

**Estudio de seguimiento e impacto de los graduados de los programas de pregrado de la  
Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad  
Industrial de Santander**

**María Camila León Rojas – cód. 2152020**

**Proyecto de grado para optar el título de Ingeniera Industrial**

**Director: Henry Lamos Días**

**Ph.D Física-Matemáticas**

**Tutor: Yolanda Amorocho Gualdrón**

**Ingeniera Industrial, Magister en Ingeniería, área informática y Ciencias de la  
Computación**

**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas**

**Escuela de Estudios Industriales y Empresariales**

**Bucaramanga**

**2023**

**Tabla de contenido**

Introducción .....	11
1. Objetivos.....	15
1.1 Objetivo general.....	15
1.2 Objetivos específicos .....	15
2. Planteamiento del problema.....	17
3. Resultados esperados .....	19
4. Marco de referencia .....	21
4.1 Marco de antecedentes.....	21
4.1.1 Universidad Industrial de Santander.....	21
4.1.2 Artículos Nacionales e Internacionales .....	25
4.1.3 Sistema Nacional de Acreditación en Colombia .....	30
4.1.4 Observatorio Laboral para la Educación .....	32
4.1.5 SNIES - Sistema Nacional de Información de Educación Superior.....	33
4.2 Marco teórico.....	34
4.2.1 Educación Superior en Colombia .....	34
4.2.2 Calidad.....	34
4.2.3 Pertinencia educativa .....	35

4.2.4	Seguimiento a graduados .....	36
4.2.5	Objetivos de un seguimiento a graduados .....	37
4.2.6	Satisfacción del egresado.....	37
4.2.7	Aplicación de la minería de datos.....	38
4.2.8	Agrupamiento o Clustering.....	40
4.2.9	Regresión .....	41
4.2.10	Redes Bayesianas.....	41
4.2.11	Correlación .....	42
4.2.12	Análisis multivariante .....	42
4.2.13	Análisis de correspondencia .....	43
4.2.14	Análisis de componentes principales.....	44
4.2.15	El muestreo por selección intencionada o muestreo por conveniencia .....	44
4.2.16	Muestreo aleatorio y tipos de muestreo .....	45
4.2.17	SPSS Modeler.....	46
4.2.18	Power Bi .....	46
5.	Metodología .....	47
5.1	Primera fase: Integración y recopilación de la información de los graduados .....	47
5.1.1	Población estudio.....	48
5.1.2	Tipo de estudio .....	49
5.1.3	Instrumento de recolección.....	50

5.1.4	Montaje del instrumento .....	50
5.1.5	Prueba piloto .....	53
5.1.6	Técnicas de recolección de información.....	54
5.1.7	Medios de difusión .....	54
5.2	Selección, preprocesamiento, limpieza y transformación de los datos.....	56
5.3	Tercera fase: Análisis de datos e interpretación de resultados .....	57
5.3.1	Aplicación de técnicas univariadas.....	57
5.3.2.	Aplicación de técnicas multivariadas .....	72
5.4	Cuarta fase: Minería de texto.....	102
5.4.1	Información extraída de las redes profesionales.....	110
5.4.2	Ingeniería Electrónica.....	110
5.4.3	Ingeniería Eléctrica.....	112
5.5	Marco de trabajo .....	112
5.6	Socialización de resultados con la Escuela de Ingeniería.....	115
6	Conclusiones .....	115
7	Recomendaciones .....	119
8	Referencias.....	120

**Lista de tablas**

Tabla 1	<i>Cumplimiento de objetivos</i> .....	13
Tabla 2	<i>Graduados entre los periodos 2015-I y 2020-II</i> .....	48
Tabla 3	<i>Respuestas recolectadas</i> .....	55
Tabla 4	<i>Prueba de KMO y Barlett Ingeniería Eléctrica</i> .....	77
Tabla 5	<i>A Varianza total</i> .....	78
Tabla 6	<i>A Matriz componentes rotados</i> .....	79
Tabla 7	<i>A Prueba de KMO y Bartlett Ingeniería Eléctrica</i> .....	80
Tabla 8	<i>B Varianza total</i> .....	81
Tabla 9	<i>B Matriz de componentes rotados</i> .....	82
Tabla 10	<i>A Prueba de KMO y Bartlett Ingeniería Electrónica</i> .....	83
Tabla 11	<i>B Varianza total</i> .....	84
Tabla 12	<i>B Matriz componentes rotados</i> .....	85
Tabla 13	<i>A Prueba de KMO y Bartlett Ingeniería Eléctrica</i> .....	86
Tabla 14	<i>B Varianza total</i> .....	87
Tabla 15	<i>B Matriz componentes rotados</i> .....	88

**Lista de figuras**

Figura 1	<i>Estructura de un árbol de decisión</i>	39
Figura 2	<i>Conglomerados según competencias para Ingeniería Eléctrica al momento de ingresar a la universidad.</i>	91
Figura 3	<i>Conglomerados según competencias para Ingeniería Eléctrica una vez graduados de la universidad.</i>	92
Figura 4	<i>Conglomerados según competencias para Ingeniería Electrónica al momento de ingresar a la universidad.</i>	93
Figura 5	<i>Conglomerados según competencias para Ingeniería Electrónica al momento de salir de la universidad.</i>	94
Figura 6	<i>Ingeniería Eléctrica competencias a fortalecer</i>	103
Figura 7	<i>Ingeniería Electrónica competencias a fortalecer.</i>	104
Figura 8	<i>Ingeniería Eléctrica competencias adicionales</i>	105
Figura 9	<i>Ingeniería Electrónica competencias adicionales</i>	105
Figura 10	<i>Ingeniería Eléctrica principales fortalezas</i>	106
Figura 11	<i>Ingeniería Electrónica principales fortalezas</i>	106
Figura 12	<i>Ingeniería Eléctrica aspectos por mejorar</i>	107
Figura 13	<i>Ingeniería Electrónica aspectos por mejorar</i>	108
Figura 14	<i>Ingeniería Eléctrica ventajas de estudiar en la UIS.</i>	109
Figura 15	<i>Ingeniería Electrónica ventajas de estudiar en la UIS.</i>	109
Figura 16	<i>Perfiles destacados LINKEDIN Ingeniería Electrónica</i>	110
Figura 17	<i>Perfiles destacados LINKEDIN Ingeniería Eléctrica</i>	112

Figura 18 *Marco de trabajo del proyecto* ..... 113

### **Lista de apéndices**

Ver documentos adjuntos en la carpeta Apéndices.

Apéndice A. Correo de invitación y recordatorio

Apéndice B. Instrumento de medición graduados Ingeniería Eléctrica M0

Apéndice C. Instrumento de medición graduados Ingeniería Eléctrica M1 - M5

Apéndice D. Instrumento de medición graduados Ingeniería Electrónica M0

Apéndice E. Instrumento de medición graduados Ingeniería Electrónica M1 - M5

Apéndice F. Campaña publicitaria para redes sociales

Apéndice G. Estudio de seguimiento a graduados, Power Bi

Apéndice H. KMO y prueba de Bartlett

Apéndice I. Análisis factorial Matriz anti-imagen

Apéndice J. Gráficos Dendograma.

## Resumen

**Título:** Estudio de seguimiento e impacto de los graduados de los programas de pregrado de la escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander<sup>1</sup>.

**Autores:** María Camila León Rojas<sup>2</sup>

**Palabras claves:** Seguimiento a graduados, pertinencia, calidad de la educación, análisis factorial, minería de datos, empleadores, análisis multivariado, acreditación institucional.

**Descripción:** Este proyecto propone la construcción de un instrumento de medición basado en la metodología sugerida por el OLE, en la red de graduados y en investigaciones anteriores, siendo este modificado por el investigador para obtener resultados pertinentes. Una vez construido el instrumento de medición, se realizan mejoras, se presenta la prueba piloto para validar su contenido, y a continuación, se utiliza la plataforma LimeSurvey para programar la encuesta, ser enviada y/o publicada. Por consiguiente, a esto se le hace un seguimiento para desarrollar estrategias que permitan su difusión a la máxima cantidad de personas dentro de la población objetivo, que son los estudiantes graduados entre el 2015 y el 2020 de los programas de pregrado de la escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander. Al momento de obtener los datos, se prosigue con su limpieza y procesamiento, donde se aplican análisis univariados, multivariados, factoriales, de conglomerado y finalmente se aplica minería de texto, usando principalmente los programas de Power Bi, SPSS y Excel. Los resultados obtenidos por estos procesos se exponen con análisis gráficos y descriptivos, para tener la capacidad de formar conclusiones, con el fin de comunicarlo con la Escuela para la formación de estrategias correspondientes que proporcionen la acreditación en alta calidad como IES y permitan actualizar, modificar y alinear los programas académicos con el entorno laboral actual.

---

<sup>1</sup> Trabajo de Grado.

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Ingeniería Industrial. Director: Henry Lamos Días, Ph.D Física-Matemáticas.

### **Abstract**

**Title:** Follow-up and impact study of graduates from the Industrial University of Santander's School of Electrical, Electronic, and Telecommunications Engineering bachelor's degree<sup>3</sup>.

**Author:** María Camila León Rojas<sup>4</sup>.

**Keywords:** Follow-up to graduates, relevance, high-quality education, factor analysis, data mining, employers, multivariate analysis, institutional accreditation.

**Description:** The goal of the project was to create a survey from the methodology suggested by the OLE, the alumni network, and past investigations, modified by the investigator to obtain relevant results. Once the instrument of measurement was built, improvements were made, and the final experiment was presented to validate its content and move forward with the experiment; the LimeSurvey platform was used to codify the survey and send it by email using the alumni database. Therefore, this was followed up to develop strategies that allowed sharing it to the most people possible within the chosen population: the students who graduated between 2015 and 2020 from the Industrial University of Santander's School of Electrical, Electronic, and Telecommunications Engineering bachelor's degree. The process of obtaining the data continued, with univariate, multivariate, factorial, and conglomerate analyses being applied. To finish off, test mining was mainly applied using programs such as Power Bi, SPSS, and Excel. The obtained results were exposed with graphic and descriptive analysis, to be able to form conclusions and communicate them with the school to create corresponding strategies that provide high-quality accreditation as EIS and allow updates and modifications that align the academic programs with the current work environment.

---

<sup>3</sup> Degree work.

<sup>4</sup> Faculty of Physical-Mechanical Engineering, Industrial Engineering. Director: Henry Lamos Días, Ph.D Physics & Mathematics.

## **Introducción**

La educación superior en Colombia se ha venido transformando en los últimos años para estar al margen del cambio acelerado en la sociedad, que se originó con la llegada de la era de la información y del conocimiento. Este desafío conlleva cambios socioeconómicos considerables que afectan la percepción de la educación y su relación con la economía, más precisamente el mercado laboral. La razón particular para la adaptación de esta serie de variantes es el estudio del vínculo inherente entre la formación académica y las demandas laborales actuales.

Con el objeto de suplir las necesidades de la sociedad y el entorno laboral colombiano de acuerdo con las expectativas y metas de todos los individuos interesados en una formación superior, se introduce el concepto de calidad y pertinencia educativa aplicado en las instituciones de educación superior, y se expresa la importancia de que las universidades cumplan con lo ya mencionado y asimismo alcancen un nivel positivo en la satisfacción de los graduados de una institución con relación a la actividad laboral y el desempeño profesional. En ese sentido, se genera una responsabilidad alrededor de las universidades en la formación de estudiantes con experiencias, competencias y habilidades, capaces de aportar al desarrollo socioeconómico del país. Para lo anterior, se requiere un proceso de evaluación y mejoramiento de los programas académicos que se logran gracias a una serie de elementos que impactan la percepción de calidad y satisfacción profesional, la cual debe ir en congruencia con los requerimientos que las organizaciones buscan en los graduados para su futura contratación.

Dichos requerimientos continuarán variando por el contexto dinámico en el que el entorno global se encuentra, por lo cual se necesitan profesionales cada vez más íntegros, equipados por un conjunto de conocimientos y destrezas con el nivel suficiente para afrontar los desafíos que las

empresas precisan. Para lograr un desarrollo idóneo de la formación superior en Colombia, el Sistema Nacional de Acreditación en Colombia (SNA) junto con el Ministerio de Educación Nacional han desarrollado diferentes planes, en orden de cumplir con el objetivo de la acreditación de alta de calidad de los programas académicos y de las universidades. En este sentido, se introduce la necesidad de contar con un marco de trabajo para el seguimiento a graduados, con el objeto de recibir una realimentación constante que ayude al afianzamiento por parte de las instituciones en su búsqueda del cumplimiento de las exigencias, propósitos, objetivos sociales y formativos.

De esta manera, la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones se encuentra interesada en realizar estudios de seguimiento a graduados y afianzar la relación con los mismos, con el fin de valorar su experiencia con el programa académico, así como su desempeño y satisfacción en el entorno laboral gracias a la educación y formación recibida en los programas académicos por parte de la Escuela. Siendo este proyecto de gran importancia para la identificación del grupo de habilidades solicitadas para la demanda laboral actual y del mismo modo, para la evaluación del programa académico, el mejoramiento continuo, la superación de debilidades y la consolidación de las fortalezas.

