se encuentran ubicados principalmente entre 1 y 3 SMMLV, con una porcentaje de 50% para los egresados del momento uno. Existe una fuerte diferencia entre los tres momentos con respecto a los egresados que ganan más de 7 SMMLV, puesto que el momento tres tiene el 16% de sus egresados dentro de este rango, mientras que el segundo momento tiene el 2% y el momento uno no tiene presencia de egresados dentro de este rango salarial.

Cuando se trata de la vinculación laboral, según la población estudio, los aspectos más importantes son el prestigio de la universidad, seguido por el desempeño en la entrevista y la experiencia laboral.

Principal dificultad para conseguir empleo

Para los egresados que no han conseguido empleo, su principal dificultad es que carecen de la experiencia necesaria, lo cual se evidencia en una tasa del 50% de la población que busca empleo, además señalan que no hay trabajo disponible en la ciudad en donde viven con un porcentaje del 20%, también no encuentran el trabajo apropiado en su oficio o profesión con un valor del 10% y existen otras dificultades como la economía del país y de sectores industriales, la oferta laboral es muy baja, esto con un porcentaje del 5% de la población.

Satisfacción académica

Los métodos utilizados para el aprendizaje práctico y el contenido interdisciplinar del plan de estudios, obtuvieron entre los grados de percepción de los demás aspectos la valoración más alta en los momentos dos y tres, lo anterior demuestra que los egresados con más años de egreso de la universidad se encuentran más satisfechos con la formación recibida en estos aspectos, posteriormente, se encuentra la orientación a los estudiantes en investigación, y por último, los fundamentos de emprendimiento y el uso de material en otro idioma.

La mayoría de los egresados de la EIMT estarían interesados en cursar otros estudios en la escuela, se encuentra que más del 44% de la población objetivo desea realizar una especialización, seguido de maestría con más del 31%, doctorado más del 16%, diplomados y seminarios con un porcentaje mayor al 13%.

Competencias de formación complementaria y de Ingeniería Metalúrgica aplicada

A través de un análisis de las respuestas de los egresados en las competencias de formación complementaria y aplicada, se observa que en el momento 3 el índice de desarrollo de los egresados en las competencias aumenta a medida que

logran experiencia laboral. Después, se analizan las competencias de formación complementaria y de Ingeniería Metalúrgica aplicada mediante análisis multivariado como análisis de factores, clustering, con el propósito de crear y segmentar perfiles de los egresados de la EIMT.

7.1.2 Análisis de factores. Se aplica esta técnica con el fin de encontrar grupos homogéneos de variables y patrones de comportamiento en las respuestas de los egresados en relación con el nivel de desarrollo de las competencias en el momento del grado y la actualidad. Las competencias son:

Competencias de formación complementaria:

- Entiende los conceptos de empresa y sus procesos internos, gestión de empresas y los procesos económicos de los sectores productivos del entorno (CFC1).
- Comprende su condición de ciudadano partícipe del desarrollo local y nacional y en la construcción de una sociedad civil, democrática y pacífica (CFC2).
- Interpreta la información financiera y comprende la situación económica del país (CFC3)
- Muestra que es un ciudadano ético, creativo y preocupado por la situación del medio ambiente (CFC4)
- Muestra sensibilidad a los problemas sociales (CFC5).
- Maneja las relaciones interpersonales que le facilitan el desarrollo de proyectos colaborativos e interdisciplinarios (CFC6)
- Reconoce la importancia de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico, de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería metalúrgica (CFC7).
- Tiene en cuenta los principios, métodos de la calidad y mejora continua de los procesos industriales (CFC8).

Competencias de Ingeniería Metalúrgica aplicada:

- Domina las ciencias básicas y los principios que rigen la Ingeniería Metalúrgica (CFA1).
- Comprende todas las etapas del proceso de obtención de materiales metálicos y no metálicos a partir de sus materias primas (CFA2).
- Comprende la naturaleza de la estructura interna de los materiales de ingeniería, las relaciones existentes entre éstas, su comportamiento y sus propiedades (CFA3)
- Propone, ejecuta y controla sistemas de calidad de procesos y productos (CFA4).
- Comprende la extracción, beneficio y adaptación de metales y materiales a partir de los materiales que los contienen (CFA5).
- Comprende la transformación de los materiales metálicos y no metálicos como: fundición, moldeo, conformado, soldadura y tratamiento térmico (CFA6).
- Comprende el monitoreo y el control de la corrosión (CFA7).
- Evalúa e implementa la integridad y vida residual de los equipos, haciendo uso racional de ensayos no destructivos, aplicando para ello las normas pertinentes (CFA8).
- Planea y desarrolla actividades de optimización de los procesos metalúrgicos, mediante el control de las variables involucradas en cada uno de ellos y el uso racional de los recursos (CFA9).
- Comprende los efectos y las consecuencias sociales y ambientales de los modelos tecnológicos de la ingeniería (CFA10).
- Investiga y contribuye a la solución de problemas relacionados con los materiales (CFA11).

Para cuantificar el nivel del desarrollo de las competencias tanto en el momento del grado como actualmente, es asignado un valor numérico a la escala cualitativa, siendo: nada en absoluto (1), en grado bajo (2), en grado medio (3), en grado alto (4), en grado muy alto (5).

Por medio de los componentes más importantes de cada momento se inicia el desarrollo del análisis factorial, esto, con la intención de disminuir a un conjunto más pequeño el número de las variables y así facilitar la descripción de los datos obtenidos en las ocho competencias de formación complementaria y las once correspondientes a competencias de ingeniería metalúrgica aplicada.

Se realiza un análisis tipo (R) para cada uno de los momentos, con el fin de buscar las correlaciones que existen entre las variables observables.

A través del programa SPSS Statistics se realiza análisis de las competencias de formación complementaria y las competencias de la Ingeniería Metalúrgica aplicada que fueron evaluadas por los egresados según el nivel de desarrollo que tenían al momento de graduarse. A continuación, se presenta tabla de la prueba KMO Y Bartlett.

Tabla 3. Prueba KMO y Bartlett momento uno.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,778
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	464,658
	gl	171
	Sig.	,000

Fuente: SPSS Statistics

La prueba de KMO se encarga de contrastar si las correlaciones parciales entre las variables son suficientemente pequeñas; además, permite comparar la magnitud de los coeficientes de correlación observados con la magnitud de los coeficientes de correlación parcial. Este índice varía entre 0 y 1. Los valores pequeños indican que el análisis factorial puede no ser buena idea. Como referencia se puede considerar si $KMO \geq 0,9$, el test es muy bueno; notable para

KMO $\geq 0,8$; mediano para KMO $\geq 0,7$; bajo para KMO $\geq 0,6$ y muy bajo para KMO $< 0,5$.

En este caso, el valor del estadístico KMO es 0,778, valor que se encuentra cerca a la unidad, lo que refleja una mediana adaptación de los datos al modelo de análisis por factores. La comparación con el test de esfericidad de Bartlett confirma que la matriz de identidad es muy diferente de la matriz de correlaciones y maneja las hipótesis siguientes:

H_0 :|RI|= I no se debe usar la técnica de análisis de factores para resumir la información de la base de datos.

H_0 :|RI| = I si es posible usar la técnica de análisis por factores. Dónde:

R= es el determinante de la matriz de correlación.

I= es la matriz de identidad.

La prueba del estadístico KMO y la esfericidad de Bartlett presenta los siguientes resultados para el momento uno:

- KMO = 0,778, manifiesta una correlación notable.
- Significancia = 0, lo que demuestra que la matriz no es identidad.

De la varianza acumulada, la cantidad de componentes y la varianza total explicada corresponden al 67,990%. (Ver Anexo J. Tabla J.1.).

Después, por medio de la matriz de componentes rotados se realiza la selección de los factores; para el análisis fue utilizado el método Varimax, debido a que procura minimizar el número de variables que tienen grandes cargas dentro de un

factor, dejando valores próximos a 1 o a 0 en cada columna. (Ver Anexo J. Tabla J.2.).

Por último, a los factores obtenidos se asignan nuevos nombres que estén relacionados con el grupo de cada factor, esto, de acuerdo a la experiencia de las investigadoras; además, está supeditado a posibles cambios, ya que para la asignación del nombre no existe ninguna regla. (Ver Anexo J. Tabla J.3.).

De igual forma, se realiza el análisis anterior para los momentos dos y tres según el nivel de desarrollo que tenían al momento de graduarse mostrando los siguientes resultados:

Tabla 4. Prueba KMO y Bartlett momento dos en el grado.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,746
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	603,892
	gl	171
	Sig.	,000

Fuente SPSS Statistics

Tabla 5. .Prueba KMO y Bartlett momento tres en el grado.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,764
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	575,563
	gl	171
	Sig.	,000

Fuente SPSS Statistics

Se verifica que existe correlación mediana entre las variables de cada momento, además, la varianza total acumulada está representada por el 74,811% en el

momento dos (Ver Anexo J. Tabla J.4.) y por 70,130% en el momento tres (Ver Anexo K. Tabla K.1.), estas varianzas fueron explicadas por cinco componentes en el momento dos y cuatro componentes en el momento tres, las competencias que conforman cada factor se encuentran (Ver Anexo J. Tabla J.6) para el momento dos y (Ver Anexo K. Tabla K.3.) para el momento tres.

A su vez, con el propósito de ampliar la percepción y descubrir patrones de seguimiento de acuerdo al grado de desarrollo de las competencias al momento del grado con respecto al momento actual, igualmente se realizaron los análisis para el momento uno, dos y tres en el momento actual, los cuales arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 6. Prueba de KMO y Bartlett momento uno actualmente

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,762
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	634,905
	gl	171
	Sig.	,000

Fuente: SPSS Statistics

Para el momento uno el valor estadístico de KMO es 0,762, por lo tanto indica correlación mediana, de modo que se continúa con el análisis y se adquiere la varianza acumulada explicada al 76,223% por 3 componentes (Ver Anexo L. Tabla L.1). Ver Anexo L. Tabla L.3 representa las competencias que integran cada factor.