Los estudios de seguimientos a graduados facilitan el descubrimiento de información relevante acerca de la percepción de estos, con respecto a su desempeño laboral y la manera en que el curso académico contribuyó positiva o negativamente para la obtención de oportunidades laborales en el entorno profesional, de acuerdo con las demandas actuales del mismo. Por esta razón, es fundamental la evaluación y la construcción permanente de un programa que logre crear espacios de innovación y aprendizaje, y que conduzca a formular estrategias y políticas eficaces para el avance institucional. Estableciendo fuertes vínculos de doble vía entre la universidad y los

graduados como sistema de realimentación, generando información accesible, para la contribución beneficiosa a la comunidad educativa y a la sociedad.

Tabla 1

*Cumplimiento de objetivos*

Objetivos	Cumplimiento
Verificar, depurar, limpiar y consolidar fuentes de datos con información de contacto de los graduados de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones entre los periodos 2015 - I y 2020 – II.	5.2 Selección, preprocesamiento, limpieza y transformación de los datos
Rediseñar un instrumento de recolección de información teniendo en cuenta los criterios de estudio utilizados por el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) que sea aplicada a los graduados de acuerdo con las necesidades y requerimientos de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.	5.1.3 Instrumento de recolección 5.1.4 Montaje del instrumento
Seleccionar información relevante de fuentes secundarias como la red profesional LinkedIn para completar el perfil de los graduados.	5.4.1 Información extraída de las redes profesionales

<p>Analizar los datos recolectados mediante técnicas de minería de datos y análisis multivariado con el fin de encontrar patrones que permitan caracterizar los graduados.</p>	<p>5.3.2.3. Aplicación de técnicas multivariadas</p>
<p>Construir los perfiles de los graduados del programa de Ingeniería para hallar características representativas, relaciones y patrones de comportamiento entre los datos para la toma de decisiones informadas.</p>	<p>5.1.1.1.1 Perfiles de agrupamiento</p>

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Realizar un estudio de seguimiento a los graduados de los programas de pre grado la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones para evaluar el impacto y pertinencia del programa, así como la satisfacción de sus graduados en el mercado laboral con el fin de contribuir a la mejora continua del programa académico.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Verificar, depurar, limpiar y consolidar fuentes de datos con información de contacto de los graduados de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones entre los periodos 2015 - I y 2020 – II.
- Rediseñar un instrumento de recolección de información teniendo en cuenta los criterios de estudio utilizados por el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) que sea aplicada a los graduados de acuerdo con las necesidades y requerimientos de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
- Seleccionar información relevante de fuentes secundarias como la red profesional LinkedIn para completar el perfil de los graduados.
- Analizar los datos recolectados mediante técnicas de minería de datos y análisis multivariado con el fin de encontrar patrones que permitan caracterizar los graduados.

- Construir los perfiles de los graduados del programa de Ingeniería para hallar características representativas, relaciones y patrones de comportamiento entre los datos para la toma de decisiones informadas.

## 2. Planteamiento del problema

Los programas académicos de las instituciones de Educación Superior (IES) buscan ser acreditados por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) con el fin de garantizar a la sociedad un alto nivel de calidad educativa ya que el objetivo fundamental del Sistema Nacional de Acreditación en Colombia (SNA) es garantizar a la sociedad que las instituciones de educación superior que conforman el sistema cumplen con los más altos requisitos de calidad y que realizan sus propósitos y objetivos (Artículo 53 de la Ley 30 de 1992). Por esta razón, un factor que influye en la excelencia del programa académico es el éxito profesional de los graduados en su vida laboral, por lo que se hace necesario conocer cómo su proceso académico interviene en el desarrollo de habilidades y competencias que responden a las necesidades del mercado laboral, y se evidencia la importancia de realizar un seguimiento a los graduados para brindar información significativa en la toma de decisiones estratégicas para el mejoramiento continuo de los programas académicos.

En consecuencia, para la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones es de suma importancia la realización de un estudio que identifique los logros y las problemáticas que presentan sus graduados en el ámbito laboral y a su vez, permita conocer su percepción sobre el impacto de la calidad de su programa académico en su desempeño, siendo el estudio de seguimiento una fuente de retroalimentación directa sobre la condición en la que se encuentra el programa para establecer las áreas por mejorar. Con base a esto surge la necesidad de crear una base de datos, que consolide esta información y aporte a generar nuevas estrategias para la construcción de un programa académico pertinente; además, esta base de datos será de suma utilidad para la elaboración futuros seguimientos e investigaciones en la Escuela.

Para desarrollar este proyecto se tomarán fuentes principales como el Observatorio Laboral para la Educación (OLE), en donde se encuentra información sobre las profesiones y su rendimiento en el mercado laboral, empleabilidad, salarios promedio y la clase de contratos. A su vez, pueden usarse fuentes secundarias como la red profesional LinkedIn y la red social científica Researchgate, donde se puedan recolectar datos cualitativos adicionales para completar la caracterización del perfil de los graduados.

### **3. Resultados esperados**

Se pretende desarrollar un estudio de seguimiento a los graduados de los programas académicos de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander, con el propósito de mejorar continuamente los programas y conocer la satisfacción de los graduados en el ámbito profesional por medio de la creación de un vínculo beneficioso entre las partes interesadas. una investigación para obtener resultados precisos cumpliendo con su desarrollo e interpretación

- Construir un libro que permita la investigación para obtener los resultados esperados cumpliendo con su desarrollo e interpretación que facilite su entendimiento y el acceso a información relevante para la creación de estrategias y mejoramiento de la toma de decisiones con el fin de alcanzar la calidad y pertinencia deseada por parte de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander. Esto se hace posible por medio de la adaptación del instrumento de medición recomendado por el Observatorio Laboral para la Educación (OLE), la realización de una prueba piloto, su posteriormente su validación, la recolección de datos, el empleo de la técnicas de minería de datos y análisis multivariable, la caracterización de perfiles para el hallazgo de patrones que se transformen en resultados comprensibles, visualizados por medio de un software (Power Bi) y finalmente, exponer las respectivas recomendaciones y conclusiones.

## SEGUIMIENTO DE LOS GRADUADOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA 20

- Base de datos de graduados actualizada para futuros proyectos de seguimiento de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander.

## **4. Marco de referencia**

### **4.1 Marco de antecedentes**

#### **4.1.1 Universidad Industrial de Santander**

**Modelo conceptual para el estudio de seguimiento a egresado de los programas de pregrado de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica de la Universidad Industrial de Santander utilizando técnicas de minería de datos.**

El continuo seguimiento del quehacer y situación laboral de los egresados es una oportunidad para evaluar el plan académico de las universidades, ya que a través de sus actividades como profesionales se puede indagar si su formación desarrolló las habilidades y competencias para responder a las apremiantes necesidades del mercado laboral e incluso de las problemáticas de un país. Además, dicho proceso es fundamental para crear una relación entre la universidad y sus estudiantes, al permitir conocer sus experiencias y satisfacción con el programa (Murillo Barajas & Espinosa Cárdenas, 2015).

De esta forma, comprender cómo el programa afecta positiva o negativamente al profesional es elemental para la evaluación permanente del plan académico, ya que permite conocer si el desarrollo de los graduados está favoreciendo la consolidación en el mercado laboral, al igual que indaga por su nivel de complacencia frente a la formación integral recibida. Es por esto, que se considera pertinente realizar una revisión de diversas investigaciones que den lugar a la importancia de dicho seguimiento por parte de las universidades, y que, además resaltan con sus

resultados la necesidad de implementar estas evaluaciones como parte de sus planes de mejoramiento en la calidad educativa (Murillo Barajas & Espinosa Cárdenas, 2015).

En ese sentido, algunos de los resultados más relevantes para este proyecto, exponen que el 71% de los egresados están empleados, el 13% realizan estudios de posgrado y el 16% restante se lo dividen entre trabajadores independientes, en busca de trabajo y los que se dedicaron a una actividad diferente. También, este estudio permitió conocer cuál es la característica más valorada por los egresados en las diferentes etapas de su vida profesional y, cuánto tiempo se demoran en conseguir trabajo (Murillo Barajas & Espinosa Cárdenas, 2015).

Por último, se conoció que los graduados elegirían la oportunidad de haber fortalecido sus habilidades de comunicación y utilización de herramientas de la ingeniería moderna, así como, la posibilidad de cursar asignaturas enfocadas a la creación de empresas donde notan una falencia, dando así luces sobre dos factores significativos para la evaluación de los programas (Murillo Barajas & Espinosa Cárdenas, 2015).

### **Framework para el proceso de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander.**

Ahora bien, para el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) es un atributo fundamental que una institución de educación superior realice la respectiva investigación del entorno profesional en el cual se encuentran sus graduados, con el fin de conocer si dicha institución está construyendo estudiantes de acuerdo con la demanda laboral y como se encuentra la satisfacción del programa entre los egresados, sin embargo, en el país existe un número considerable de universidades colombianas que no han hecho estudios o proyectos al respecto. Consecuentemente, en Colombia no es posible encontrar un modelo que haya estandarizado la investigación a sus

profesionales como lo hacen otras universidades importantes en el mundo académico, estas son, la Universidad Autónoma de México, La Universidad Politécnica de Valencia y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (Ramírez Sierra, 2014).

Teniendo en cuenta este dato, investigadoras como Muñoz y Pinto han favorecido hallazgos sobre el tema a través de su trabajo de grado en la Universidad Industrial de Santander, en el cual incluyeron varios programas académicos con el fin de realizar la construcción de perfiles, el uso de redes bayesianas y el acceso a la información de los egresados para encontrar relaciones entre la satisfacción junto a otras variables. También, este estudio facilitó la identificación de oportunidades de mejora, la toma de decisiones para el fortalecimiento de los programas desde el conocimiento y la necesidad de continuar con estos propósitos del mejoramiento continuo (Ramírez Sierra, 2014).

Finalmente, este estudio permitió concluir que la Universidad Industrial de Santander se encontraba en un proceso de crecimiento de egresados, pero también de forma paralela había una notable carencia de un departamento especializado en el seguimiento de estos, generando así límites para la obtención de datos y la conexión o comunicación, ya que con el transcurso del tiempo el contacto con los egresados se iba disipando, y, por tanto, disminuye la posibilidad de analizar propuestas alineadas con el perfeccionamiento de los programas (Ramírez Sierra, 2014).

### **Estudio de seguimiento a egresados por medio de técnicas de minería de datos para Universidad Industrial de Santander.**

En un segundo estudio, realizado en el 2014 se desarrolló un marco trabajo del seguimiento de graduados y se construyó un modelo que permitió la identificación de perfiles del programa de ingeniería industrial, con objeto de evaluar el desempeño de los graduados y conocer las

competencias desarrolladas, así como la calidad del programa frente al mercado laboral. Puesto que, se considera sustancial que las instituciones de educación superior estén comprometidas a brindar una formación que aporte a las necesidades de la comunidad y dé respuesta oportuna a los requisitos de las empresas que buscan adaptarse a la economía global cambiante (Muñoz Osoria & Pinto Mateus, 2013).

En consecuencia, dichos resultados recalcan que las empresas requieren profesionales que sean cada vez más íntegros con sus competencias y talentos, por lo tanto, parte de su educación debe buscar explorar otras áreas que permitan desarrollar diversas habilidades que complementen el conocimiento académico. Además, resaltan la importancia de construir profesionales que se adapten a las demandas del ambiente laboral y contribuyan al desarrollo socioeconómico de la región y el país. Por esta razón, para las instituciones es fundamental conocer el factor impacto que producen sus egresados a la comunidad, ya que este proceso dinámico es necesario para la elaboración de proyectos que frecuentemente hagan seguimiento y brinden calidad en la educación y formación de estudiantes.

Adicionalmente, otra investigación realizada por Ramírez dio como resultados que el contacto y la comunicación con profesionales graduados previos al 2007 es precaria, lo cual indica, la importancia del seguimiento a los egresados para lograr una retroalimentación efectiva. De la misma manera, se encontró que los egresados presentan un bajo desarrollo en habilidades comunicativas, principalmente si se trata de un segundo idioma, así mismo, dicen presentar un deficiente nivel del desarrollo de la creatividad y la capacidad para formular y gestionar proyectos.

Por otra parte, las habilidades obtenidas más destacadas son la adaptabilidad al entorno, compromiso con el bienestar social y ambiental, así como sus principios y valores. Más del 50% de los egresados está satisfecho con las competencias adquiridas y volverían a estudiar en la

universidad, siendo este dato significativo porque al momento de la evaluación no solo se conocen los factores por mejorar, sino también los factores positivos del programa (Muñoz Osoria & Pinto Mateus, 2013).

#### **4.1.2 Artículos Nacionales e Internacionales**

**Determinantes de los ingresos laborales de los graduados universitarios en Colombia: un análisis a partir de la Herramienta de Seguimiento a Graduados.**

La revista de economía del Rosario realizó un artículo titulado “Determinantes de los ingresos laborales de los graduados universitarios en Colombia: un análisis a partir de la Herramienta de Seguimiento a Graduados” donde exponen como en el país colombiano se pueden encontrar gran información entre la relación de la escolaridad alcanzada y el salario correspondiente, pero se encuentra con una escasez de investigaciones que estudien correlaciones más específicas que se asocie con los ingresos que un individuo en su vida pueda llegar a producir.

Lo mencionado anteriormente, permite preguntarse si los factores de universidad, título, nivel de educación, locación y otras variables, están relacionadas con la familia, y sí además intervienen con el salario que un profesional ganaría en Colombia. Como se conoce, la educación es una inversión, que en algunos casos puede ser cuantiosa, por lo tanto, conocer la ciudad, universidad o carrera profesional que más conviene es primordial para las personas que desean ingresar a una institución de educación superior.

Otro de los resultados más significativos en el artículo, y además con pertinencia para este trabajo de grado, es que existe una relación fuerte entre los egresados de instituciones de educación superior que han sido acreditada previamente y sus ingresos, de este modo, se confirma que los

estudiantes que asisten a IES acreditadas tendrás mejores probabilidades de obtener un salario mayor. Sosteniendo el concepto que los empleadores no agrupan los títulos universitarios en el mismo nivel por tratarse de una misma carrera profesional (Forero Ramírez & Ramírez Gómez, 2008).

Esta diferenciación tiene lugar por la calidad que se ve asociada con la universidad de la que provenga dicho título universitario, en efecto, los diplomas reflejan un entorno en el que se desarrolló un estudiante. Contexto que comprende habilidades, competencias, experiencias y situaciones complejas, por las cuales una empresa podría llegar a estar interesada o no, demostrando la necesidad que existe para las universidades de ajustarse a ese grupo de elementos que los empleadores buscan en un periodo de tiempo en específico (Forero Ramírez & Ramírez Gómez, 2008).

Por último, la asociación que se hace con las instituciones no se da únicamente por la dificultad de las materias cursadas, sino también por la formación integral que obtuvo un individuo; en ese orden de ideas, una institución de educación superior, que busca mejorar la relación que tienen sus graduados con el salario devengado, debe conocer los componentes faltantes o escasos que sufren sus egresados, al igual que debe evaluar las cualidades desarrolladas que le han permitido obtener cierto nivel de ingresos (Forero Ramírez & Ramírez Gómez, 2008).

### **Seguimiento a graduados. Un estudio sobre la Satisfacción Laboral.**

En la revisión, también se halló un artículo titulado “Seguimiento a graduados: un estudio sobre la satisfacción laboral”, el cual establece la manera en la que recientemente se tuvo que añadir un sistema de seguimiento a graduados en consecuencia a la aprobación de la Ley Orgánica de Educación Superior de Ecuador, esta indica que las universidades deben construir un plan que

le permita determinar la situación laboral en la que se ubican sus egresados con respecto a la formación académica recibida, asimismo, han de revisar cómo se encuentra su satisfacción en las condiciones laborales y de los conocimientos adquiridos (Quispe-Fernández et al., 2016).

Fundamentalmente, el objetivo de construir un aprendizaje que responda de acuerdo con las demandas de las empresas y a las necesidades del entorno de trabajo, es la relación inherente que tiene con el nivel de desarrollo posterior a la graduación. Es así, como las oportunidades de empleo serán efectivas a partir de las habilidades y competencias adquiridas por parte de los estudiantes que cursaron el programa universitario.

Ahora bien, la Ley Orgánica de Educación Superior de Ecuador proviene de una tendencia que al pasar los años ha cobrado más importancia por los resultados adquiridos en diversas investigaciones que se han realizado en un gran número de universidades. Dicha popularidad creciente se ha desarrollado gracias a la necesidad de las instituciones por brindar calidad a sus estudiantes, así como un programa académico pertinente, que les permita lograr sus objetivos laborales por medio de las oportunidades que se crean por las habilidades y competencias adoptadas (Quispe-Fernández et al., 2016).

Previo a esta ley, en Ecuador, regularmente los estudios e investigación a graduados los realizaban organizaciones del gobierno nacional o regional, recolectando datos útiles para conocer la oferta a universitarios y desarrollar algunas correlaciones socioeconómicas, sin embargo, esto intrínsecamente no permite que las universidades formulen estrategias de mejora o de acompañamiento a sus estudiantes. Como consecuencia, la Ley Orgánica de Educación Superior nace de dicha necesidad por parte de las instituciones de incorporar actividades de mejoramiento del programa académico que logre resultados productivos (Quispe-Fernández et al., 2016).

De esta forma, la Universidad Nacional de Chimborazo, realizó el seguimiento a graduados a la carrera profesional de Economía, la cual, para tal fecha, era la primera vez que se disponía a ser valorada por sus estudiantes, mediante encuestas diseñadas y recogidas por correo electrónico y llamadas telefónicas, con el fin de conocer la situación actual de sus egresados.

Uno de los resultados más significativos obtenidos es que “el 55,8% se encuentran muy satisfechos en su puesto de trabajo y con la organización en la que trabaja, frente al 44,2% que valora estar satisfechos”, del mismo modo, “En relación a la satisfacción en el proceso de graduación, el apoyo de la Carrera en el proceso de graduación, consideran el 64,7% que el apoyo fue adecuado y satisfactorio”. Tomando en consideración los aspectos a renovar, la Universidad Nacional de Chimborazo concluyó que debía desarrollar métodos efectivos para enriquecer el acompañamiento de sus estudiantes desde el primer momento, disponiendo de objetivos claros a largo y corto plazo, así como planes que les permitan garantizar una satisfacción colectiva en el mercado laboral (Quispe-Fernández et al., 2016).

### **Relaciones entre los determinantes de la calidad de las universidades: un estudio exploratorio desde Chile.**

Para ir concluyendo el marco de antecedentes, se encontró un artículo llamado “Relaciones entre los determinantes de la calidad de las universidades: un estudio exploratorio desde Chile”, el cual expone que la educación superior ha evolucionado junto con las transformaciones que la humanidad ha tenido, mayormente causado por la revolución del internet. Dicho ascenso, se puede definir como drástico si se compara con la educación que un estudiante de pregrado recibía el siglo pasado, y a pesar de ese avance que ha surgido hacia el cambio, se sigue esperando que las

universidades se adapten a eventualidades y necesidades cada vez más rápido (Rodríguez Ponce et al., 2013).

Coherentemente, la definición de calidad para las instituciones va surgiendo y se va creando con el contexto de la sociedad, por esta razón a los programas académicos constantemente se les exige un crecimiento mayor en numerosas áreas, y estos deben mejorar continuamente sus métodos con el objetivo de ser atractivas para los estudiantes, ya que, en un mundo globalizado, ávido de información, lleno de extensas oportunidades, y habitado por favorables posibilidades para quienes desean estudiar, se vuelven primordiales las ofertas competitivas y de calidad.

Por consiguiente, entre instituciones ha aumentado la competencia y el deseo porque su programa académico sea pertinente para sus graduados al igual que para la comunidad que se verá afectada positiva o negativamente. En consecuencia, las instituciones educativas deben promover un desarrollo propicio de sus actividades donde sus pilares se direccionen de acuerdo con la misión de obtener cierto nivel de calidad en numerosos aspectos definitivos, como la gestión, la docencia, el postgrado, la investigación y la vinculación que tienen las universidades.

De esta manera, el objetivo del estudio fue demostrar la relación que se encuentra entre los anteriores cinco determinantes mencionados y la calidad en los programas académicos de ‘docencia, postgrado, investigación, gestión institucional y vinculación con el medio’.

Se exponen cinco dimensiones de la calidad, siendo la vinculación que tiene las universidades, la dimensión significativa para el proyecto de grado que se realiza. En ese sentido, la transformación, según su definición es ‘el paso de un estado a otro producto de un proceso’ donde se debe construir un espacio de garantía de la calidad con el desarrollo de la infraestructura, recursos humanos y soporte. Específicamente, las universidades buscan trabajar con los estándares académicos internacionales, implementando procesos de mejora en las áreas determinantes como

lo son la Gestión Institucional, Docencia de Pregrado, Docencia de Postgrado, Investigación y Vinculación con el Medio.

Una vez definido cada determinante, el repositorio expone la metodología utilizada para realizar este estudio exploratorio, la cual contó de una muestra no representativa y no probabilista de 45 directivos de instituciones de educación superior, siendo seleccionados por la idoneidad de su perfil para la investigación, posterior a su elección, se les suministró un cuestionario para estudiar las variables propuestas.

Para concluir, el estudio pudo confirmar la hipótesis formada, encontrando que cuatro de los cinco determinantes están fundamentalmente relacionados con la calidad del programa académico, por tal razón, se hace necesario que las áreas de gestión institucional, docencia de pregrado, postgrado e investigación persigan una directriz clara y alineada con los objetivos propuestos por la institución, además de estrategias y planes eficaces que se orienten a la obtención de la calidad (Rodríguez Ponce et al., 2013).

#### **4.1.3 Sistema Nacional de Acreditación en Colombia**

El Sistema Nacional de Acreditación (SNA) es “el conjunto de políticas, estrategias, procesos y organismos cuyo objetivo fundamental es garantizar a la sociedad que las instituciones de educación superior que hacen parte del sistema cumplen con los más altos requisitos de calidad y que realizan sus propósitos y objetivos” (Artículo 53 de la Ley 30 de 1992).

La naturaleza de la acreditación en Colombia está regida por la ley, con sus políticas, su acreditación a cargo del Ministerio de Educación Nacional y el financiamiento estatal, y, por otra parte, es regulado entre las Instituciones de Educación Superior (IES) y por el Consejo Nacional

de Acreditación (CNA). La acreditación institucional reconoce a las organizaciones educativas la capacidad suficiente para valorar a otras de un modo eficiente, cumpliendo con su función de acreditar, inspeccionar y vigilar.

Es preciso señalar entonces, que se inicia el proceso con programas de pregrado antes que, por las instituciones, lo cual se constituye como una estrategia que se lleva a cabo con la valoración por pares académicos, quienes examinan la forma en que los planes universitarios ejecutan las exigencias de calidad establecidos por la sociedad académica, los cuales persiguen un modelo idóneo que representa los requerimientos del CNA.

Además, la calidad es evaluada por el logro de los objetivos de la educación superior, la pertinencia e impacto colectivo, el cumplimiento de los pilares como la docencia, investigación y proyección social igual que las áreas fundamentales de la administración. Del mismo modo, es calificada por su capacidad para evolucionar con su entorno, manteniendo su proyecto institucional a través del tiempo.

“Los lineamientos para la acreditación publicados por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA), y que sintetizan la estructura del modelo, incluyen un marco conceptual, unos criterios de calidad que dirigen las distintas etapas de la evaluación, unos factores o áreas de desarrollo institucional, unas características u óptimos de calidad. El modelo propone además variables e indicadores, establece la metodología y define los instrumentos requeridos, tanto para la autoevaluación, como para la evaluación externa de programas e instituciones” (CNA, 1998).

La actividad de acreditar es una declaración que da el Estado sobre la calidad de un programa u organización, basada en un proceso previo de evaluación en el que intervienen, las sociedades académicas y el Consejo Nacional de Acreditación. De manera análoga, el proceso de acreditación nace atendiendo a la necesidad, expresada en diversos escenarios, de robustecer los

resultados de la Enseñanza y con la intención del reconocimiento público al logro de elevados niveles de calidad.

Este proceso ha estado asociado desde sus inicios, a la iniciativa de la soberanía y la autorregulación, complementada con la exigencia de rendición de cuentas que se le hace a la Enseñanza a partir de diversos sectores sociales. Esa legitimidad es el resultado de una extensa deliberación, en la que se realizaron consensos a cerca de los puntos de vista centrales del Sistema: el modelo y sus etapas, el término de calidad, los componentes y propiedades, la metodología para la autoevaluación, la evaluación por pares, etcétera.

#### **4.1.4 Observatorio Laboral para la Educación**

El Observatorio Laboral para la Educación es un sistema de información especializado hacia la captura, análisis y procesamiento de datos obtenidos de diferentes fuentes, desarrollando una herramienta sustancial para el uso de las partes interesadas, evaluando así la pertinencia en la educación superior a partir del seguimiento a los graduados del país y su empleabilidad en el mercado laboral colombiano. La misión de este Observatorio es la producción de estadísticas significativas para la indagación en la oferta de graduados en instituciones de educación superior, igualmente el seguimiento y vigilancia continua al mercado laboral con el objetivo de contribuir al desarrollo de la comunidad académica. El proceso de la producción de información cuantitativa inicia con el indicador de Integración de Información, en el que se incorporan los datos provenientes del SNIES, SPADIES, SENA, CONVALIDACIONES, SIMAT Y SIET, posterior, se realiza la fase dos que es la generación de una base integrada donde surge el cruce de información, y se elabora el resultado final que finalizará en la etapa de divulgación.

En otro parte del modelo de operación del observatorio se encuentra la producción de información cuantitativa, el cual se origina con la convocatoria de los datos necesarios por parte de IES, MEN y otras entidades, para realizar una captura de la información, analizando y produciendo documentos con resultados y recomendaciones. Las integraciones de información previamente mencionadas construyen una base de datos fundamental para la realización de diferentes estudios, como este caso, un seguimiento a graduados. Para permitir su desarrollo técnico se hace necesario la elaboración de una encuesta que será el medio hacia el logro de óptimos rendimientos en la investigación, siguiendo con los lineamientos y recomendaciones del OLE.

#### **4.1.5 SNIES - Sistema Nacional de Información de Educación Superior**

El Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), es un sistema de información que ha sido creado con el propósito de responder a las necesidades de la comunidad educativa, obteniendo y organizando datos pertinentes para la planeación, monitoreo, evaluación, asesoría, inspección y vigilancia del sector.

Siendo oportuno para el trabajo presente porque conforma una serie de procesos que apoyan la operación estadística con el suministro de datos e indicadores que sean de naturaleza relevante, a fin de responder a las necesidades del entorno, confiable para garantizar las fuentes suministradas, oportuna y de utilidad con la intención de consolidar y divulgar información que sea aplicable con datos precisos y adecuados con el público objetivo.