Tabla 7. Prueba de KMO y Bartlett momento dos actualmente

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,686
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	518,924
	gl	171
	Sig.	,000

Fuente: SPSS Statistics

Tabla 8. Prueba de KMO y Bartlett momento tres actualmente

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,726
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	486,180
	gl	171
	Sig.	,000

Fuente: SPSS Statistics

En el segundo y tercer momento se realiza el análisis anterior y se obtiene un valor estadístico KMO de 0,686 y 0,726 lo que indica que es bajo y mediano, logrando la varianza acumulada explicada al 75,753% por medio de seis componentes para el momento dos (Ver Anexo L. Tabla L.4) y al 72,413% explicada por 5 componentes para el momento tres (Ver Anexo M. Tabla M.1). Las competencias que constituyen cada factor se muestran (Ver Anexo L. Tabla L.6) para el momento dos y (Ver Anexo M. Tabla M.3) para el momento tres.

Finalmente, al unir la información del momento del grado y el momento actual, se tiene la siguiente tabla:

Tabla 9. Comparación de Momentos por competencias

Grado de desarrollo al momento de la Graduación	MOMENTO 1	MOMENTO 2	MOMENTO 3
	COMPETENCIAS DE FORMACIÓN COMPLEMENTARIA		
	4 Competencias en Grado Alto	5 Competencias en Grado Alto	4 Competencias en Grado Alto
	3 Competencias en Grado Medio	3 Competencias en Grado Medio	4 Competencias en Grado Medio
	1 Competencia en Grado Bajo		
COMPETENCIAS DE FORMACIÓN APLICADA A LA INGENIERÍA METALÚRGICA			
	4 Competencias en Grado Alto	5 Competencias en Grado Alto	5 Competencias en Grado Alto
	7 Competencias en Grado Medio	6 Competencias en Grado Medio	6 Competencias en Grado Medio
Grado de desarrollo al momento actual	MOMENTO 1	MOMENTO 2	MOMENTO 3
	COMPETENCIAS DE FORMACIÓN COMPLEMENTARIA		
	7 Competencias en Grado Alto	8 Competencias en Grado Alto	8 Competencias en Grado Alto
	1 Competencias en Grado Medio		
COMPETENCIAS DE FORMACIÓN APLICADA A LA INGENIERÍA METALÚRGICA			
	9 Competencias en Grado Alto	10 Competencias en Grado Alto	11 Competencias en Grado Alto
	2 Competencias en Grado Medio	1 Competencias en Grado Medio	

De acuerdo con la tabla anterior, es evidente que la mayor parte de las competencias de Ingeniería Metalúrgica complementaria se posicionan en nivel alto en el grado de desarrollo actual. De forma similar ocurre con las competencias de formación aplicada, ya que es posible observar que en los tres momentos del estudio la mayoría se establecen en nivel alto en el momento actual y tan solo tres competencias están calificadas por parte de los egresados como nivel medio. Por ello, se infiere que con el paso del tiempo, los egresados van fortaleciendo sus destrezas en el manejo de dichas competencias.

7.3 ANÁLISIS CLÚSTER.

Se aplica esta técnica con el propósito de buscar patrones interesantes y comportamientos diferenciados entre las respuestas suministradas por los egresados sobre las ocho competencias de formación complementaria y las once competencias de Ingeniería Metalúrgica aplicada.

Considerando lo anterior, se implementa análisis clúster no jerárquico utilizando el método de k medias que permite identificar casos de grupos que presentan homogeneidad, se debe mencionar que, la limitación del número de grupos es una desventaja de éste; por ello, es necesario usar el método jerárquico que permite hallar el número razonable de conglomerados (k), como resultado del dendrograma.

El dendrograma es una representación gráfica en forma de árbol que resume el proceso de agrupación y organiza los datos en subcategorías que se van dividiendo en otras hasta conseguir el nivel de detalle que se desea. Las líneas verticales representan la unión de los conglomerados. Por lo general, en las primeras etapas algunas de las distancias son de magnitudes similares, por lo que se vuelve complejo indicar la secuencia en la que se formaron ciertos

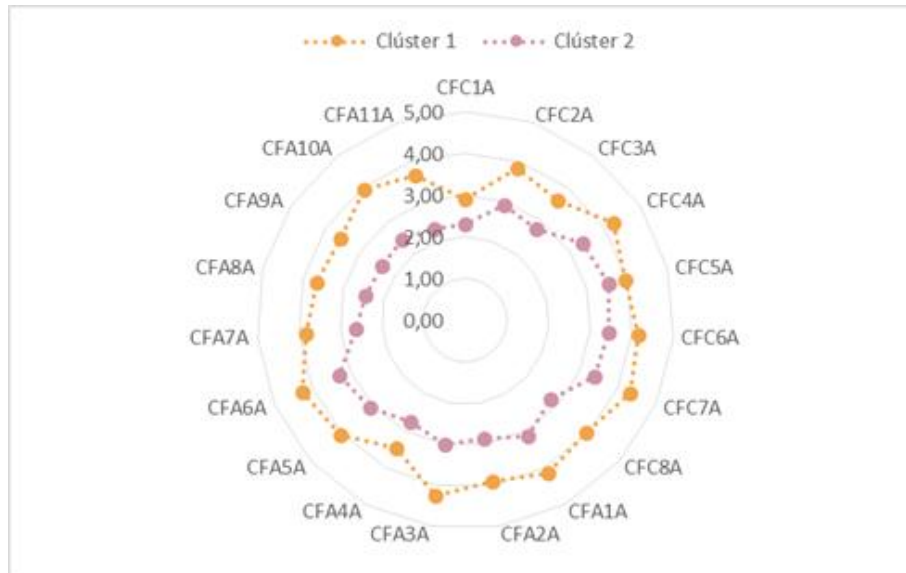
conglomerados. Aun así, está claro que la distancia existente en la combinación de los conglomerados de las últimas etapas son grandes⁹³. En relación con estas condiciones, determinar el número de conglomerados a usar queda a decisión de los autores. Consecutivamente, es necesario fijar perfiles diferenciales de las competencias de los egresados acorde con el grado de desarrollo presentado en el momento del grado.

Para comenzar, en el momento uno se evalúan las respuestas concedidas por los egresados acerca de las competencias con las que contaban al momento de graduarse y se realiza agrupación en el dendrograma (Ver Anexo N. Figura N.1), usando método jerárquico y número de clúster K=2 elegido a juicio de las investigadoras; el primer clúster compuesto por 21 datos y el segundo por 11. Después, en relación a los conglomerados encontrados, se aplica el método de K medias a través del programa SPSS Statistics, de donde se extraen dos conglomerados el primero conformado por el 59,38% y el segundo por el 40,62% de los casos analizados. Por medio del análisis de varianza, es posible comprobar si existen diferencias significativas entre los clústeres; el poder de discriminación que una variable tiene dentro de los clústeres formados, es más alto en la medida en que el grado de significación P es menor. En (Ver Anexo N. Tabla N.1) contiene el análisis de varianza de las variables estudiadas. Dentro de los dos clústeres seleccionados, las variables con mayor poder de discriminación son CFC4^a, CFA1, CFA2, CFA3, CFA5, CFA7, CFA8, CFA10, CFA11 con P= 0.00 y con significación menor CFC7, CFC8, CFA6, CFA9 con P=0.01, CFC3 (P=0.05), CFC2 (P=0.09), CFC6 (P=0.18), CFA4 (P=0.40), CFC1 (P=0.70) y CFC5 (P=0.176), lo que permite comprobar que las diferencias significativas entre los clústeres si existen.

En la figura 4 se presenta la constitución de cada clúster con la participación de las medias en cada una de las competencias.

⁹³ MALHOTRA, Naresh K. Investigación de mercados. Ciudad de México: Pearson Educación, 2008, p.640-643.

Figura 4. Clúster de competencias del momento uno desarrollo en el grado.



En relación con la figura anterior, se puede decir que el clúster uno posee 7 de las 19 competencias en grado muy alto, 11 en grado alto y la competencia complementaria entiende los conceptos de empresa y sus procesos internos, gestión de empresas y los procesos económicos de los sectores productivos del entorno en grado medio, hay que mencionar que la competencia con mejor calificación 4,32 es reconoce la importancia de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico, de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería metalúrgica. El clúster dos presenta 8 competencias del total en grado alto y las 11 competencias restantes en grado medio, de ahí, dos competencias presentan la calificación más baja 2,31 son: investiga, contribuye a la solución de problemas relacionados con los materiales y entiende los conceptos de empresa y sus procesos internos, gestión de empresas y los procesos económicos de los sectores productivos del entorno, lo que indica que el clúster dos puede estimarse como de menor calificación. Se debe agregar también que para descubrir las oportunidades que faciliten el incremento en el grado de desarrollo que presentan

las competencias es importante contar con las características de los conglomerados.

De la misma forma, para los momentos dos y tres se lleva a cabo el proceso de determinar el número de clúster aplicando el método jerárquico y posteriormente el método de K-medias a las competencias evaluadas, identificando el grado de desarrollo con el que contaban los egresados al momento de graduarse. Así que, a través del programa SPSS Statistics se extraen tres conglomerados para el momento dos y con ayuda (Ver Anexo O. Tabla O.1) se infiere que 12 del total de competencias poseen mayor poder de discriminación con un valor $P=0.00$ y competencias como CFC1, CFC4, CFC5, CFA8, CFA5, CFA2 y CFC3 lo poseen con menor significación, es decir, $P=0.001$, $P=0.003$, $P=0.004$, $P=0.009$ y $P=0.019$ respectivamente.

De los datos estudiados, el clúster uno está conformado por el 42,86% de los datos estudiados, el clúster dos por el 34,69% y el clúster tres por el 22,45%. En (Ver Anexo O. Figura O.2) es posible observar que 11 de las 19 competencias se encuentran en grado muy alto y las 8 restantes están valoradas en grado alto. El clúster dos está conformado por 12 competencias en grado alto y 7 en grado medio, la competencia con mayor valoración 3,41 muestra que es un ciudadano ético, creativo y preocupado por la situación del medio ambiente. Las competencias para el clúster tres oscilan entre 2,64 y 4,00, con valoración en grado medio y grado muy alto. Comprende la naturaleza de la estructura interna de los materiales de ingeniería, las relaciones existentes entre éstas, su comportamiento y sus propiedades, fue la competencia mejor valorada a lo largo de los tres clústeres.