## **4.2 Marco teórico**

### **4.2.1 Educación Superior en Colombia**

En Colombia, la educación se define como un proceso de formación permanente, personal cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes, la educación superior viene después de la educación media y abarca los niveles de pregrado y posgrados en las diferentes áreas del conocimiento (Ministerio de Educación.).

También, se entiende al Estado como la organización encargada de regular y ejercer la suprema inspección y vigilancia respecto del servicio educativo con el fin de velar por su calidad, por el cumplimiento de sus fines y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos. Además, establece que se debe garantizar el adecuado cubrimiento del servicio y asegurar a los menores las condiciones necesarias para su acceso y permanencia en el sistema educativo.

Paralelamente, las políticas y planes para el desarrollo de la Educación Superior son, primeramente, propuestos por el Consejo Nacional de Educación Superior (CESU), organismo con funciones de coordinación, planificación, recomendación y asesoría, integrado por representantes de todas las instancias relacionadas con la educación superior (Educación Superior En Colombia, n.d.).

### **4.2.2 Calidad**

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 que se trate (Consejo Nacional de Acreditación). Ahora bien, la calidad de la educación superior es el concepto de la capacidad que poseen las instituciones educativas para instruir a sus estudiantes a la obtención de sus metas profesionales sin distinción de su clase social.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta la etapa inicial en la que emprenden sus estudiantes, deben desarrollar un proceso que les permita escalar en el ámbito laboral y social, ya que dicho concepto se encuentra directamente relacionado con el aprendizaje y las experiencias alcanzadas en el proceso universitario.

Finalmente, la aspiración a la calidad esperada se debe concebir como un compromiso propio de la actividad de las instituciones educativas, que, al prestar un servicio, su objetivo es la satisfacción y realización de los estudiantes. Para englobar esta labor es pertinente tener presente que la calidad es un concepto complejo que abarca numerosas variables, donde las aspiraciones y necesidades efectúan un papel primordial, es decir, es preciso tener en consideración el lugar donde inician los estudiantes de una institución y donde esperan terminar. Siendo fundamental para cualquier tipo de organización que desee ser exitosa, el conocimiento de su punto de partida y el establecimiento de un objetivo que aspiran alcanzar (Ardila Rodríguez, 2011).

#### **4.2.3 Pertinencia educativa**

Se dice que la educación es pertinente cuando guarda congruencia con las condiciones y necesidades sociales, con las normas que regulan la convivencia social y con las características concretas de los educandos en sus diversos entornos naturales y sociales de interacción.

De esta forma la pertinencia se define como la correlación, idoneidad y conveniencia de los contenidos educativos que son definidos por el Estado para ser transmitidos a la población estudiantil por medio de las instituciones de educación (Pérez P., 2016).

De este modo, se refiere al criterio según el cual el programa académico es estructurado y adaptado a las necesidades sociales, técnicas y a las estrategias metodológicas recomendadas para la comunicación efectiva de los conocimientos. Para desarrollo y crecimiento, donde se debe guardar congruencia con la realidad social y económica del país (Pérez P., 2016).

#### **4.2.4 Seguimiento a graduados**

El seguimiento a graduados es un proceso participativo mediante el cual se analiza la situación de los graduados en el campo laboral, se retroalimenta a la academia con los resultados, y sus resultados se transforman en recursos para la toma de decisiones por parte de las autoridades de la Universidad.

El sistema contempla varias actividades en prospecto de establecer una vinculación entre la Universidad y los graduados, beneficiosa a las dos partes, a través de la realimentación para el mejoramiento de la calidad de la educación y proyectos orientados a beneficiar a la sociedad con mejores profesionales (UDLA, 2015).

#### **4.2.5 Objetivos de un seguimiento a graduados**

Los estudios de graduados (y de empleadores) constituyen una forma de estudio empírico que puede proveer información valiosa para evaluar los resultados de la educación y entrenamiento de una institución de educación superior específica. Igualmente, esta información puede ser utilizada para un mayor desarrollo de la institución en el contexto de una garantía de calidad.

Proponemos un enfoque avanzado para estudios de seguimiento que permita, a la institución de educación superior, obtener información para indicar posibles deficiencias en un programa educativo dado y servir de base para futuras actividades de planificación. Por lo tanto, la información acerca del éxito profesional (carrera, posición, ingreso) de los graduados es tan necesaria como la información sobre la relevancia del conocimiento y las destrezas (relaciones entre el conocimiento y las destrezas y los requisitos de trabajo, área de empleo, posición profesional).

Por último, a los graduados también se les puede pedir evaluar retrospectivamente las condiciones del estudio y el apoyo recibido. Los estudios de empleadores se enfocan típicamente en los métodos y criterios de reclutamiento y en las competencias de los graduados y posibles necesidades futuras (Schomburg, 2004).

#### **4.2.6 Satisfacción del egresado**

La satisfacción con la formación profesional es el grado de aceptación que resulta de una evaluación subjetiva por parte del egresado del proceso educativo recibido en la universidad, de acuerdo con la percepción que se espera o se desea obtener, en orden de lograrla, es el deber de las

instituciones de educación superior tener la intención de realizar la acción que provoque el resultado esperado (Fontalvo Beltrán et al., 2014).

#### **4.2.7 Aplicación de la minería de datos**

##### **4.2.7.1 *Minera de datos***

La minería de datos es “la extracción de información implícita, previamente desconocida y potencialmente útil de una base de datos”. Este concepto, también puede definirse como el proceso de descubrimiento de relaciones a partir de grandes cantidades de datos, descubriendo patrones, tendencia y reglas por medio del análisis de la información utilizando diferentes herramientas, técnicas y tecnología (Rodríguez Suárez, Yuniet Amador Díaz, n.d., p. 4).

Adicionalmente, la minería de datos es una herramienta primordial donde se proporcionan algoritmos que inician con la extracción de información implícita para la transformación de los datos en conocimiento que es accesible y conveniente, mejorando la comprensión y aprovechamiento de cifras anteriormente desconocidas y desorganizadas, con el objeto de predecir y descubrir tendencias y modelos imprescindibles para una investigación (Dueñas-Reyes, 2009, p. 8).

##### **4.2.7.2 *Objetivos de la minería de datos***

Uno de los objetivos más relevantes de la minería de datos espaciales es encontrar relaciones entre los datos, explorando por medio del uso de diferentes técnicas con el fin de encontrar patrones repetitivos o reglas que expliquen la información recolectada (Dueñas-Reyes, 2009, p. 13).

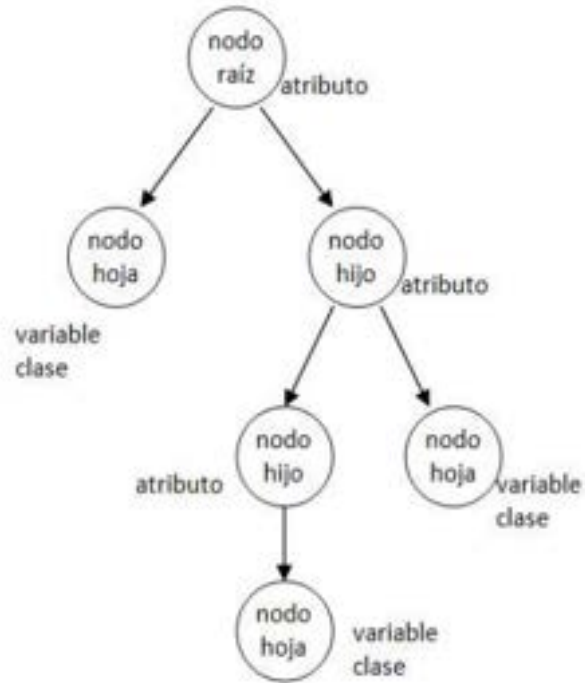
En términos generales, se puede decir que su objetivo se sustenta en la extracción de información de un grupo de datos debidamente tratados, depurados y desarrollados para la comprensión humana, transformando patrones y descubriendo relaciones entre los elementos para usar posteriormente sus resultados como cifras, características y tendencias de gran utilidad para el investigador.

#### **4.2.7.3**    *Ventajas de la minería de datos*

- Está diseñado para realizar procesos de consultas veloces y con gran cantidad de información, lo cual representa una herramienta muy útil para la identificación del subconjunto de datos requerido.
- Son de fácil uso y aplicabilidad

Figura 1

*Estructura de un árbol de decisión*



Nota: Adaptado de Barrientos-Martínez et al. (2009).

#### 4.2.8 Agrupamiento o Clustering

Consiste en la agrupación de conjuntos de elementos que se caracterizan por el criterio de similitud que poseen dentro del mismo clúster, su principal función es el reconocimiento de patrones, análisis de datos espaciales y su procesamiento, estableciendo esta técnica como una de las mejores en términos de obtención de conocimiento y realización de exploraciones en los datos. Es de esta manera como la técnica de *clustering* o agrupamiento no necesita datos para entrenar, siendo capaz de descubrir nuevo conocimiento a partir de los datos, también es llamada la técnica descriptiva ya que, detalla las agrupaciones que puedan estar presentes. Su objetivo es conformar segmentos y obtener las características que los explican para formar etiquetas representativas,

además permite la minimización de la variabilidad dentro de los grupos, pero al mismo tiempo maximizar la variabilidad entre los distintos grupos (Farias et al., n.d.).

#### **4.2.9 Regresión**

Es importante comprender que “la regresión está dirigida a describir cómo es la relación entre dos variables X e Y, de tal manera que incluso se pueden hacer predicciones sobre los valores de la variable Y, a partir de los de X”. Ahora bien, cuando la correlación es positiva, es decir, que la asociación entre ambas variables es fuerte, la regresión permite pensar en términos predictivos a nivel estadístico.

Se debe considerar en la regresión dos tipos de variables, una que se define como fija por el control que tiene el investigador sobre esta, y la cual se conoce como variable independiente, y la otra que no está controlada se denomina variable respuesta o dependiente. La correlación supone entonces que ninguna de las dos variables es fija, por lo tanto, se encuentran fuera del control del investigador.

Finalmente, “la regresión es su forma más sencilla se llama regresión lineal simple, se trata de una técnica estadística que analiza la relación entre dos variables cuantitativas, tratando de verificar si dicha relación es lineal” (Laguna, n.d.).

#### **4.2.10 Redes Bayesianas**

Las redes bayesianas modelan un fenómeno mediante un conjunto de variables y relaciones de dependencia, dado este modelo, se puede hacer inferencia bayesiana; es decir, estimar la

probabilidad posterior de las variables no conocidas, en base a las variables conocidas. Estos modelos pueden tener diversas aplicaciones, dentro de las cuales están la clasificación, predicción y diagnóstico. Además, explican cómo se relacionan las variables del dominio que pueden ser interpretadas en ocasiones como relaciones causa-efecto, estas presentan un grupo de variables a través de un modelo gráfico-probabilístico y mediante este, se puede estimar la probabilidad posterior de las variables no conocidas por medio de las variables conocidas. Todas estas, se fundamentan en la teoría de la probabilidad y se combina el teorema de Bayes con los grafos dirigidos lo cual permite representar de manera gráfica la dependencia e independencia de variables (Sucar, n.d.).

#### **4.2.11 Correlación**

Es una medida de relación lineal entre dos variables cuantitativas continuas, su finalidad es examinar la dirección y la fuerza de la asociación entre dos variables cuantitativas. Así se entenderá la intensidad de la relación entre ellas, teniendo en cuenta que la correlación no implica causalidad.

#### **4.2.12 Análisis multivariante**

El análisis multivariable hace referencia a la relación y comparación de medidas simultáneas de cada individuo u objeto sometido a una investigación. Para que un análisis sea considerado multivariable la comparación debe realizarse entre más de dos variables, muchos de

los métodos son extensiones del análisis univariante el ejemplo más claro de esto es la regresión simple, la cual se extiende al incluir varias variables extendiéndose así al caso multivariable.

El término multivariable es de difícil definición debido a que en la literatura es usado de manera diferente, para algunos autores significa examinar relaciones entre más de dos variables, otros lo utilizan para eventos donde todas las variables múltiples tienen una distribución normal multivariable. No obstante, el término más adecuado hace referencia a un análisis donde las variables son aleatorias y estas están relacionadas de tal forma que sus diferentes efectos no puedan ser interpretados de forma separada (Universidad Nacional de Colombia, n.d.).

#### **4.2.13 Análisis de correspondencia**

El Análisis de Correspondencias es una técnica que permite representar las categorías de dos o más variables cualitativas, dicha representación se hará agrupando las categorías en función de las similitudes que se encuentren en las variables relacionadas. Igualmente, estudia las relaciones existentes de dependencia entre variables categóricas. Se puede definir que la principal diferencia respecto a otros análisis es la posibilidad de analizar la estructura de la correspondencia, describiendo proximidades y relaciones causa-efecto. También, examina la semejanza entre categorías, lo cual produce una síntesis de estas a las dimensiones pequeñas.

Análogamente, el análisis de correspondencias busca resumir la información aportada por variables cualitativas y su análisis factorial se realiza con variables cuantitativas. Al ser ésta una técnica factorial, sus resultados pueden ser presentados gráficamente sobre ejes de coordenadas, lo cual aporta una gran ayuda a la interpretación de los resultados (Rodríguez-Jaume, María-José Mora Catalá, 2001).