En cuanto al momento tres, por medio de la tabla de análisis de varianza es posible observar que 10 de las 19 competencias poseen diferencias significativas entre los clústeres, ya que tienen valor de $P=0.00$. El clúster uno está conformado

por 17 competencias valoradas en grado alto y 2 en grado medio; el segundo clúster compuesto por 13 competencias en grado muy alto y 6 en grado alto. La competencia mejor valorada en los dos clústeres fue muestra que es un ciudadano ético, creativo y preocupado por la situación del medio ambiente (Ver Anexo P).

Es posible determinar que las competencias complementarias y aplicadas en el momento de la graduación de los egresados comprendidos entre los años 2010 y 2015 se encuentran en un grado de desarrollo alto con media de 3,88 y 3,78 correspondientemente.

Luego de hacer el análisis de las competencias de acuerdo al grado de desarrollo que tenían al momento de graduarse, se realiza el análisis clúster de las mismas, enfocadas en el grado de desarrollo actual.

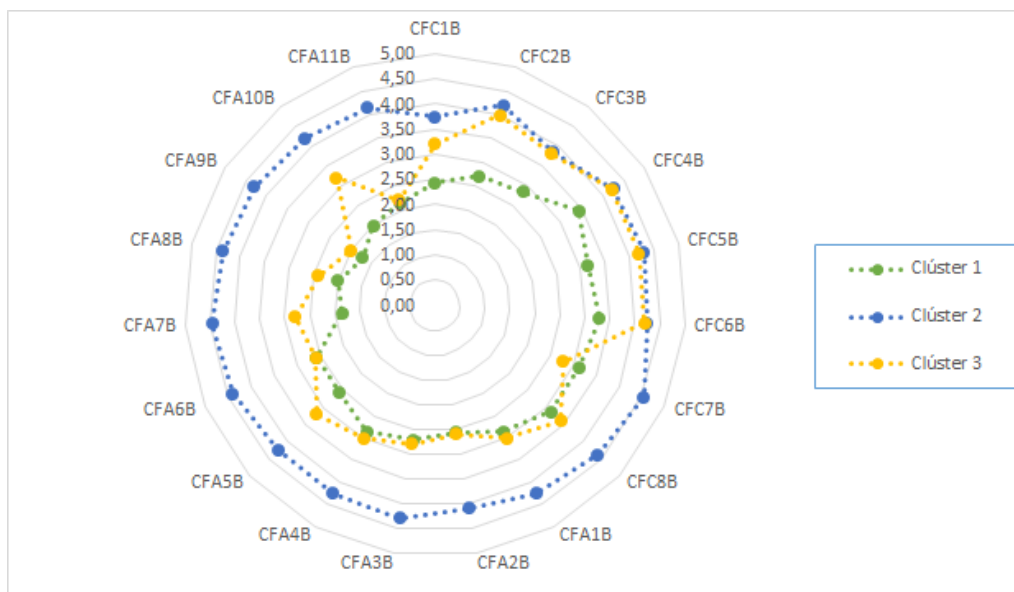
Al aplicar el método jerárquico y número de clúster $K=3$ seleccionado por las investigadoras en el software SPSS, se obtienen tres agrupaciones en el dendrograma (Ver Anexo Q. Figura Q.1) para el momento uno en el grado de desarrollo actual; el primer clúster conformado por 12 datos, el segundo por 5 y el tercero por 15.

Después, se aplica el método de K medias en el programa SPSS en el que se obtiene tres conglomerados, el primero establecido por el 21,88%, el segundo por 62,50% y el tercero por el 15,63% de los casos analizados.

En el Anexo Q en la Tabla Q.1 se observa el análisis de varianza de las variables consideradas. Se verifica que entre los clústeres hay diferencias significativas; dentro de ellos, las variables con mayor poder de discriminación son CFC7, CFA1, CFA2, CFA3, CFA5, CFA6, CFA7, CFA8, CFA9, CFA10, CFA11 con $P= 0.00$ y con significación menor CFA4 ($P=0,001$), CFC2, CFC5, CFC8 con $P= 0,002$, CFC1 ($P=0,007$), CFC6 ($P=0,012$), CFC3 ($P=0,034$) y CFC4 ($P=0,038$).

En la Figura 5, se especifica el comportamiento de cada uno de los grupos con relación a las medias de las 19 competencias valoradas donde se observa que la competencia muestra que es un ciudadano ético, creativo y preocupado por la situación del medio ambiente (CFC4B), muestra sensibilidad a los problemas sociales (CFC5B) y maneja las relaciones interpersonales que le facilitan el desarrollo de proyectos colaborativos e interdisciplinarios (CFC6B), se encuentran situadas en un grado alto en la agrupación uno y en grado muy alto en las agrupaciones dos y tres.

Figura 5. Clúster de competencias del momento uno desarrollo actualmente



El 26,32% de los egresados consideran que actualmente tienen desarrolladas en grado alto las competencias, el 63,16% en grado medio y en grado bajo el 10,53%. Este clúster presenta las siguientes competencias en grado de desarrollo bajo, comprende el monitoreo y control de la corrosión (CFA7B) y planea y desarrolla actividades de optimización de los procesos metalúrgicos, mediante el control de las variables involucradas en cada uno de ellos y el uso racional de los recursos (CFA9B).

En el clúster dos, el 89,47% de los egresados consideran que tienen desarrolladas actualmente las competencias en grado muy alto y el 10,53% en grado alto, este clúster presenta las siguientes competencias en grado muy alto, reconoce la importancia de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico, de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Metalúrgica (CFC7B), comprende el monitoreo y control de la corrosión (CFA7B), tiene en cuenta los principios, métodos de la calidad y mejora continua de los procesos industriales (CFC8B), comprende la transformación de materiales metálicos y no metálicos como fundición moldeo, conformado, soldadura, tratamiento térmico (CFA6B).

Para el clúster tres se observa que las medias de las competencias disminuyen, el 21,05% de las competencias se encuentran en grado muy alto, el 36,84% en grado alto y el 42,11% en grado medio, las competencias que estaban en grado alto y ahora se encuentran en grado medio son tiene en cuenta los principios, métodos de la calidad y mejora continua de los procesos industriales (CFC8B), Domina las ciencias básicas y los principios que rigen la Ingeniería Metalúrgica (CFA1B), Propone, ejecuta y controla sistemas de calidad de procesos y productos (CFA4B), comprende la extracción, beneficio y adaptación de metales y materiales a partir de los minerales que los contienen (CFA5B), comprende los efectos y las consecuencias sociales y ambientales de los modelos tecnológicos de la ingeniería (CFA10B).

Para los egresados del momento dos se determinaron dos clústeres (Ver Anexo R); el primer clúster está formado por competencias con un 73,68% en grado muy alto y el restante 23,32% en grado alto. El primer porcentaje muestra que los egresados se encuentran con alta satisfacción respecto a las competencias de formación complementaria como muestra que es un ciudadano ético, creativo y preocupado por la situación del medio ambiente (CFC4B), maneja las relaciones interpersonales que le facilitan el desarrollo de proyectos colaborativos e

interdisciplinarios (CFC6B), reconoce la importancia de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico, de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Metalúrgica (CFC7B).

En el clúster dos el 89,47% de las competencias se encuentran en grado alto, el 5,26% en grado muy alto con una media de 4,05 en la competencia Propone, ejecuta y controla sistemas de calidad de procesos y productos (CFA4B) y el 5,26% en grado medio en la competencia Planea y desarrolla actividades de optimización de los procesos metalúrgicos, mediante el control de las variables involucradas en cada uno de ellos y el uso racional de los recursos (CFA9B).

Para el momento tres se determinaron dos clústeres (Ver Anexo S), en el primer clúster se encuentra que el 26,32% de las competencias están en grado muy alto, el 52,63% en grado alto y el 21,05% en grado medio con las competencias comprende la extracción, beneficio y adaptación de metales y materiales a partir de los minerales que los contienen (CFA5B), Comprende el monitoreo y control de la corrosión (CFA7B), Planea y desarrolla actividades de optimización de los procesos metalúrgicos, mediante el control de las variables involucradas en cada uno de ellos y el uso racional de los recursos (CFA9B), Investiga y contribuye a la solución de problemas relacionados con los materiales (CFA11B).

En el clúster dos se evidencia que las medias de las competencias aumenta a comparación del clúster anterior con un porcentaje de 26,32% en grado alto y 73,68% en grado muy alto presentando mayor satisfacción ante las competencias Muestra que es un ciudadano ético, creativo y preocupado por la situación del medio ambiente (CFC4B), comprende el monitoreo y control de la corrosión (CFA7B), Evalúa e implementa la integridad y vida residual de los equipos, haciendo uso racional de ensayos no destructivos aplicando para ello las normas pertinentes (CFA8B).

Al analizar los tres momentos se observa que el nivel de desarrollo de las competencias actualmente incrementa a medida que el graduado tiene más tiempo de haber salido de la universidad, así mismo los egresados desarrollan y mejoran sus competencias a medida que ejercen su profesión. En promedio los egresados se sienten satisfechos con las competencias de formación complementaria en grado muy alto con media de 4,26 y de la Ingeniería Metalúrgica aplicada en nivel alto con media de 3,98.

Con el propósito de realizar un fraccionamiento más detallado respecto al nivel de ingresos, empresas en las que trabajan, tipo de contrato, tiempo de pertenencia, tipo de organización y cargo que desempeñan los egresados de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica tanto al momento de graduarse como actualmente en los tres momentos, se generan perfiles mediante el uso de cuadros OLAP, se presenta a continuación el del momento uno.

Tabla 10. Perfil de los Clústeres del momento uno desarrollo en el grado.