#### **4.2.14 Análisis de componentes principales**

El análisis por componentes principales (ACP) es sumamente usado en estudios ambientales, esta técnica estadística consiste en “la descomposición lineal de un conjunto de variables correlacionadas en términos de funciones de base ortogonal, de tal modo que reducen el número de variables y eliminan la correlación entre ellas”. (Polanco Martínez, 2016)

Frente a una matriz de datos, el ACP como método algebraico estadístico busca sintetizar y estructurar la información. Para ello, su procedimiento consiste en “homologar” dicha matriz a un espacio vectorial tratando de encontrar en él unos ejes o dimensiones que, siendo combinación lineal de las variables introducidas” (Polanco Martínez, 2016).

De esta forma, el objetivo básico del ACP consiste en reducir, simplificar y dar una consistente estructura a la información inicial, esto se realiza eligiendo un número y peso de los componentes para que la pérdida de varianza total sea conveniente con las nuevas variables resultantes, las cuales serán tomadas para los resultados.

Es necesario tener en cuenta que todas las variables resultantes, sirven para dar cuenta de todas, ya que “en la definición de las componentes  $Y$  interviene el conjunto de las variables  $X$  contribuyendo cada una en su totalidad, sin diferenciar en cada variable una parte común y otra específica que no intervenga en la creación de los ejes”, de esta forma, cada variable supone la existencia de la otra (Lozares Colina & López Roldán, n.d.).

#### **4.2.15 El muestreo por selección intencionada o muestreo por conveniencia**

Este muestreo se caracteriza por la agrupación de muestras no aleatorias, con características típicamente similares y de interés para el investigador, su selección se basa en la búsqueda de muestras de una población típicamente similar, así como en la elección subjetiva por parte del investigador, el cual determina el grado de representatividad. En consecuencia, existe la posibilidad de crear sesgos, por la manipulación de las muestras haciendo que el método carezca de parámetros válidos como lo es la cuantificación de la representatividad previamente establecida de modo subjetivo (Hernández & Carpio, 2019).

#### **4.2.16 Muestreo aleatorio y tipos de muestreo**

El muestreo aleatorio consiste en que todos los elementos posean una probabilidad igual para ser seleccionados en una muestra que se elige aleatoriamente de una población, es un método donde cada elemento se escoge al azar hasta completar la muestra pretendida.

Por otro lado, el muestreo aleatorio simple su obtención de la muestra es similar, ya que se seleccionan la muestra de forma aleatoria pero este método se distingue por su simpleza y precariedad de utilidad al momento de trabajar con grandes poblaciones. Ahora bien, en muestreo aleatorio sistemático la primera unidad de análisis se elige por azar y las siguientes unidades se toman sistemáticamente condicionadas por la que fue escogida inicialmente; se debe tener cuidado con la periodicidad de la muestra escogida, puesto que, si es constante y coincide con la característica estudiada se producirá una uniformidad en la población.

Otro tipo de muestreo, como el estratificado, en este método se divide a la población en estratos o grupos en función de un atributo determinado, parecidos internamente respecto a una

característica, diferenciándolos por una variable representativa que resulte de interés para el investigador.

Por último, el muestreo aleatorio por conglomerados se utiliza cuando la población a desarrollar es grande y dispersa, por esta razón es dividida en distintos grupos característicamente similares entre sí, para su análisis y finalmente, el rechazamiento de algunos conjuntos (Hernández & Carpio, 2019).

#### **4.2.17 SPSS Modeler**

SPSS es un software utilizado para recolectar, analizar datos y crear árboles de clasificación y de decisión, Identificando grupos para descubrir las relaciones entre estos y predecir eventos futuros. Es una herramienta con una interfaz efectiva para ejecutar los procesos de análisis estadísticos, como las estadísticas descriptivas, regresión, el análisis de factores, y la representación gráfica de los datos, lo que potencia el aprovechamiento de los datos, ya que proporciona algoritmos y modelos completos para la elaboración de tablas y gráficas con data compleja proveniente de grandes volúmenes de datos (Bedregal-Alpaca et al., n.d.).

#### **4.2.18 Power Bi**

Microsoft Power BI es un servicio principalmente empresarial que consiste en la elaboración de modelos y análisis de datos con la finalidad de representarlos a través de paneles dinámicos e informes interactivos que permite el enriquecimiento de la información para su debida

interpretación y divulgación, que pueda ser consultada de una manera fácil, atractiva y simultánea (Power Bi, n.d.).

## **5. Metodología**

El proceso inicia con la construcción y adaptación del instrumento de medición recomendado por el Observatorio Laboral para la Educación (OLE), la elaboración de una prueba piloto, para validar su efectividad y aprobación por parte de autoridades académicas. Gracias a la recolección de datos, se hará el empleo de las técnicas de minería de datos, análisis multivariable y la caracterización de perfiles por medio de un método iterativo, el cual involucra una serie de fases fundamentales para cumplir con la metodología de Knowledge Discovery in Databases (KDD). Donde por medio de los datos recogidos, se realizará un preparamiento y depuración, así como una transformación y minería de datos para el análisis e interpretación apropiada, clustering, reconocimiento de patrones, la detección de dependencias, entre otros.

A continuación, se presenta cada una de las fases del proyecto según la metodología KDD que describen los autores Hernández Sampieri (2014) y García Herrero y Molina López (2012) en sus publicaciones:

### **5.1 Primera fase: Integración y recopilación de la información de los graduados**

Esta fase inicia con una revisión a la literatura con el fin de reconocer y conceptualizar la temática abordada para la estructuración del presente proyecto, dicha acción fue apoyada con el

uso de las bases de datos con las que cuenta la Universidad Industrial de Santander, cabe mencionar que los objetivos del estudio están alineados con el propósito de la investigación, así como con las exigencias y expectativas de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Así mismo en esta fase se realizó la definición de la población objeto de estudio, el tipo de estudio, el instrumento de recolección, prueba piloto y medios de difusión.

### 5.1.1 Población estudio

La población estudio para este proyecto está constituida por los graduados de los programas de Ingenierías Eléctrica e Ingeniería Electrónica para una ventana de tiempo entre los periodos 2015-I y 2020-II. La información de los graduados fue suministrada a través de las bases de datos de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, por otra parte, el método de muestreo utilizado es por conveniencia dado que permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador (Otzen & Manterola, 2017). En la Tabla 2 se muestra la información de cantidad de graduados para cada uno de los programas académicos anteriormente mencionados.

Tabla 2

*Graduados entre los periodos 2015-I y 2020-II*

<b>Año</b>	<b>de Numero de graduados de</b>	<b>Numero de graduados de</b>
<b>graduación</b>	<b>Ingeniería Eléctrica</b>	<b>Ingeniera Electrónica</b>

2015	105	96
2016	138	119
2017	43	74
2018	191	192
2019	129	73
2020	86	43

---

### 5.1.2 Tipo de estudio

El presente estudio es de tipo exploratorio y descriptivo, según Hernández-Sampieri (2014) los estudios de carácter exploratorios sirven para familiarizarnos con fenómenos relativamente desconocidos e indagar un poco más sobre ellos, para esta oportunidad, el concepto recae en el objetivo de conocer y explorar la pertinencia y calidad de los programas de Ingenierías Eléctrica e Ingeniería Electrónica desde la perspectiva de los graduados entre los años 2015 y 2021, por otro lado, estos autores mencionan que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis, para el seguimiento a graduados esto se refleja en el momento en que se realiza el perfilamiento de los graduados, una vez ya realizado el análisis de conglomerados. Finalmente, el estudio también comparte una característica de ser diseño transversal dado que los datos se recolectan en un solo momento, en un tiempo único.

### **5.1.3 Instrumento de recolección de información**

Según el tipo de información que se desee recolectar, un cuestionario puede diseñarse de tal manera que el tipo de pregunta con el que se estructure responda a los objetivos y necesidades de investigación, ya sea que la investigación sea de tipo cualitativa o cuantitativa, el tipo de preguntas y la formulación de estas, juegan un papel fundamental en los resultados del estudio. A continuación, se definen los dos tipos de preguntas que se encuentran en el instrumento de recolección: preguntas no estructuradas y estructuradas.

Las preguntas no estructuradas son también conocidas como preguntas abiertas, son aquellas que permiten a los encuestados contestar libremente su opinión y tener acceso a su verdadero punto de vista.

Las preguntas estructuradas se caracterizan porque el investigador decide las opciones de respuesta que tiene el encuestado, una de las mayores ventajas es que su procesamiento es rápido y su comprensión toma menos tiempo. dentro de este grupo de preguntas se encuentran las de opción múltiple, dicotómica o escalas.

### **5.1.4 Montaje del instrumento**

El instrumento de recolección utilizado se construyó en base a lo dictaminado por el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) y el Manual de la Red graduados, el instrumento se encuentra dividido en diferentes secciones con los que pretende indagar sobre la situación actual

del graduado y evaluar la pertinencia y calidad del programa académico del cual el profesional egresó, a continuación, se muestran la estructura del instrumento en sus diferentes secciones:

Parte A. Información Personal: En esta sección se averigua sobre datos personales como nombre completo, edad, sexo, país de residencia, año de graduación, usuario de LinkedIn, correo electrónico, estado civil, si tiene personas a cargo económicamente y su estrato socioeconómico, entre otros.

Parte B. Información Académica y Financiación: Se le solicita al graduado según su el momento de su graduación, que indique cual fue la fuente de financiación para su educación superior, cuáles son sus planes a mediano plazo, si realizo alguno tipo de pasantía, practica o intercambio durante su tiempo como estudiante, si conoce los programas de extensión ofrece la UIS, si ha realizado alguna actividad formación después de la obtención de su título, si alguna vez obtuvo un tipo de reconocimiento académico durante su paso como estudiante en la universidad, sí participó de eventos ofrecidos en la UIS tales como seminarios, conferencias entre otros.

Parte C. Competencias: En esta sección se le pregunta al graduado cual era el nivel con el que ingresó a la universidad en las competencias contempladas el Proyecto Educativo del Programa (PEP) y cuál es su nivel actual después de haber cursado su programa profesional, que competencia fortalecería desde le plan de estudios y cuales adicionalmente ha desarrollado, adicionalmente en el momento 0 se le preguntó cuál era su nivel en un segundo idioma en las competencias de habla, escucha, escritura y lectura.

Parte D. Nivel de identidad con la UIS: Esta sección busca conocer el nivel de institucionalidad que tiene el graduado con la Universidad con las siguientes preguntas, cómo calificaría su sentido de pertenencia con la UIS, cómo evalúa sus posibilidades laborales como graduado de la Universidad Industrial de Santander, sí en un futuro le gustaría volver a cursar

estudios en la institución y si es así que clase de estudio sería, razón por la que le gustaría y por la que no le gustaría volver, sí recomienda su programa académico que cursó, cual es el nivel de satisfacción con su profesión, cual es la mayor fortaleza de su programa académico y qué aspectos considera que debe mejorar su programa.

Parte E. Situación Laboral: En esta sección se le pregunta al graduado sobre cómo se encuentra su situación en el mercado laboral actualmente, para eso el graduado se le realiza inicialmente la pregunta en que actividad en la que ocupa la mayor parte de tiempo, según lo que responda será enviado otra de series en donde se le indagará si desea iniciar un negocio, cuál es su campo de acción, cuanto tiempo de experiencia laboral tiene, cuál fue su ingreso laboral mes pasado, cual es el nivel jerárquico en donde labora, el tipo de contrato laboral que tiene, si le ha resultado útil los conocimientos y habilidades adquiridas en su carrera, por qué canales de búsqueda obtuvo su actual trabajo, si es este su primer trabajo, su proyección laboral a futuro entre otras.

Parte F. Satisfacción con los Recursos Ofrecidos por la UIS: Esta sección está dirigida a los graduados del momento 0 ya que son preguntas que relaciona directamente con los recursos que ofrece la UIS en el presente, algunas de las preguntas que se pueden encontrar son si existe un balance entre las actividades extracurriculares y académicas, el nivel de satisfacción a cuanto a: personal docente, el apoyo que da la universidad a los estudiantes, la gestión administrativa de la universidad y recursos físicos.

### **5.1.5 Prueba piloto**

El propósito de la prueba piloto es recibir una evaluación por parte de una autoridad académica una vez el instrumento de medición este construido, mediante el apoyo de un grupo profesores de los respectivos programas académicos, la prueba piloto estuvo activa durante todo el mes de diciembre del año 2021 y se realizó a través de correo electrónico con el propósito de recibir retroalimentación sobre la estructura y redacción de la encuesta, con dicha evaluación fue posible realizar los cambios pertinentes dentro del instrumento para alcanzar la eficiencia y logro de los objetivos del proyecto. Algunos de los comentarios generados por los participantes en la prueba piloto son los siguientes:

- “Mi principal observación tiene que ver con la extensión de la encuesta, ya que al alcanzar las 15 páginas puede que afecte la motivación en el diligenciamiento por parte de los egresados.”
- “En mi opinión, las preguntas de respuesta abierta no son muchas veces bien recibidas.”“Sugiero incluir: Ocupaciones en microelectrónica y Ocupaciones en docencia e investigación.”

Estos comentarios se tuvieron en cuenta para las versiones finales de los instrumentos de medición (APÉNDICE B, C, D Y E) y gracias a esto, fue posible su posterior difusión en la siguiente etapa del proyecto.

### **5.1.6 Técnicas de recolección de información**

En esta etapa se consideran los métodos disponibles de recolección de datos y los posibles beneficios obtenidos de cada uno de ellos, del mismo modo, el método seleccionado debía tener acceso a la mayor cantidad de personas, debía ser de naturaleza eficiente, que logrará llegar al público objetivo en un corto periodo tiempo, donde fuese posible la edición y codificación de la encuesta, sobre todo, que facilitará el seguimiento del proceso. Por las anteriores razones se decidió enviar las encuestas vía online, específicamente por medio de LimeSurvey, una plataforma de encuestas en línea idónea para organismos de investigación, universidades y otras instituciones de formación que cuenta con 28 tipos de preguntas preelaboradas, número de usuarios ilimitados, exportación sencilla de los resultados y un manejo intuitivo de la plataforma (Schmitz, C. (n.d.). LimeSurvey - Easy online survey tool), adicionalmente la UIS posee licencia autorizada para su uso.

### **5.1.7 Medios de difusión**

Con el objetivo de obtener la mayor participación de los graduados durante el periodo en que se encontraron activas las encuestas, se crearon estrategias de marketing para incentivar al público objetivo, inicialmente mediante la plataforma Limesurvey se usaron plantillas enviadas (ver apéndice Apéndice A. Correo de invitación y recordatorio) vía correo electrónico donde se extendía la invitación a participar en el proyecto, en el mensaje se describía brevemente su propósito y el importancia de su cooperación, al paso de semanas se enviaron recordatorios a aquellas personas que no habían finalizado o iniciado el diligenciamiento de le encuesta, como

segunda estrategia se decidió usar las redes sociales de la escuela, en donde con publicaciones en el perfil e historias de recurrencia diaria en los perfiles de Instagram y Facebook, se buscaba aumentar la difusión del seguimiento y llegar al máximo de personas posible.

Las redes sociales de la escuela E3T son manejadas con la agencia Kimera (Agencia de publicidad de la escuela de Diseño Industrial), quien se encargó de la edición y difusión de todo el contenido digital en las plataformas (Ver Apéndice “Apéndice H. Campaña publicitaria para redes sociales”). Finalmente, como ultima estrategia se realizaron llamadas telefónicas invitando a los graduados a ser parte del seguimiento. La implementación de estas estrategias obtuvo una respuesta positiva, dado que los porcentajes de respuestas comenzaron a aumentar. Las encuestas estuvieron activas desde el 11 de marzo del 2022 al 11 de septiembre del 2022, durante este periodo de tiempo se recaudaron las siguientes respuestas:

Tabla 3

*Respuestas recolectadas*

<b>PROGRAMA PREGRADO</b>	<b>Momento</b>	<b>Encuestas enviadas</b>	<b>Participación Limesurvey</b>	<b>%</b>
Ingeniería Eléctrica	M1-M5	450	201	45%
Ingeniería Eléctrica	M0	86	43	50%
Ingeniería Electrónica	M1-M5	421	179	43%
Ingeniería Electrónica	M0	43	27	63%
<b>Total</b>		<b>1000</b>	<b>450</b>	<b>45%</b>

## 5.2 Selección, preprocesamiento, limpieza y transformación de los datos

La limpieza y preparación de los datos es un paso crítico para cualquier proyecto, realizar este proceso ayuda a detectar y corregir o eliminar registros inexactos de un conjunto de datos o tablas. En esta fase una vez cerradas las encuestas, se procedió a la descarga de datos recolectados desde la plataforma LimeSurvey, esta plataforma facilita la estructuración de la encuesta de manera online, sin embargo, al realizar la descarga de las repuestas en formato Excel, la lógica con la que se construyó las encuestas en la plataforma no se refleja de la misma manera que en este formato , ya que existen partes donde según la respuesta del encuestado la plataforma conducen a otras secciones de la encuesta, esto en un archivo Excel se traduce a la creación de espacios, respuestas incompletas y cierto desorden, lo cual no es recomendable para el análisis de datos en tal estado.

Por esta razón fue importante hacer una depuración de los datos donde se logró la identificación de partes incompletas, incorrectas, inexactas o irrelevantes de los datos para su posterior sustitución, modificación o eliminación de los datos sucios o poco precisos. Lo anterior con la finalidad de desarrollar los análisis en los programas de Excel, SPSS y Power Bi.

Asimismo, para realizar la minería de datos es imperativo que se haya hecho una limpieza y un procesamiento a los datos, debido a que la minería de datos es el proceso para extracción y descubriendo de patrones para grandes cantidades de datos, sin su depuración adecuada los resultados podrían ser incoherentes o con falta de sentido y peso para el proyecto.

### **5.3 Tercera fase: Análisis de datos e interpretación de resultados**

En esta fase, el análisis de datos a través del uso de técnicas univariadas y multivariadas tiene como objetivo examinar el conjunto de datos con el propósito de extraer conclusiones para dar respuesta a los objetivos inicialmente planteados dentro de una investigación. Este proceso comienza en el mismo momento en que estamos pensando en el problema, en las técnicas de recolección de información, en el registro de las notas. No puede reducirse a un paso más de la investigación dado que se debe concebir desde el inicio de su formulación (Schettini & Cortazzo, 2015). El análisis busca generar afirmaciones basadas en la aplicación de metodologías, técnicas y herramientas, que convencen al lector con evidencia científica de la verisimilitud de estas.

#### **5.3.1 Aplicación de técnicas univariadas**

La aplicación de técnicas univariadas según Malhotra (2008) son apropiadas para analizar los datos cuando existe solo una sola medición de cada elemento de la muestra, o cuando hay varias mediciones de cada elemento, pero cada variable se analiza de manera independiente, siguiendo el tratamiento de una única variable, comúnmente para propósitos descriptivos, siendo la forma más básica de analizar datos, ya que se estudia cada variable por separado con el fin de dar respuesta a las preguntas hechas en la investigación. En este proyecto se utilizó la herramienta Power Bi para representar este análisis univariado por medio de gráficos que facilitan el entendimiento de los resultados de cada pregunta. Permitiendo que, con su estudio y comparación fuese sencillo de comprender los patrones y diferencias entre las respuestas para la formación de conclusiones.

En el (APENDICE Estudio de seguimiento a graduados, Power Bi) se presentan las gráficas de cada programa de acuerdo con los diferentes criterios de evaluación y momentos.

#### **5.3.1.1. Ingeniería Eléctrica**

La población de ingenieros electricistas que hizo parte de este estudio fue de 236 graduados entre los años 2015-2021, de las respuestas recogidas, obteniéndose los siguientes resultados.

##### **5.3.1.1.1. Información personal y familiar**

De acuerdo con los resultados de la encuesta sobre distribución por sexo, el 74,15% de los graduados son personas de sexo masculino y el 25,85% personas de sexo femenino. El estado civil que predomina es soltero con 72,88%, seguido de casado con 17,8% y con unión libre con 8,47%.

La población se divide en dos momentos, el momento 0 (M0) consta de los graduados en el año 2015-2019 y el momento M1 y M5 (M1-M5) los años 2020-2021. La población de Ingeniería Eléctrica de acuerdo con la información recogida es de 35 respuestas para M0, y 201 respuestas para M1-M5.

##### **5.3.1.1.2. Datos socioeconómicos y demográficos**

La población estudio reside principalmente en Colombia (90,05%); Santander es el departamento con mayor participación, seguido de Cundinamarca con; la mayor cantidad de la población en Santander reside en Bucaramanga, seguido de Floridablanca y Piedecuesta.

### **5.3.1.1.3. Información académica y financiación**

En esta sección las preguntas que se tuvieron en cuenta fueron, los criterios para la selección de su carrera, fuente de recursos y entidades utilizadas para financiar sus estudios, esta sección solo aplica para el Momento 0, ya que, para recolectar los datos más cercanos a la realidad, se decidió hacer estas preguntas a los graduados más recientes. En cuanto a los criterios que tuvieron en cuenta los graduados para seleccionar la carrera, “Sus habilidades y destrezas” es la respuesta predominante con 22,85%. Sigue la orientación del colegio con 20%, seguido de familiares con 17,14% y vocación con 14,28%. Por otro lado, la mayoría de los graduados (%51,42) no recibieron beca, subsidio o crédito educativo y el 11,42% de graduados obtuvo alguno de estos beneficios por parte del gobierno nacional.

Con respecto a las oportunidades que ofrece la UIS a los estudiantes, se obtuvieron los siguientes resultados. Para M0 y M1-M5 la gran parte (49,58%) de la población no aprovechó ninguna de las oportunidades que ofrece la UIS, el 22,61% realizaron pasantías, el 21,61% una práctica empresarial y 7,2% intercambios internacionales.

Por otro lado, se les preguntó a los graduados sobre sus planes a mediano plazo obteniéndose los siguientes resultados. Las respuestas fueron, trabajar en Colombia con un 21,18%, estudiar un posgrado en Colombia con un 22,03% y trabajar fuera de Colombia con 22,88%. Adicional a esto, se le preguntó a la población a cuáles eventos había asistido, siendo los congresos la más votada con 31,78%, seguida de seminarios con 25% y conferencias con 24,58%.

#### **5.3.1.1.4. Competencias**

Para el caso de M0 se evidencia que la UIS propició una mejora en las competencias de un idioma extranjero (94,29%). Dada la información recolectada, se encontró que el idioma de mayor de dominio entre los egresados de ingeniería eléctrica es el idioma inglés (85,71%), seguido del idioma francés (8,57%), mostrando un nivel de conocimiento medio del idioma en todos los planos de evaluación (Escrito, oral, lectura y escucha).

En cuanto a la mejora de las competencias de los egresados del programa de ingeniería eléctrica se destacan (con una calificación de 1-4), el análisis e interpretación de datos con una puntuación de 3,54 y capacidad de diseño en ingeniería para la generación de soluciones con 3,38. En otro sentido se encontró que los egresados tuvieron una mejora significativa en la capacidad de trabajo en equipo (3,45), capacidad de desarrollar y llevar buenos métodos de experimentación (3,39).

#### **5.3.1.1.5. Situación laboral**

En cuanto a la situación laboral actual de la población estudio se obtiene que para M0, los graduados ocupan la mayor parte de su tiempo trabajando como empleados (68,57%), buscando trabajo (11,43%), estudiando (5,71%), trabajando como independiente (8,53%) y sólo el 2,86% de los graduados se dedican a la investigación y docencia. Para M1-M5, al igual que M0, la situación laboral que predomina es el trabajo como empleado con 60,2%, seguido de estudio con 24,88% y trabajo independiente con 7,46%.

Los campos de acción para M0 constan principalmente de empresas de rubro energético (25,71%), desarrollo de software (19,35%), y empresas distribuidoras de electricidad (12,9%). Para M1-M5 los campos de acción predominantes son empresas de rubro energético (18,4%), empresas distribuidoras de electricidad (10,94%), proyectos de innovación y desarrollo de tecnologías y energía renovable (8,95%), entre otros. Con respecto al nivel jerárquico, para M0 el 41,93% de los graduados se encuentra trabajando en un nivel operativo, seguido de nivel de mando medios con 29,03% y nivel administrativo con 16,12%. Para M1-M5 los resultados son similares, el 33,33% de los graduados trabaja en nivel de mandos medios, 20,89% en nivel administrativo y el 8,95% en nivel directivo.

De acuerdo con el tiempo de experiencia, para M0 gran parte de la población tiene “entre 6 y 12 meses” (51,61%), seguido de “Tres meses a seis meses” (35,48%), “no tiene experiencia” (16,12%). En el caso de M1-M5, 35,32% de los graduados tiene más de 1 año de experiencia, 19,40% tienen entre tres y cuatro años, el 9,95% entre seis meses a un año de experiencia.

En cuanto al nivel de vinculación que tienen los graduados con la empresa o institución, para los dos momentos se puede notar que gran parte de la población tiene contrato a término indefinido (57,14%), el 27,92% contrato a término fijo, el 7,79% contrato de prestación de servicios y el 2,6% teletrabajo.

Las ocupaciones laborales de los graduados son diversas, se destacan las ocupaciones en electricidad industrial y de potencia, ocupaciones en diseño e instalaciones eléctricas, ocupaciones en generación de energía eléctrica y ocupación en distribución de energía eléctrica.

Por otro lado, se les preguntó a los graduados qué tan relacionadas son las actividades que realiza donde trabaja y la carrera que estudiaron, obteniéndose para los dos momentos un de la

respuesta directamente relacionado (58,47%), lo cual indica que la gran mayoría de egresados están ejerciendo en lo que estudiaron.

Se le preguntó a la población “¿hasta qué punto su actual situación laboral coincide con las expectativas que tenía cuando empezó sus estudios?” para los dos momentos se obtuvieron resultados similares, donde predomina el voto hacia “mejor de lo que esperaba”, seguido de “igual a lo que esperaba”, luego “peor de lo que esperaba” y por último “no tenía ninguna expectativa”.

Adicionalmente se les preguntó a los graduados “¿Qué canal de búsqueda le permitió conseguir el empleo actual?, predominando para M0 la respuesta familiares y amigos con 48%, seguido de LinkedIn con 24% y redes sociales con 12%. En el caso de M1-M5 las respuestas predominantes fueron las mismas que M0 (36,88%, 19,15% y 8,51% respectivamente) adicionando la respuesta medios de comunicación con 13,48%.