VARIABLE	CLÚSTER UNO	CLÚSTER DOS
Género	Femenino 36,8%	Femenino 46,15%
	Masculino 63,2%	Masculino 53,8%
Ocupación actual	No respondió 36,8%	No respondió 46,2%
	Empleado de empresa privada 42,1%	Empleado de empresa privada 46,2%
	Empleado institución pública 5,3%	Trabajador independiente 7,7%
	Trabajador independiente 15,8%	
Número de empleados en la Empresa	No respondió 52,6%	No respondió 53,8%
	Menos de 10 trabajadores 15,8%	Menos de 10 trabajadores 15,4%
	Entre 11 y 50 trabajadores 15,8%	Entre 51 y 200 trabajadores 15,4%
	Entre 51 y 200 trabajadores 15,8%	Mayor a 200 trabajadores 15,4%
Tipo de Organización	No respondió 52,6%	No respondió 53,8%
	Nacional 47,4%	Nacional 30,8%

VARIABLE	CLÚSTER UNO	CLÚSTER DOS
		Internacional de origen extranjero 15,4%
Nivel jerárquico ocupado	No respondió 52,6%	No respondió 53,8%
	Nivel intermedio 21,1%	Nivel intermedio 23,1%
	Nivel operativo 26,3%	Nivel operativo 23,1%
Sector económico de la empresa	No respondió 47,4%	No respondió 53,8%
	Sector Industrial 21%	Sector industrial 15,4%
	Sector minero y energético 5,3%	Sector minero y energético 7,7%
	Sector servicios 26,3%	Sector servicios 23,1%
Tipo de contrato	No respondió 36,8%	No respondió 46,2%
	Contrato a término fijo 21,1%	Contrato a término fijo 23,1%
	Contrato a término indefinido 5,3%	Contrato a término indefinido 7,6%
	Contrato de prestación de servicios 36,8%	Contrato de prestación de servicios 23,1%
Rango de ingreso promedio mensual	No respondió 36,8%	No respondió 46,2%
	Entre 1 y 3 SMMLV 57,9%	Entre 1 y 3 SMMLV 38,5%
	Entre 3 y 5 SMMLV 5,3%	Entre 3 y 5 SMMLV 7,7,%
		Entre 5 y 7 SMMLV 7,7%
Tiempo de permanencia en el empleo actual	No respondió 36,8%	No respondió 46,2%
	Menos de 6 meses 31,6%	Menos de 6 meses 23%
	Entre 6 meses y 1 año 15,8%	Entre 6 meses y 1 año 7,7
	Entre 1 año y 2 años 15,8%	Entre 1 año y 2 años 23,1%

En la tabla anterior el porcentaje presentado en la opción no respondió corresponde a los egresados que están desempleados y/o buscando empleo.

Competencias de los Egresados de Ingeniería Metalúrgica

Algunos de los propósitos de las universidades es conocer la opinión de sus egresados sobre diferentes aspectos de la formación recibida y ofrecer programas de alta calidad que les permita buscar estrategias que se ajusten a los estándares

requeridos para el mejoramiento de la educación superior. Para conseguirlo, es necesario adaptar sus programas a las nuevas exigencias del mercado, establecer procesos de mejora continua, reestructurar los programas académicos existentes y llevar a cabo un apropiado seguimiento a egresados que refleje las necesidades actuales y futuras de los profesionales.

Se utiliza un análisis de tipo radial para determinar las diferencias existentes entre las competencias en el momento de la graduación y actualmente; en efecto, es posible percibir que en el caso de los egresados que conforman el momento uno (año 2015) se presenta una mínima diferencia en el grado de desarrollo en las dos situaciones. Dicha diferencia se ve reflejada en las competencias complementarias muestra que es un ciudadano ético, creativo y preocupado por la situación del medio ambiente (CFC4), muestra sensibilidad a los problemas sociales (CFC5) y maneja las relaciones interpersonales que le facilitan el desarrollo de proyectos colaborativos e interdisciplinarios (CFC6), adquirieron un grado de muy alto de acuerdo a la situación actual; es importante decir también que la competencia entiende los conceptos de empresa y sus procesos internos (CFC1), gestión de empresas y los procesos económicos de los sectores productivos del entorno, pasó de estar en grado medio en el momento de la graduación a grado alto en la actualidad. En síntesis, las competencias de Ingeniería Metalúrgica aplicada permanecen en grado de desarrollo alto tanto en el momento de la graduación como el momento actual; lo anterior permite afirmar que los egresados no pueden percibir mayor cambio de acuerdo a las competencias en cualquiera de los dos momentos, debido a la poca experiencia laboral que poseen.

En el Anexo T la comparación hecha entre los tres momentos, permite apreciar que con el aumento de los años de graduación, los egresados adquieren mayor nivel de desarrollo en cada una de las competencias, ya que, de acuerdo a la experiencia profesional que van adquiriendo, van cambiando la perspectiva que tenían en el momento del grado con relación a la que tienen ahora.

En los tres momentos según la situación actual, las competencias: muestra que es un ciudadano ético, creativo y preocupado por la situación del medio ambiente (CFC4) y reconoce la importancia de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico, de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería metalúrgica (CFC7) se encuentra entre “en grado alto” y “en grado muy alto”.

Según la población estudio, la competencia entiende los conceptos de empresa y sus procesos internos, gestión de empresas y los procesos económicos de los sectores productivos del entorno (CFC1), se encontraba en nivel medio en el momento de la graduación, no obstante, dicha competencia mejora en el momento actual, puesto que su valor promedio oscila entre 3,4 y 3,91 en los tres momentos, lo que la posiciona en un grado alto de desarrollo.

A continuación, se presentan algunas sugerencias que permiten aumentar el grado de desarrollo de las competencias en el momento de la graduación:

- Los egresados sugieren que tienen pocas habilidades en el manejo de la información financiera y la situación económica del país, por esta razón se considera conveniente implementar talleres de libre asistencia en el que se les oriente sobre dicho manejo. .
- Los egresados manifiestan que poseen poca capacidad para la toma de decisiones, competencias de comunicación y transmisión de conocimientos, por lo tanto se recomienda reforzar los métodos utilizados por los docentes para fomentar en los estudiantes el constante desarrollo de las habilidades comunicativas, las competencias relacionadas con el liderazgo, creatividad, iniciativa y toma de decisiones que permita la formación de Ingenieros Metalúrgicos más eficientes.
- Las respuestas emitidas por los egresados, indican que poseen poca capacidad para trabajar en equipo; por ello se considera necesario promover

entre los estudiantes esta competencia, utilizando métodos y lecciones didácticas que generen en el estudiante el ánimo de trabajar en pro de un equipo y no sólo para él mismo.

- Los egresados señalan que tienen menor grado de desarrollo en la competencia gestión de empresas y los procesos económicos de los sectores productivos del entorno, de manera que es necesario incluir en el plan de estudios la materia electiva Gestión de Proyectos, que permita a los estudiantes entender los conceptos de empresa, sus procesos internos, gestión de empresas y los procesos económicos de los sectores productivos del entorno.
- Los egresados expresan que cuentan con mínimas habilidades en el control de los procesos, por esta razón, se sugiere reforzar en los estudiantes las asignaturas relacionadas con la planeación y desarrollo de actividades de optimización de los procesos metalúrgicos, mediante el control de las variables involucradas en cada uno de ellos y el uso racional de los recursos.

7.4 ENCUESTA DE SEGUIMIENTO APLICADA A EMPLEADORES

Se concretan 10 visitas presenciales a empresas ubicadas en el departamento de Santander, desde el 8 de noviembre hasta el 9 de diciembre de 2016. La aplicación del instrumento de medición se hace durante la realización de estas visitas, por medio de una conversación directa entre el gerente de la empresa y las investigadoras del proyecto. Las empresas visitadas fueron Sika Colombia S.A.S., Compañía General de Aceros S.A., Ismocol S.A., García Vega S.A.S., Cima, ICL Ingeniería de Corrosión Ltda., Dana Transejes, Corporación para la Investigación de la Corrosión (CIC), Ker Ingeniería S.A.S., Metalúrgica de Santander C.i. Ltda., además las respuestas de las empresas se registran por

medio de la plataforma Online Encuesta⁹⁴, dado que, por medio de esta herramienta es más fácil manejar la información. (Ver Anexo U).

Luego, se definen las variables más importantes para el desarrollo del estudio utilizando el programa SPSS Modeler; de igual forma, se modifican los datos a un lenguaje numérico que permite hacer mejor uso de la información suministrada por parte de los empleadores de Ingenieros Metalúrgicos UIS. (Ver Anexo V).

Por decisión de las investigadoras, de los datos recolectados, se extraen los patrones útiles y la información considerada de mayor importancia para realizar análisis descriptivo. A continuación se muestran los resultados según:

Clasificación de las empresas

La muestra está conformada en un 90% por empresas de tipo privado, el 10% restante es de tipo mixto. Los sectores en los que se desempeñan estas empresas son industrial y sector servicios con un porcentaje de 40% cada uno, seguido del sector minero con un 10% en actividades relacionadas con la extracción de carbón, esmeraldas, gas, petróleo y las empresas generadoras de energía, el 10% final corresponde al sector de desarrollo tecnológico (Centro de Tecnología e información).

Cabe resaltar que en el estudio no existe participación de microempresas y el aporte de las pequeñas empresas corresponde al 20%, los elevados porcentajes de participación se ven reflejados en las medianas y grandes empresas con un porcentaje de 40% para cada una. (Ver Anexo W).

⁹⁴ ONLINE ENCUESTA. Enlace de la Encuesta de Seguimiento a egresados aplicada a empleadores: <https://www.onlineencuesta.com/s/9aaf313>

Medios utilizados para buscar profesionales

Esta pregunta tiene como propósito conocer cuáles son los medios que los empleadores utilizan para buscar a los profesionales que ocupan los cargos de sus empresas, el 80% de las empresas encuestadas usan bolsas de empleo universitarias, el 60% utiliza el conocimiento personal y la recomendación de terceras personas, el 50% usa avisos de prensa, el 40% el banco RRHH de la empresa, el 30% lo hace por medio de prácticas o pasantías y bolsas de empleo pública, el 20% usa avisos en internet al igual que agencias especializadas, por último, el 10% utiliza servicio público empleo SENA y redes sociales.

Lo anterior, evidencia que los empresarios prefieren buscar a sus profesionales por medios como las bolsas de empleo universitarias, recomendaciones de terceros y su conocimiento personal, ya que consideran que son los medios más confiables para realizar dicha búsqueda.

Criterios considerados para la selección de personal

Los criterios más importantes considerados por los empleadores al momento de seleccionar los profesionales de Ingeniería Metalúrgica son los conocimientos y habilidades específicas respecto al cargo con un porcentaje del 100%, seguido de capacidades en lectura, escritura, cálculos y razonamiento con un 70%, además, el 40% de las empresas consideran la experiencia profesional como criterio fundamental.

Áreas de conocimiento más importantes en un Ingeniero Metalúrgico

Las áreas de conocimiento relevantes en un Ingeniero Metalúrgico se consideran así cuando presentan un nivel de dominio superior a 4. Para cuantificar la importancia es necesario establecer un valor numérico a la escala cualitativa: nada importante (1), poco importante (2), medianamente importante (3), importante (4), muy importante (5).

Para los empleadores encuestados, las áreas de conocimiento más importantes son: corrosión, selección de materiales, metalografía, procesos metalúrgicos y soldadura con valoración 5,0, 4,7, 4,2, 4,1 y 4,1 respectivamente. Es importante mencionar que el área de corrosión fue seleccionada por todos los empleadores, lo que hace evidente que es el área más fuerte de la carrera y es indispensable que los Ingenieros Metalúrgicos la dominen.

Las áreas de metalúrgica mecánica, física aplicada, tratamientos térmicos, beneficio de minerales, termodinámica, solidificación y diagramas de fase son considerados medianamente importantes por los empleadores y diseño de plantas, modelamiento y simulación poco importantes. (Ver Anexo W).

Preferencias por profesionales de Ingeniería Metalúrgica UIS

Se plantea esta pregunta con la intención de conocer la preferencia que tienen los empleadores por los egresados de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Industrial de Santander con respecto a otras universidades que ofrecen esta carrera; el resultado del estudio demuestra una preferencia del 80%, lo cual indica que el Ingeniero Metalúrgico de la UIS reúne las características, competencias y habilidades acordes con las perspectivas empresariales; habría que decir también que la UIS goza de buen reconocimiento en la región, lo que puede ser considerado como un factor influyente en la selección por parte del empleador.

Preferencias por las cuales son seleccionados los egresados de Ingeniería Metalúrgica de la UIS

En esta pregunta se reconoce cuáles son las preferencias que tienen los empleadores al momento de seleccionar los egresados de la EIMT; los resultados arrojaron (Ver Anexo W. Figura W.5) que el 80% de las empresas contratan a los egresados según su desempeño profesional, seguido del 70% por la preparación académica recibida por la escuela, el 60% los eligen por la actitud frente al entorno laboral, el 50% por el prestigio de la institución, el 20% por las habilidades

comunicativas, finalmente ninguna de las empresas prefieren seleccionar a los egresados por el entorno social ni por la presentación personal.

Los resultados demuestran que los empleadores de los egresados de la EIMT tienen buena percepción debido al prestigio que desde hace tiempo tiene la UIS, la excelente preparación académica que tienen los egresados de Ingeniería Metalúrgica, el óptimo desempeño laboral y la importancia de la educación recibida ha sido fundamental para que las empresas tengan preferencia al seleccionar a los egresados.

Campos de Acción donde se encuentran ubicados los Ingenieros Metalúrgicos

De acuerdo a los resultados se observa que los campos donde se encuentran ubicados los Ingenieros Metalúrgicos de la UIS en las diferentes empresas que participaron en la encuesta (Ver Anexo W. Figura W.6) está el de corrosión y control de la corrosión en los materiales y selección de materiales con un porcentaje de 20,5% con participación de 8 empresas, seguido del control destructivo y no destructivo de partes y piezas con el 17,9% desarrollada en 7 empresas y finalmente el 10,3% en tratamientos térmicos de metales y aleaciones y Metalurgia Mecánica con participación de 4 empresas (Ver Anexo W. Tabla W.7).

Según las áreas de conocimiento más importantes en un Ingeniero Metalúrgico y del párrafo anterior, se deduce que para el empleador es fundamental el área de la corrosión y selección de materiales por esto es elemental que mantengan estas áreas en la EIMT.

Salarios de los Ingenieros Metalúrgicos

Según la información obtenida por parte de los empleadores entrevistados, el 43% de los egresados tienen ingresos salariales de entre 4 y 5 SMMLV, el 29%

cuenta con un sueldo entre 6 y 7 SMMLV, el 14% obtienen ingresos entre 1 y 3 SMMLV, el 7% devenga entre 8 y 9 SMMLV y el 7% restante corresponde a los egresados que reciben una remuneración de más de 9 SMMLV. (Ver Anexo W)

Tiempo que tienen los Ingenieros Metalúrgicos trabajando en las empresas entrevistadas

La figura W.8 del anexo W muestra que el 27,8% de los Ingenieros Metalúrgicos han permanecido en su trabajo entre uno y dos años, con un porcentaje de 22,2% tienen una antigüedad de entre 3 y 4 años y más de 8 años de trabajo para cada uno.

La antigüedad mínima se ve reflejada en el intervalo de entre 7 y 8 años con un porcentaje de 11,1% de la participación total.

Tipo de contratación

El 55% de los egresados tienen contrato laboral a término indefinido, el 36% compete a los que tienen contrato a término fijo y el 9% restante corresponde a contratos por duración de labor.

Niveles jerárquicos que ocupan los Ingenieros Metalúrgicos

Los niveles jerárquicos que ocupan los Ingenieros Metalúrgicos de la UIS están distribuidos de la siguiente forma: el 32% de estos hacen parte del nivel intermedio, es decir que se desempeñan en cargos como jefes de departamento, jefes de planta y supervisores, el 21% en el nivel administrativo, el 21% en nivel operativo en cargos como empleados, operarios de cada departamento y auxiliares, el 16% en el nivel directivo y el 10% restante en otros niveles como líderes de procesos y proyectos. (Ver Anexo W).

Nivel de desempeño de los Ingenieros Metalúrgicos UIS

El nivel de satisfacción con la labor desempeñada por los Ingenieros Metalúrgicos de la UIS expresado por parte de los empleadores es de 80% en grado muy satisfecho y el 20% restante grado satisfecho. (Ver Anexo W).

Grado de importancia de las competencias de los Ingenieros Metalúrgicos

El propósito de este ítem es conocer y medir por nivel de importancia la expectativa⁹⁵ y la percepción⁹⁶ que tienen los empleadores sobre las competencias relacionadas con el campo de desempeño de los Ingenieros Metalúrgicos de la Universidad Industrial de Santander.

Se designa un valor numérico a la escala cuantitativa para determinar el nivel de importancia, siendo: (1) nada importante, (2) poco importante, (3) medianamente importante, (4) importante y (5) muy importante.

La competencia mejor percibida por el empleador corresponde a comprende la naturaleza de la estructura interna de los materiales de ingeniería, las relaciones existentes entre éstas, su comportamiento y sus propiedades con una valoración de 4,6 y la expectativa tiene una valoración de 4,2, esta es la única competencia en la que la percepción está por encima de la expectativa, en segundo lugar se localizan comprende el monitoreo y control de la corrosión y muestra que es un ciudadano ético, creativo y preocupado por la preservación del medio ambiente con una valoración de 4,1, las expectativas ante éstas son 4,6 y 4,5 respectivamente; seguido de domina las ciencias básicas y los principios que rigen la Ingeniería Metalúrgica y muestra sensibilidad a los problemas sociales con una escala de 4 y expectativa de 4,4 y 4,5 correspondientemente; otras competencias consideradas por los empleadores como medianamente importantes son: evalúa e

⁹⁵ Valoración que el empleador espera tener de un Ingeniero Metalúrgico acerca de las competencias para su desempeño laboral.

⁹⁶ En el tiempo que lleva el Ingeniero Metalúrgico en la empresa como percibe el empleador su desempeño laboral.

implementa la integridad y vida residual de los equipos, haciendo uso racional de ensayos no destructivos aplicando para ello las normas pertinente con percepción de 3,9 y expectativa de 4,2; investiga y contribuye a la solución de problemas relacionados con los materiales; maneja las relaciones interpersonales que le facilitan el desarrollo de proyectos colaborativos e interdisciplinarios; propone, ejecuta y controla sistemas de calidad de procesos y productos; planea y desarrolla actividades de optimización de los procesos metalúrgicos, mediante el control de las variables involucradas en cada uno de ellos y el uso racional de los recursos.

La competencia con menor valoración fue: interpreta la información financiera y comprende la situación económica del país con una valoración de 2,8 y una expectativa de 4,1 (valoración importante), lo que revela que existe una diferencia marcada entre lo que tiene y lo que el empleador quiere.

Es importante destacar que los empleadores pretenden que los Ingenieros metalúrgicos desarrollen en mayor grado la comprensión de su condición como ciudadano partícipe del desarrollo local y nacional y en la construcción de una sociedad civil, democrática y pacífica y la comprensión de los efectos y las consecuencias sociales y ambientales de los modelos tecnológicos de la ingeniería. (Ver Anexo W).

Correlación entre competencias

Se realiza un análisis de correlación a las competencias considerando la expectativa y percepción del empleador para conocer la correspondencia de las variables.

Se puede observar en la Figura W.11 el resultado del análisis de correlación de las competencias esperadas (expectativa) por el empleador, las más significativas son:

- Comprende todas las etapas del proceso de obtención de materiales metálicos y no metálicos a partir de sus materias primas tiene relación con la competencia de comprender la extracción, beneficio y adaptación de metales y materiales a partir de los minerales que los contienen, como comprende la transformación de materiales metálicos y no metálicos como fundición moldeo, conformado, soldadura, tratamiento térmico, así mismo con la competencia planea y desarrolla actividades de optimización de los procesos metalúrgicos, mediante el control de las variables involucradas en cada uno de ellos y el uso racional de los recursos.
- Comprende la extracción, beneficio y adaptación de metales y materiales a partir de los minerales que los contienen está relacionado con la competencia comprende los efectos y las consecuencias sociales y ambientales de los modelos tecnológicos de la ingeniería.
- Comprende los efectos y las consecuencias sociales y ambientales de los modelos tecnológicos de la ingeniería tiene relación con la competencia muestra que es un ciudadano ético, creativo y preocupado por la preservación del medio ambiente está relacionado con muestra sensibilidad a los problemas sociales así como con investiga y contribuye a la solución de problemas relacionados con los materiales.
- Comprende su condición de ciudadano participe del desarrollo local y nacional y en la construcción de una sociedad civil, democrática y pacífica está relacionada con la competencia interpreta la información financiera y comprende la situación económica del país.