En lo que se refiere a la satisfacción de los graduados con su situación laboral, se evaluaron diferentes elementos con calificación de 1-4, siendo 1 “Muy insatisfecho” y 4 “Muy satisfecho” obteniéndose las sucesivas calificaciones, en la mayoría de los casos su resultado fue positivo o “satisfecho” con los siguientes porcentajes de satisfacción, ingreso o salario (61,18%), oportunidades de ascenso (43,75%), retos y desafíos intelectuales (48,03%), estabilidad laboral (55,26%), cantidad de horas que trabaja (53,76%), aplicación de los conocimientos adquiridos en el programa que se graduó (56,64%) y satisfacción con el trabajo actual (54,49%) de insatisfacción. Los anteriores resultados permiten notar que en general la satisfacción es aceptable, a excepción del último aspecto, donde la población no se siente conforme con su trabajo actual. Además, cabe resaltar que la población se siente muy satisfecha con la aplicación de los conocimientos adquiridos en su carrera, el 81,99% considera que debería devengar mejores ingresos, lo cual coincide con el resultado de insatisfacción con el trabajo actual.

Asimismo, se realizó el estudio del ingreso laboral más reciente para los graduados, obteniéndose que para M0 el valor predominante es “entre 2 SMMLV y menos de 3 SMMLV” con 34,8%, seguido de “entre 1 SMMLV y menos de 2 SMMLV” con 25,71%, “entre 3 SMMLV y menos de 4 SMMLV” con 8,57% y “entre 4 SMMLV y menos de 5 SMMLV” con 2,85%. En el caso de M1-M5 el salario predominante es “entre 3 SMMLV y menos 4 SMMLV” con 21,89%, seguido de “entre 4 SMMLV y menos de 5 SMMLV” con 15,92%, “entre 5 SMMLV o más” con 13,43%, “entre 2 SMMLV y menos de 3 SMMLV” con 8,95% y “entre 1 SMMLV y menos de 2 SMMLV” con 2,98%. Teniendo en cuenta estos resultados, se puede observar que la población M1-M5 devenga mejores salarios que los graduados más recientes M0.

#### **5.3.1.1.6. Nivel de identidad con la UIS**

Se realizó un estudio con el fin de medir el sentido de pertenencia de los graduados con la UIS. Para M0, el 80% de los graduados tienen sentido de pertenencia es alto, el 14,29% es medio y el 5,71% es bajo. En el caso de M1-M5, el 53,73% el sentido de pertenencia es alto, 41,29% es medio y el 4,98% es bajo. Según lo anterior, los graduados recientes poseen un mayor sentido de pertenencia con la UIS.

En torno al futuro, se les preguntó a los graduados si les gustaría cursar otros estudios en la UIS, obteniéndose una respuesta afirmativa de más de la mitad de la población 65,25% para M1-M5. La especialización es el estudio predominante que les gustaría estudiar a los egresados con 34,28% para M0 y 28,85% para M1-M5, seguido de una maestría con 11,42% para M0 y 17,41% para M1-M5, y diplomado con 11,42% para M0 y 10,94% para M1-M5. La principal razón por la que los egresados desean volver a la UIS es la calidad de la formación (36,36% para M0 y

37,01% para M1-M5), seguido de reconocimiento de la institución (45,45% para M0 y 31,17% para M1-M5).

Por otro lado, la mayoría de los graduados recomiendan el programa de Ingeniería Eléctrica con 94,28% para M0 y 85% para M1-M5. El grado de satisfacción con la profesión predominante de los graduados de 1-4 es de 3 con 82,85% para M0 y 47,26% para M1-M5 asimismo estos calificaron una satisfacción de 4 de 35,32%, lo cual muestra que los graduados más recientes están más satisfechos con su profesión que los más antiguos.

#### **5.3.1.1.7. Satisfacción con los recursos ofrecidos por la UIS**

Se realizó un estudio para medir la satisfacción de los graduados con los recursos ofrecidos por la UIS en diferentes aspectos. Dicha medición consta de calificar la satisfacción de 1 a 4, donde 1 es “Muy insatisfecho” y 4 “Muy satisfecho”. En cuanto a la satisfacción relacionada al apoyo que ofrece la UIS a los estudiantes se tienen la posibilidad de intercambio (48,57%), gestión de prácticas empresariales (42,86%), apoyo para desarrollar investigaciones (62,86%), apoyo a seminarios de actualización (57,14%) y apoyo académico (65,71%). Estos resultados muestran que los graduados no están satisfechos con el apoyo de la universidad a los estudiantes.

Adicionalmente, se midió la satisfacción con el personal docente bajo diferentes aspectos con una puntuación de 1-4. Los resultados fueron para formación académica (82,86%), para procesos de aprendizaje (51,4%) y para trabajo de campo (37,14%).

Con respecto al grado de satisfacción con los recursos físicos se obtuvieron resultados aceptables para “aulas informáticas” con 62,8%, “espacios para estudiar” con 60%, y los laboratorios y talleres de la universidad (42,86%).

En cuanto a la satisfacción con la gestión administrativa como agilidad en los trámites administrativos y atención del personal administrativo, los resultados fueron negativos (40% y 51,43% respectivamente).

### **5.3.1.2. Ingeniería Eléctrica**

La población de ingenieros electrónicos que hizo parte de este estudio fue de 206 graduados entre los años 2015-2021, obteniéndose los siguientes resultados.

#### **5.3.1.2.1. Información personal y familiar**

De acuerdo con los resultados de la encuesta sobre distribución por sexo, el 65,05% de los graduados son personas de sexo masculino y el 34,95% personas de sexo femenino, el estado civil que predomina es soltero con 65,05%, seguido de casado con 22,82% y con unión libre con 10,68%.

#### **5.3.1.2.2. Datos socioeconómicos y demográficos**

La población estudio reside principalmente en Colombia (89,81%); Santander es el departamento con mayor participación (45,15%), seguido de Cundinamarca con 21,36%; la mayor cantidad de la población en Santander reside en Bucaramanga (34,04%), seguido de Floridablanca (7,98%) y Piedecuesta (3,19%). La población se divide en dos momentos, el momento 0 (M0) consta de los graduados en el año 2015-2019 y el momento 1 y 5 (M1-M5) los años 2020-2021.

La población de Ingeniería Electrónica de acuerdo con los momentos es de 27 (13,10%) para M0, y 179 (86,89%) para M1-M5.

### **5.3.1.2.3. Información académica y financiación**

En esta sección las preguntas que se tuvieron en cuenta fueron, los criterios para la selección de su carrera, fuente de recursos y entidades utilizadas para financiar sus estudios para el Momento 0. En cuanto a los criterios que tuvieron en cuenta los graduados para seleccionar la carrera, la “familia” es la predominante con 25,93%, seguido de sus “habilidades y destrezas” con 18,52%. Los padres de familia fue la fuente de recursos predominante con 69,23%, becas/subsidios con 11,54% y familiares con 11,54%. Por otro lado, el 34,62% de la población recibieron beca, subsidio o crédito educativo de la institución donde cursó sus estudios y la misma cantidad de graduados (34,62%) no recibieron ninguno de estos beneficios educativos.

Con respecto a las oportunidades que ofrece la UIS a los estudiantes se obtuvieron los siguientes resultados. Para M0 el 48,15% de la población no realizó ninguna de las oportunidades que ofrece la UIS, el 22,22% realizaron una práctica empresarial, el 22,22% pasantías y 7,41% intercambios internacionales. Para M1-M5 se obtuvieron resultados similares.

Por otro lado, se les preguntó a los graduados sobre sus planes a mediano plazo obteniéndose los siguientes resultados. Para M0, las respuestas más votadas fueron estudiar un posgrado en Colombia con un 25,93%, trabajar en Colombia con un 22,22% y estudiar un posgrado fuera de Colombia con 14,81%. En el caso de M1-M5 la respuesta más votada fue trabajar en Colombia con un 37,43%, seguido de estudiar un posgrado en Colombia con 27,93% y estudiar un posgrado fuera de Colombia con 14,53%. De lo anterior se puede observar que es mayor la

cantidad de graduados antiguos que desea trabajar en Colombia que la cantidad de graduados más recientes.

Adicional a esto, se le preguntó a la población a cuáles eventos había asistido posterior a su graduación, siendo los seminarios la más votada con 37,04%, seguida de congresos con 33,33% y conferencias con 18,52%. En el caso de M1-M5 la más votada fue congresos con 34,64%, seguido de seminarios con 27,37% y conferencias con 25,7%.

#### **5.3.1.2.4. Competencias**

Para los egresados de la escuela de ingeniería electrónica, se evidencia que la UIS propició una mejora en las competencias de un idioma extranjero (85,19%%). Dada la información recolectada, se encontró que el idioma de mayor de dominio entre los egresados de ingeniería electrónica es el idioma inglés (66,67%), seguido del idioma francés (1,11%), mostrando un nivel de conocimiento medio del idioma en todos los planos de evaluación (Escritura, escucha, oral, lectura); se evidenció un nivel de conocimiento alto en el plano de evaluación correspondiente al escucha.

En cuanto a la mejora de las competencias de los egresados del programa de ingeniería eléctrica se destacan (con una calificación de 1-4), el análisis e interpretación de datos con una puntuación de 3,53, seguido de la capacidad de emitir juicios de ingeniería teniendo en cuenta los contextos globales y económicos (3,42), capacidad de diseño en ingeniería para la generación de soluciones (3,42%), la capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos (3,38%). En otro sentido se encontró que los egresados tuvieron una mejora

significativa en la capacidad de trabajo en equipo (3,5), capacidad de desarrollar y llevar buenos métodos de experimentación (3,5).

#### **5.3.1.2.5. Situación laboral**

En cuanto a la situación laboral actual de la población estudio se tiene que para M0, los graduados ocupan la mayor parte de su tiempo trabajando como empleados (33,33%), buscando trabajo (22,22%), trabajando de manera independiente (22,22%), estudiando (11,11%) y con un negocio propio (11,11%). Para M1-M5, la mayor parte de la población trabaja como empleado (80,45%), seguido de trabajo de manera independiente (9,5%) y buscando trabajo (9,5%), sólo el 1,68% tiene un negocio propio. Con estos resultados se puede notar que los graduados más recientes están buscando otras alternativas a su situación laboral además de ser empleado.

Los campos de acción para M0 constan principalmente de desarrollo de software con 22,22%, realización de informes de ingeniería con 22,22%, área de mantenimiento a computadores con 16,67% y área de mantenimiento de aplicaciones y sistemas electrónicos y de comunicaciones con 16,67%. Para M1-M5 los campos de acción predominantes son áreas de diseño y análisis de aplicaciones y sistemas electrónicos y de comunicaciones (50,62%) y desarrollo de software con 9,26%.

Con respecto al nivel jerárquico, para M0 el 37,03% de los graduados se encuentra trabajando en un nivel operativo, seguido de nivel administrativo con 18,51% y nivel de mando medios con 7,4%. Para M1-M5 el 39,10% de los graduados trabaja en nivel de mando medios, 35,75% en nivel administrativo, 8,93% en nivel directivo y 7,82% en nivel operativo. Esto muestra que los graduados más antiguos ocupan mejores niveles jerárquicos.

De acuerdo con el tiempo de experiencia, para M0 el 29,62% de la población tiene entre tres y seis meses de experiencia, seguido de entre seis y doce meses (25,92%), menos de 6 meses (22,22%), cero a tres meses (11,1%) y no tiene experiencia (11,1%). En el caso de M1-M5, a diferencia de M0, la mayoría de los graduados tiene más de 1 año de experiencia (35,19%), seguido de entre tres y cuatro años con (27,37%), entre uno y dos años (12,29%), seis meses a un año (9,49%) y cinco años (7,26%).

En cuanto al nivel de vinculación que tienen los graduados con la empresa o institución, para M0 se puede notar que gran parte de la población tiene contrato a término indefinido (42,86%), el 28,57% contrato a término fijo y el 28,57% contrato de prestación de servicios. Para M1-M5 se obtuvieron resultados similares a los de M0 con 45,14%, 22,95% y 20,83% respectivamente.

Las ocupaciones laborales de los graduados son diversas; en el caso de M0 se destacan las ocupaciones en electrónica y computación con 26,67%, telecomunicaciones con 26,67%, automatización industrial con 13,33% y comunicaciones con 13,33%. Para M1-M5 destacan las ocupaciones en Ingeniería electrónica con 32,08%, electrónica y computación con 16,35% y telecomunicaciones con 8,81%.

Se le preguntó a la población “¿hasta qué punto su actual situación laboral coincide con las expectativas que tenía cuando empezó sus estudios?”, en el caso de M0 el 44,44% de los graduados respondieron que era mejor de lo que esperaba, el 29,63% respondieron que es igual a lo que esperaba, el 18,52% respondieron que era peor de lo que esperaba y el 7,41% respondieron que no tenían ninguna expectativa. Para el caso de M1-M5 se obtuvieron resultados de mayor satisfacción que M0 (42,68%, 37,2%, 13,41% y 6,71% respectivamente).

Adicionalmente se les preguntó a los graduados “¿Qué canal de búsqueda le permitió conseguir el empleo actual?, predominando para M0 la respuesta familiares y amigos con 52,38%, seguido de LinkedIn con 33,33%. En el caso de M1-M5 las respuestas predominantes fueron LinkedIn con 25,69%, familiares y/o amigos 23,61%, bolsas de empleo 18,06% y redes sociales 15,28%.