Las competencias que tienen correlación significativa respecto a la percepción de los empleadores se muestra (Ver Anexo W. Figura W.13), estas son:

- Domina las ciencias básicas y los principios que rigen la Ingeniería Metalúrgica tiene relación con Proponer, ejecuta y controla sistemas de calidad de procesos y productos.

- Muestra que es un ciudadano ético, creativo y preocupado por la preservación del medio ambiente está relacionada con domina las ciencias básicas y los principios que rigen la Ingeniería Metalúrgica.
- Comprende todas las etapas del proceso de obtención de materiales metálicos y no metálicos a partir de sus materias primas tiene relación comprende la extracción, beneficio y adaptación de metales y materiales a partir de los minerales que los contienen.
- Comprende la transformación de materiales metálicos y no metálicos como fundición moldeo, conformado, soldadura, tratamiento térmico tiene relación comprende todas las etapas del proceso de obtención de materiales metálicos y no metálicos a partir de sus materias primas.
- Comprende todas las etapas del proceso de obtención de materiales metálicos y no metálicos a partir de sus materias primas se relaciona con planea y desarrolla actividades de optimización de los procesos metalúrgicos, mediante el control de las variables involucradas en cada uno de ellos y el uso racional de los recursos.
- Comprende la extracción, beneficio y adaptación de metales y materiales a partir de los minerales que los contienen se relaciona comprende la transformación de materiales metálicos y no metálicos como fundición moldeo, conformado, soldadura, tratamiento térmico.
- Planea y desarrolla actividades de optimización de los procesos metalúrgicos, mediante el control de las variables involucradas en cada uno de ellos y el uso racional de los recursos tiene relación con comprende la extracción, beneficio y adaptación de metales y materiales a partir de los minerales que los contienen.
- Comprende su condición de ciudadano partícipe del desarrollo local y nacional y en la construcción de una sociedad civil, democrática y pacífica tiene relación con comprender la extracción, beneficio y adaptación de metales y materiales a partir de los minerales que los contienen.
- Comprende la transformación de materiales metálicos y no metálicos como fundición moldeo, conformado, soldadura, tratamiento térmico tiene relación

con planea y desarrolla actividades de optimización de los procesos metalúrgicos, mediante el control de las variables involucradas en cada uno de ellos y el uso racional de los recursos.

- Comprende su condición de ciudadano partícipe del desarrollo local y nacional y en la construcción de una sociedad civil, democrática y pacífica tiene relación interpreta la información financiera y comprende la situación económica del país.

En las apreciaciones hechas por los empleadores, tanto de expectativas como de percepción sobresale que comprende la extracción, beneficio y adaptación de metales y materiales a partir de los minerales que los contienen y comprende todas las etapas del proceso de obtención de materiales metálicos y no metálicos a partir de sus materias primas, de igual forma, comprende la transformación de materiales metálicos y no metálicos como fundición moldeo, conformado, soldadura, tratamiento térmico, planea y desarrolla actividades de optimización de los procesos metalúrgicos, mediante el control de las variables involucradas en cada uno de ellos y el uso racional de los recursos, comprende los efectos y las consecuencias sociales y ambientales de los modelos tecnológicos de la ingeniería. Las anteriores competencias hacen referencia a la existencia de una correlación relevante y una fuerte tendencia a relacionarse con las demás competencias, ya que tiene firme manifestación en las dos apreciaciones.

7.5 COMPARACIÓN ENCUESTA EMPLEADORES Y EGRESADOS

La Figura 6 muestra la expectativa (Grado de desarrollo de las competencias que deben tener los Ingenieros Metalúrgicos para su desempeño laboral) y percepción (Grado de desarrollo de las competencias que tienen los Ingenieros Metalúrgicos al ingresar al medio laboral) que los empleadores tienen respecto a los Ingenieros Metalúrgicos de la UIS, además, la expectativa (Grado de desarrollo de acuerdo

con los requerimientos actuales) y la percepción (Grado de desarrollo al momento de la graduación) según las competencias de los egresados.

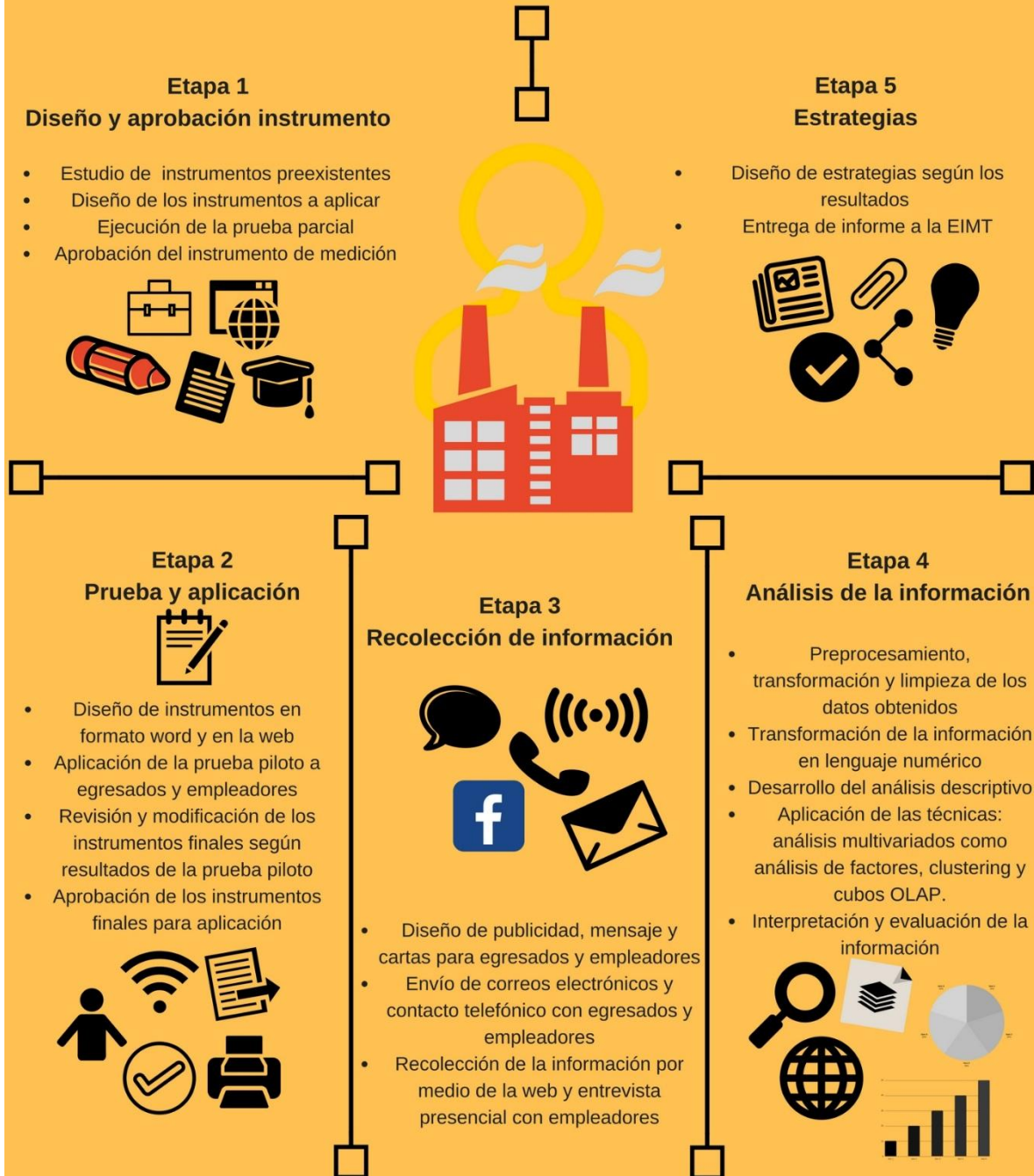
Es evidente que la expectativa del egresado y el empleador son parecidas considerando que se encuentran en el mismo nivel de valoración. Respecto a la percepción y expectativa tanto de egresados y empleadores la diferencia aumenta dependiendo de las competencias, en cuanto a la competencia Interpreta la información financiera y comprende la situación económica del país muestra el menor valor percibido por parte de los egresados y empleadores, de manera que es fundamental fortalecer estas competencias de formación complementaria y aplicada en la EIMT.

Figura 6. Comparación entre las competencias de la encuesta egresados y empleadores.



8. FRAMEWORK

SEGUIMIENTO A EGRESADOS-EMPLEADORES



Es una estructura hecha a partir de conceptos, prácticas y criterios que permiten definir el proceso desarrollado para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el estudio de seguimiento a egresados de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica UIS; además, sirve como referencia para la realización de futuros estudios de seguimiento a egresados. Se divide en las siguientes etapas:

ETAPA 1. DISEÑO Y APROBACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

Esta etapa inicia con la revisión a estudios de seguimiento realizados anteriormente, así mismo, se consideran los instrumentos de medición existentes, ya que proporcionan información relevante para tener en cuenta durante el desarrollo del estudio. Los pasos a seguir en esta etapa son:

- Formulación y diseño de los instrumentos a aplicar.
- Con el objetivo de precisar la estructura y el diseño de los instrumentos, se realiza una prueba parcial.
- Aval a los instrumentos de medición por parte de la Dirección de Escuela.

ETAPA 2. PRUEBA Y APLICACIÓN

- Diseño de los instrumentos de medición en la plataforma Online Encuesta para aplicar a los egresados y documento en Microsoft Word para aplicar a los empleadores.
- Diseño de cartas, publicidad y mensaje que se envía a egresados y empleadores con el fin de dar a conocer el objetivo del estudio.
- Prueba piloto que permite percibir los ajustes que deben hacerse en contraste con los objetivos del estudio.
- Realizadas las correcciones sugeridas por los participantes de la prueba piloto, se aprueban los instrumentos finales por parte de la Dirección de Escuela.

Para el desarrollo de futuros estudios, es necesario tener en cuenta la última actualización de la base de datos y registrar la información concerniente a los

años a los que se desea aplicar el estudio, esto con el fin de obtener información completa del egresado.

ETAPA 3. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Esta etapa se desarrollada en gran medida para la población de egresados como para la población de empleadores y está constituida por las siguientes etapas:

- Diseño de cartas, publicidad y mensaje (ambas poblaciones).
- Envío de correos electrónicos (ambas poblaciones).
- Contacto telefónico (ambas poblaciones).
- Envío de cartas (empleadores).
- Recolección de la información, por medio de entrevista-encuesta presencial (empleadores) y vía web (egresados).

ETAPA 4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis de la información debe hacerse por una persona que tenga conocimientos estadísticos y manejo del software utilizado. Los pasos a seguir son:

- Preprocesamiento, transformación y limpieza de los datos obtenidos.
- Análisis descriptivo
- Aplicación de las técnicas: análisis multivariados como análisis de factores, clustering y cubos OLAP.
- Interpretación y evaluación de la información.

ETAPA 5. ESTRATEGIAS

En relación con los resultados obtenidos, se sugiere la implementación de las siguientes estrategias:

- Para instaurar seguimiento permanente entre los egresados y la Escuela de Ingeniería Metalúrgica, es necesario elegir una muestra y evaluar anualmente durante cinco años, esto, con la intención de obtener datos que permitan observar los cambios a través del tiempo. Para conseguirlo, se sugiere comprar un sistema de información que posibilite el suministro y cruce de los datos y además obtener resultados rápidamente.
- Realizar un nuevo estudio de seguimiento a egresados como el desarrollado en este proyecto, siguiendo la metodología planteada. Se sugiere llevarlo a cabo en tres años, para poder analizar el cambio que han tenido los egresados de los años 2015 y 2014 quienes actualmente corresponden al momento uno y dos, y transcurrido este tiempo serán ubicados en el momento 3; habría que decir también, que la parte correspondiente a inserción laboral debe ser excluida.

9. CONCLUSIONES

- Al limpiar y organizar la base de datos de egresados de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica, fue posible obtener datos completos de la población estudio; se alimenta con 126 registros que incluyen información como: datos básicos de contacto, país, departamento y ciudad de residencia, empresa en la que trabaja/estudia y cargo que desempeña.
- Para realizar el diseño de la encuesta a egresados fue fundamental la información de los instrumentos de medición basados en las sugerencias del Observatorio laboral para la Educación (OLE) y el manual Red gradua2.
- La encuesta aplicada a los egresados facilita a las investigadoras reunir importante información concerniente a datos sociodemográficos, Trayectoria Académica, Trayectoria Laboral y Profesional, Situación Ocupacional, Satisfacción Académica, Satisfacción profesional, pertinencia educativa, campos de acción en los que se desarrolla actualmente el Ingeniero Metalúrgico, satisfacción de los empleadores y competencias percibidas por los empleadores.
- Se aplica el instrumento de medición a los egresados por medio de la herramienta Online Encuesta, obteniendo 154 registros. Esta herramienta es gratuita, fácil de manejar y permite recolectar información rápidamente.
- La población estudio, volvería a estudiar en la Universidad Industrial de Santander por la calidad de la formación, la posibilidad de realizar intercambios nacionales e internacionales y por el apoyo al desarrollo de la investigación.

- El nivel de las competencias desarrolladas actualmente en el clúster uno y clúster tres del momento uno, están ubicadas en su mayoría en grado medio; para el clúster dos en grado muy alto.
- Por medio del análisis de factores fue posible reducir para el momento uno de las 19 competencias valoradas en el instrumento de medición, a un menor grupo formado por 3 factores, analizando los egresados con una menor cantidad de variables.
- El uso de contacto telefónico, permitió perfeccionar la base de datos de los egresados de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y establecer un contacto permanente con los mismos.
- Para establecer la base de datos de empresas, fueron tomadas las respuestas que los egresados proporcionaron en el diligenciamiento de su instrumento de medición.
- De acuerdo a la encuesta-entrevista realizada a empleadores, el mejor método para la recolección de la información es a través de la visita presencial, ya que ayuda a obtener información de la percepción de empleadores sobre las competencias generales que tienen los profesionales de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales.
- La mayor parte de la población estudio se encuentra dentro del país, la salida a otros países empieza a presentarse en los egresados que conforman el momento dos y tres. A nivel nacional, el departamento de Santander es el que contempla la mayoría de los egresados de la EIMT, en municipios como: Bucaramanga, Barrancabermeja, Piedecuesta, Girón y Floridablanca.
- La perspectiva internacional para los egresados de Ingeniería Metalúrgica es baja, ya que, de la población estudio, se presenta en los momentos dos y tres

con una tasa de 4% para México y 2% para países como España, Estados Unidos y Brasil.

- De la población estudio, las mujeres tuvieron un porcentaje similar; la cantidad de graduadas en los años 2010, 2011 y 2012 fue de 44%, mientras que en los años 2013 y 2014 fue del 45% y en el 2015 fue del 41%, por otra parte, se encontró que para los hombres en el momento tres fue de 56%, momento dos 55% y momento uno 59%.
- Con un porcentaje superior al 60% la población tiene conocimiento del inglés, además usan otros idiomas como el portugués (11%), el italiano (9%) y el francés (7%), los beneficios que los egresados han obtenido por el dominio que tienen de otros idiomas son las oportunidades laborales, oportunidades académicas, y aprovechamiento en congresos, viajes y ponencias.
- Más del 22% de la población en su plan de vida su prioridad es trabajar fuera de Colombia, tienen otras preferencias como estudiar un posgrado en Colombia, trabajar en Colombia, crear una empresa, estudiar un posgrado fuera de Colombia e Iniciar una nueva carrera universitaria.
- El 10% y 18% de los egresados de los momentos dos y tres respectivamente, realizan entre sus estudios superiores especialización y maestría. En el momento uno, tan sólo un 3% de los egresados realizan estudios de maestría.
- Más del 20% de los egresados de los tres momentos se desempeñan en cargos de nivel operativo, en cargos de nivel intermedio, el 22%, 39% y 47% respectivamente y en cargos administrativos 0% para el primer momento y menos del 10% en los momentos dos y tres.

- El 47% de los egresados del momento tres, tienen contrato a término indefinido; el 29% los egresados correspondientes al momento dos tienen contrato a término fijo y el 31% de los egresados del momento uno, contrato por prestación de servicios.
- El campo donde los egresados consiguen mayores opciones laborales es en corrosión y control de la corrosión en los materiales con un porcentaje del 12%, 16% y 19% para los momentos uno, dos y tres respectivamente. Igualmente para esos momentos donde menos se desempeñan los egresados es en la Agroindustria con 6%, 2% y 0%. La acción que más desarrollan los egresados es la de mantenimiento con un porcentaje de 34% y la que menos desarrollan es la de automatización.
- Los egresados del momento uno y dos ganan entre 1 y 3 SMLMV, en cambio la población del momento tres es la que recibe entre tres y cinco SMLMV.
- El prestigio de la universidad es uno de los aspectos a evaluar en el momento de la vinculación laboral, al mismo tiempo que el desempeño en la entrevista y la experiencia laboral.
- Los egresados consideran que el contenido interdisciplinar del plan de estudios de la EIMT los hace sentir satisfechos, sin embargo, creen que debe implementarse el uso de material en otro idioma y reforzar la enseñanza de fundamentos de emprendimiento.
- La principal dificultad para los egresados al momento de conseguir empleo es que carecen de la experiencia necesaria con un porcentaje del 50%, también indican que no hay trabajo disponible en la ciudad en donde viven con un 22%, además el 10% señala que no encuentran el trabajo apropiado en su oficio o profesión.

- Los egresados expresan que la formación proporcionada por la UIS, está alineada con su misión institucional; igualmente, están de acuerdo en que la aplicación de sus conocimientos ha sido considerada de calidad.
- En el desarrollo de las competencias complementarias y de la Ingeniería Metalúrgica aplicada, se puede observar que a medida que aumentan los años de graduación de la universidad (momento dos y tres), el grado de desarrollo de las competencias aumenta, mientras que en el momento uno, es casi insignificante la diferencia que existe tanto en el momento de la graduación como el actual.
- En general, la población estudio manifiesta que el campo de acción donde mayormente se desempeña el ingeniero metalúrgico es el mantenimiento, mientras que el más bajo es la automatización, más aún, es fundamental fortalecer las competencias correspondientes a los conceptos de empresa y sus procesos internos, gestión de empresas y los procesos económicos de los sectores productivos del entorno.
- Desde la perspectiva de los empleadores, los campos de acción en los que se encuentran laborando los ingenieros metalúrgicos es en corrosión y control de los materiales, selección de los materiales y control destructivo y no destructivo de partes y piezas.
- Las competencias que deben ser fortalecidas por parte de la EIMT son las relacionadas con fundamentos de emprendimiento, interpretación y manejo de la información financiera y la situación económica del país.
- Algunas sugerencias para la EIMT obtenidas en el instrumento aplicado a empleadores son: profundizar en ensayos no destructivos, catódica con recubrimientos, revisión de problemas de geotecnia para integridad de activos,

sistemas de programación, temple por inducción, manejo de los procesos y metrología, además, fortalecer en lo concerniente a liderazgo, formación humana y trabajo en equipo.

10. RECOMENDACIONES

- Es relevante actualizar los instrumentos de medición creados en este proyecto cada vez que sean aplicados en futuros estudios de seguimiento a egresados; en caso de que se decida incluir nuevas preguntas, debe procurarse que estas no sean de tipo abiertas, ya que dificultan el desarrollo del análisis.
- Con el propósito de lograr mejor acercamiento con los egresados de Ingeniería Metalúrgica y mayor respuesta en el momento de obtener la información se efectúa contacto directo con los egresados por medio de llamada telefónica; dado que fue notable la emoción de conocer que la Escuela considera importante y fundamental la opinión de ellos.
- Aplicar el instrumento de medición por medio de una herramienta Online, que sea de fácil acceso para los egresados y a su vez, permita a los investigadores obtener la información del cuestionario de forma rápida y sin ningún costo.
- Aplicar la encuesta personalmente a los empleadores con la intención de obtener información más detallada, y es útil crear un vínculo permanente con los empleadores y obtener diferentes criterios acerca de las competencias de los egresados desde una perspectiva exterior.
- Debido a que la aplicación del instrumento de medición a los empleadores se realiza de manera personal, es fundamental contar con un intervalo de tiempo amplio, que permita obtener mayor tasa de respuesta y recolectar datos confiables.

BIBLIOGRAFÍA

ALDANA DE BECERRA, Gloria Marlen, et al . Seguimiento a egresados. Su importancia para las instituciones de educación superior. [En línea]. [Consultado 5 abril 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/RgmCHg>>

ANÁLISIS DISCRIMINANTE: El procedimiento Discriminante. Capítulo 23. [En línea]. [Consultado 1 Junio 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/D631Sg>>

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

ARIZA ALDANA, Mónica Bibiana, CHANAGÁ MEZA, Liliana Andrea, DÍAZ MELGAREJO, Christian Guillermo, GARCÍA DUARTE, Diego Andrés, PIMIENTO VALENCIA, Ruth Marcela. Evaluación del graduado de Ingeniería Industrial 2005-2009 de la Universidad Industrial de Santander desde la perspectiva de los empleadores de Bucaramanga y su Área Metropolitana, 2010.

BARRADAS ALARCÓN, María Esther. Seguimiento de egresados, una excelente estrategia para garantizar una educación de calidad.[en línea]. [Consultado 3 abril 2016]. Disponible en: <<https://goo.gl/kJYxLd>>

CARDOSO, O. N. P.; MACHADO, R. T. M. Gestão do conhecimento usando data mining: estudo de caso na Universidade Federal de Lavras. RAP. Revista Brasileira de Administração Pública, Rio de Janeiro, v. 42, n. 3, p. 495-528, maio/jun. 2008 [en línea]. [Consultado 17 marzo 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/eyR2VD>>

CARRILLO GARCÍA, Ángela Paola, BALLESTEROS SANTANA, Gladys Tatiana. Estudio de seguimiento a egresados de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander, 2015.

CASTAÑO DUQUE, Germán, GARCÍA SERNA, Luceila. Una revisión teórica de la calidad de la educación superior en el contexto colombiano. [En Línea]. Volumen 15, No. 2 (2012). [Consultado 11 de mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/xKGHL0>>

CASTAÑO, Elkin. Introducción al análisis de datos multivariados en ciencias sociales. p. 4.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1188 (25 de Abril de 2008). Por el cual se regula el registro calificado de programas de educación superior y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 46.971 de 25 de abril de 2008.

CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. Qué significa calidad en la educación superior. [en línea]. [consultado 10 de mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/FI49PC>>

DE LA ROSA, Carlos Andrés, ARRIETA TORRES, Wilmar. Estudio de Seguimiento a Egresados del programa de Ingeniería Industrial de La Universidad Industrial de Santander, 2010.

EL OBSERVATORIO DE LA UNIVERSIDAD COLOMBIANA. Egresados. [en línea]. [consultado 1 de Mayo 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/bHAqTp>>
El Muestreo, Estadística. [en línea]. [consultado 16 Noviembre 2016]. Disponible en <<http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/elmuestreo.pdf>>

ESCALONA RÍOS, Lina, FERNANDEZ CRUZ, Elba. Los estudios de egresados del área bibliotecológica: de la teoría a la práctica. [en línea]. [Consultado 22 abril 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/GTBu1o>>

FERNÁNDEZ DE LA FUENTE, Santiago. Análisis Factorial. Madrid, 2011, p. 1.

GARCIA REYES, Roberto. Minería de datos para la toma de decisiones e inteligencia de negocios: aplicaciones en la mercadotecnia, 2012, p. 20-22, 34, 43.

HASPERUÉ, Waldo. Extracción de Conocimiento en Grandes Bases de Datos Utilizando Estrategias Adaptativas: Buenos aires, 2012, p. 45.

LARA TORRALBO, Juan Alfonso. Marco de Descubrimiento de Conocimiento para Datos Estructuralmente Complejos con Énfasis en el Análisis de Eventos en Series Temporales: Madrid, 2010, p. 8, 9, 17, 19.

MARTINEZ ALVAREZ, Clemente Antonio. Aplicación de Técnicas de Minería de Datos para Mejorar el Proceso de Control de Gestión en ENTEL, 2012, p.31.

MEDINA, María Mercedes, MOSCONI, Etel Beatriz, COSCARELLI, Nélica Yolanda, RUEDA, Leticia, ALBARRACIN, Silvia Alicia. Seguimiento de egresados como herramienta de evaluación y retroalimentación. [en línea]. (2005). [consultado 1 de Mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/UyG996>>

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL RESOLUCIÓN 5775 de 2014

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Calidad en educación superior. En: Atblero, el periódico de un país que educa y se educa. [en línea]. 5 de junio

2001. [Consultado 10 de mayo de 2016]. Disponible en <<http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87349.html>>

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. perfil académico y condiciones de empleabilidad: graduados de educación superior (2001 – 2014) [en línea]. [Consultado 24 marzo 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/dgqChN>>

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Seguimiento a egresados, información para la pertinencia. En: Centro virtual de noticias. [en línea]. 25 de oct. 2007. [consultado 12 de mayo de 2016]. Disponible en <<http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/fo-article-136997.pdf>>

MOLINA LÓPEZ, José Manuel, GARCÍA HERRERO, Jesús. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS, 2006. p.107.

MUÑOZ A., Nelcy, RODRIGUEZ F., Patricia, HINCAPIE C., Jorge, AGUDELO G., Ana María, RAMÍREZ C., Ricardo. Percepción_graduados_Upereira. En: Percepción de empleadores sobre las competencias de graduados del Programa de Enfermería de la Fundación Universitaria del Área Andina de Pereira (Colombia). [En Línea]. Volumen 9, No. 2 (2012). [Consultado el 20. abril 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/YL0Gju>>

MURPHY, Kevin P. Machine Learning A Probabilistic Perspective [en línea]. [Consultado 13 Junio 2016]. Disponible en <<https://goo.gl/CSS6yl>>

NAVIDI, William. Estadística para ingenieros y científicos. 1 ed. México : McGraw Hill, 2006. p. 494, 495, 556, 557.

OBSERVATORIO LABORAL PARA LA EDUCACIÓN. Encuesta a empleadores [en línea]. [Consultado 23 Abril 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/vB1m6R>>

OBSERVATORIO LABORAL PARA LA EDUCACIÓN. Encuesta de seguimiento [en línea]. [Consultado 10 marzo 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/2UkeEt>>

OBSERVATORIO LABORAL PARA LA EDUCACIÓN. Seguimiento a graduados. [En línea]. [Consultado 2 de Mayo 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/KpecNP>>

OSPINO LEÓN, Luis Fernando, CARREÑO MOJICA, Jancy Mabel. Programa y Estudio de Seguimiento a Egresados de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander por medio de Técnicas de Minería de Datos, 2014.

PALMER POL, Alfonso, MONTAÑO MORENO, Juan José, PALOU OLIVER, María. En: Las competencias genéricas en la educación superior. Estudio comparativo entre la opinión de empleadores y académicos. [en Línea]. Volumen 21, No. 3 (2009). [Consultado el 25 abril 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/Mwz0Ci>>

PEÑA, Daniel. Análisis de datos multivariantes, 2002, p. 44.

PÉREZ LÓPEZ, César, SANTÍN GONZÁLEZ, Daniel. Minería de datos: Técnicas y herramientas. Editorial Paraninfo, 2007, p. 5,6,8.

RAMIREZ SIERRA, Yuly Andrea. Framework para el proceso de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, 2014.

RED GRADUA2 / ASOCIACIÓN COLUMBUS. Manual de Instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados. [En línea]. [Consultado 4 abril 2016]. Disponible en: <<https://goo.gl/qH14eC>>

RENOVACIÓN ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL. En: Cátedra Libre, Bucaramanga: (14, Agosto, 2014): 22-1, c.2.

RIQUELME, Jose, RUIZ, Roberto, GILBERT, Karina. Minería de Datos: Conceptos y Tendencias. En: Inteligencia Artificial. [En línea]. Vol. 10, No. 29 (2006). [Consultado 22 de Mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/k57c6s>>

SCHOMBURG, Harald. Manual para estudios de seguimiento a graduados universitarios. [En línea]. Alemania, 2004, p. 56. [Consultado el 20 de mayo de 2016]. Disponible en < http://www.mineduacion.gov.co/1621/articulos-136797_pdf.pdf>

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO. Seguimiento de egresados. [En línea]. [Consultado 10 de Mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/0aGUUE>>

UNIVERSIDAD DE LEÓN, Métodos de análisis de la inserción laboral de los universitarios [en línea]. [Consultado 11 abril 2016], p.: 18. Disponible en: <<https://goo.gl/byqer2>>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA. Análisis multivariado [en línea]. [consultado 20 marzo 2016]. Disponible en: <<http://goo.gl/Rq2rPn>>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE. Técnicas de Preprocesamiento para mejorar la calidad de los datos en un estudio de caracterización de

ingresantes universitarios. [en línea]. [consultado 24 Mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/qgz1W2>>

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. Informe resumen de los resultados del Proyecto PROFLEX en Latinoamérica. [en línea]. [Consultado 10 abril 2016], p.: 7,8,9,17,18. Disponible en: <<http://goo.gl/CxLpDJ>>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA. Minería de Datos [en línea]. [consultado 23 de Mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/NFmme3>>

VALENGA, F. FERNÁNDEZ, E., MERLINO, H., RODRÍGUEZ, D., PROCOPIO, C., BRITOS, P., GARCÍA MARTÍNEZ, R. Minería de Datos Aplicada a la Detección de Patrones Delictivos en Argentina. [en línea]. [consultado 3 Junio 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/EeYjy8>>

VILA, Amparo, SANCHEZ, Daniel, ESCOBAR, Luis. Relaciones causales en reglas de asociación, p. 6.

VILLENA ROMÁN, Julio, CRESPO GARCIA, Raquel M., GARCÍA RUEDA, José Jesús. Tema 7: Minería de Datos, Inteligencia en Redes de Comunicaciones. [en Línea]. [consultado 17 de mayo 2016]. Disponible en <<http://goo.gl/38r3IR>>

ZABALLA PARDO, Miguel. Técnicas de machine learning para la detección de la negación en textos clínicos en español: Madrid, Enero 2016, p.1-2.

ANEXOS