En lo que se refiere a la satisfacción de los graduados con su situación laboral, se evaluaron diferentes elementos con calificación de 1-4, obteniéndose las siguientes calificaciones del estado “satisfecho”, ingreso o salario (35,43%), oportunidades de ascenso (31,55%), retos y desafíos intelectuales (37,86%), estabilidad laboral (36,4%), cantidad de horas que trabaja (38,34%), aplicación de los conocimientos adquiridos en el programa que se graduó (35,92%) y satisfacción con el trabajo actual (51,45%). Los anteriores resultados permiten notar que en general la satisfacción está aceptable. Adicionalmente el 40,7% de la población para M0 y 86,89% para M1-M5, considera que debería devengar mejores ingresos. Sin embargo, a pesar de lo anterior, el 80,58% de los graduados piensan que su trabajo actual está contribuyendo a su desarrollo y crecimiento personal.

Asimismo, se realizó el estudio del ingreso laboral más reciente para los graduados, obteniéndose que para M0 el valor predominante es “entre 1 SMMLV y menos de 2 SMMLV” con 37,03%, seguido de “entre 2 SMMLV y menos de 3 SMMLV” con 25,92% y “entre 3 SMMLV y menos de 4 SMMLV” con 14,81%. En el caso de M1-M5 el salario predominante es “entre 4 SMMLV y menos de 5 SMMLV” con 29,60%, seguido de “entre 3 SMMLV y menos de 4 SMMLV” con 28,49%, y “entre 5 SMMLV o más” con 17,87%. Teniendo en cuenta estos resultados, se puede observar que la población M1-M5 devenga mejores salarios que los graduados más recientes M0.

#### **5.3.1.2.6. Nivel de identidad con la UIS**

Se realizó un estudio con el fin de medir el sentido de pertenencia de los graduados con la UIS. Para M0, el 55,56% el sentido de pertenencia es alto, el 37% es medio y el 7,41% es bajo. En el caso de M1-M5, el 43,58% el sentido de pertenencia es alto, 43,02% es medio y el 13,41% es bajo. Según lo anterior, los graduados recientes poseen un mayor sentido de pertenencia con la UIS, sin embargo, el valor no es muy alto para ninguno de los dos casos.

En torno al futuro, la especialización es el estudio predominante que les gustaría estudiar a los egresados con 29,62% para M0 y 21,78% para M1-M5, seguido de estudios universitarios para M0 con 28,57% y maestría para M1-M5 con 30,68%, y maestría para M0 con 19,05% y diplomados para M1-M5 con 10,23%. La principal razón por la que los egresados desean volver a la UIS es la calidad de la formación (38,1% para M0 y 40,91% para M1-M5), seguido de calidad de los profesores y reconocimiento de la institución para M0 (19,05% para ambos) y reconocimiento de la institución para M1-M5 (31,82%).

El grado de satisfacción con la profesión predominante de los graduados de 1-4 es de 3 con 62,96% para M0 y 67,6% para M1-M5. Lo anterior muestra que en general, la mayor parte de los graduados, tanto los recientes como antiguos, están satisfechos con la profesión.

#### **5.3.1.2.7. Satisfacción con los recursos ofrecidos por la UIS**

Se realizó un estudio para medir la satisfacción de los graduados con los recursos ofrecidos por la UIS en diferentes aspectos. En cuanto a la satisfacción relacionada al apoyo que ofrece la

UIS a los estudiantes se tienen la posibilidad de intercambio (62,96%), gestión de prácticas empresariales (44,44%), apoyo para desarrollar investigaciones (66,67%), apoyo a seminarios de actualización (51,85%) y apoyo académico (66,67%). Estos resultados muestran que la satisfacción de los graduados con el apoyo de la universidad a los estudiantes sin ser muy alta tiene valores aceptables.

Adicionalmente, se midió la satisfacción con el personal docente bajo diferentes aspectos con una puntuación de 1-4. Los resultados fueron 51,8% para formación académica, 48,1% para procesos de aprendizaje y 48,15% para trabajo de campo.

Con respecto al grado de satisfacción con los recursos físicos se obtuvieron resultados aceptables para “aulas informáticas” con 48,15% y “espacios para estudiar” con 74,07%, por último, los laboratorios y talleres de la universidad con 51,85%.

En cuanto a la satisfacción con la gestión administrativa como agilidad en los trámites administrativos (48,15%) y atención del personal administrativo (48,15%).

### **5.3.2. Aplicación de técnicas multivariadas**

Las técnicas estadísticas multivariadas son aquellas que analizan múltiples características de un mismo objeto de estudio. Se caracterizan porque las variables de estudio deben ser aleatorias y estar interrelacionadas de tal manera que no tenga sentido interpretar de forma aislada sus diferentes efectos. (Sagaró del Campo & Zamora Matamoros, 2020). Este tipo técnicas facilitan el análisis del investigador al extraer abundante información de los datos, identificando patrones de correlación entre ellos mediante el uso de paquetes estadísticos como SPSS Statistics, para este caso las variables objeto constituyen las competencias descritas en el PEP de cada programa y son

de gran utilidad para la caracterización de los perfiles de los graduados para los diferentes momentos del estudio.

#### **5.3.2.1. Población estudio**

Para la población de estudio se eligió los estudiantes graduados entre los años 2015-2021 de los programas de pregrado ingeniería eléctrica e ingeniería electrónica. Este periodo se dividió en “Momento 1” y “Momento 5” esto con la finalidad de realizar un mejor estudio, que encajara con las características de cada grupo, puesto que la perspectiva, realidad y opinión general de un encuestado puede cambiar al transcurrir los años, esta es una de las razones por las que se realizan dos tipos de encuestas.

Estos “Momentos” describen el periodo de tiempo que ha pasado desde el momento de graduación, de esta forma, “Momento 1” evalúa graduados entre 0-1 año de graduados y “Momento 5” evalúa graduados entre los 1-5 años. Cabe aclarar que el inicio del proyecto fue en el año 2021 por esta razón para el “Momento 1” se usan los graduados entre el 2020-2021.

De las bases de datos proporcionadas por la E3T, se recolectaron los correos de los graduados, parte esencial para realizar el envío de encuestas por medio de la plataforma LimeSurvey.

#### **5.3.2.2. Método de muestreo**

En este proyecto se usa el muestreo de conveniencia, ya que, al ser no probabilístico, se basa en el criterio del investigador para su selección y no se realiza una selección de muestras al

azar, el investigador selecciona a conveniencia siguiendo la base de datos proporcionada por la E3T, también se realizó, una campaña para la participación voluntaria de graduados que no hayan recibido la encuesta en su correo electrónico.

### **5.3.2.3. *Aplicación de técnicas multivariadas***

Una de las definiciones más usadas del análisis multivariado la encontramos en el libro “Multivariate Analysis” (Kendall, 1975) donde define las técnicas multivariadas como un “conjunto de las técnicas estadísticas que analizan simultáneamente más de dos variables en una muestra de observaciones.” En la aplicación de técnicas multivariadas existen gran cantidad de datos que se desean clasificar, para esto, es necesario extraer sus características y organizarlas. Asimismo, Es un grupo de técnicas que sirven para examinar un conjunto de variables, donde se identifican las unidades de análisis como los objetos de estudio, de tal manera que los datos son las representaciones de los atributos que tienen las unidades de análisis y las variables se forman como un conjunto ordenado de datos.

#### **5.3.2.3.1. Análisis Factorial**

Es una técnica de reducción de datos que sirve para encontrar grupos de variables a partir de un gran número de datos, estos grupos se forman con variables correlacionadas entre sí, procurando que unos grupos sean interdependientes de otros. Se agrupan de una forma característica, en un conjunto de componentes o factores, cuando se realiza la aplicación del análisis se encuentran grupos donde sus variables poseen significados comunes y se intenta reducir el número dimensiones necesarias para explicar a los sujetos.

Es una técnica para reducir el número de datos con el propósito de buscar el número mínimo de dimensiones capaces de explicar el máximo de impresiones.

#### **5.3.2.3.2. Análisis Factorial de competencias**

Los programas de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica tienen establecidas una serie de competencias según el PEP (proyectos educativos de los programas), dichas competencias dadas por la escuela, fueron tomadas como variables para realizar el análisis factorial usando el método de rotación Varimax, el cual permite reducir el número de dimensiones para facilitar la interpretación de los datos, buscando características principales, capaces de agrupar las competencias en factores sencillos de entender.

Se aplicará la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), en la cual su resultado debe ser mayor a 0,5 (VER APENDICE Apéndice J. KMO y prueba de Bartlett) para determinar si el análisis que se está aplicando es el adecuado para el estudio, lo que sugiere que la prueba de esfericidad de Bartlett rechaza la hipótesis nula de que la matriz de correlación de la población es una matriz de identidad. De la misma forma, si el nivel de significancia es menor a 0,05 se estima que el análisis factorial es apropiado para analizar la matriz de correlación de las variables.

Otra prueba para verificar si es adecuado el análisis factorial es observar los valores de la diagonal de la matriz de correlación anti-imagen (MSA), la regla indica que los valores deben ser mayores a 0,05, indicando si las variables, en este caso, las competencias, se pueden usar para el ejercicio (APENDICE Análisis factorial Matriz anti-imagen).

Las competencias para cada programa eran las mismas, sin embargo, no se mezclaron los datos para la personalización de su análisis, en este caso existen ocho (8) competencias para cada programa. También se decidió repartir estas competencias en dos momentos importantes con el

fin de lograr una mejor comparativa y un mejor entendimiento de estas. Estos momentos se dividieron en cómo se encontraba el graduado “antes de ingresar a su carrera” y como se encontraba “una vez ya graduado”. De la misma forma, los valores para evaluar su nivel en cada una de ellas, se empezaba escogiendo un numero de acuerdo con el nivel que ellos percibían que habían ingresado y el nivel después del grado, estos niveles son el 1, 2, 3 y 4, donde 1 es el “más bajo” y el 4 es el “más alto”.

A continuación, se hace un análisis detallado para cada programa, en el momento “antes” y “después” para su interpretación. Los siguientes elementos son las competencias de acuerdo con el PEP de los programas, donde cada una se toma como variable para el desarrollo del estudio.

- C1: La capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos, mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencia y matemáticas.
- C2: La capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas de la sociedad.
- C3: La habilidad para comunicarse efectivamente en un rango de audiencias.
- C4: Reconoce responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería.
- C5: Emite juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
- C6: La capacidad para trabajar en equipo y desempeñarse efectivamente.
- C7: La capacidad para desarrollar y llevar una experimentación adecuada.
- C8: Analiza e interpreta datos y usa juicios de ingeniería para sacar conclusiones.

**5.3.2.3.3. Análisis factorial programa Ingeniería Eléctrica**

Las competencias para este programa ya fueron mencionadas anteriormente, por lo que se prosigue con el análisis para el programa de Ingeniería Eléctrica.

- Nivel en el que ingresó a la universidad

Los resultados obtenidos de aplicar la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la de Barlett a las competencias del PEP según el programa de Ingeniería Eléctrica.

Tabla 4

*Prueba de KMO y Barlett Ingeniería Eléctrica*

<b>KMO y prueba de Bartlett</b>		
<b>Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.</b>		
<b>Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.</b>		,941
<b>Prueba de esfericidad de Bartlett</b>	Chi-cuadrado aproximado	1719,879
	Gl	28
	Sig.	0,000

Nota: Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

De la prueba KMO se obtuvo un valor estadístico de 0,941, un Chi-Cuadrado de 1719,879 con 28 grados de libertad y un nivel de significancia cercano al cero. Estos resultados comparados con la regla que se mencionó anteriormente sugieren que la técnica del análisis factorial es adecuado para analizar la matriz de correlaciones de las variables.

Para comprobar que cada variable es conveniente para realizar el análisis factorial, se observa la matriz de correlación anti-imagen, donde se espera que los valores sean mayores a 0,05 como regla teórica. Como se percibe en la imagen \* la diagonal de todas las competencias son valores superiores a 0,05 y cercanos a 1, se deduce que todas las variables se pueden usar para el estudio. Finalizado el análisis factorial, observamos en la siguiente tabla que el número de componentes obtenidos es dos y tiene su varianza acumulada en 80,920%.

Tabla 5

*A Varianza total*

<b>Varianza total explicada</b>						
<b>Componente</b>	Autovalores iniciales			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
<b>1</b>	5,968	74,600	74,600	3,456	43,201	43,201
<b>2</b>	,506	6,320	80,920	3,017	37,719	80,920
<b>3</b>	,396	4,956	85,875			
<b>4</b>	,314	3,928	89,803			
<b>5</b>	,278	3,476	93,279			
<b>6</b>	,204	2,546	95,825			
<b>7</b>	,170	2,120	97,945			
<b>8</b>	,164	2,055	100,000			

Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

**Método de extracción: Análisis de Componentes Principales**

Por medio del análisis de componentes principales, las variables logran resumirse y representarse por medio de factores que explican la mayor parte de los componentes usando el menor número de factores.

Tabla 6

*A Matriz componentes rotados*

<b>Matriz de componentes rotados<sup>a</sup></b>		
	Componente	
	1	2
<b>C1</b>	,839	,303
<b>C2</b>	,824	,375
<b>C3</b>	,715	,525
<b>C4</b>	,663	,479
<b>C5</b>	,650	,601
<b>C6</b>	,364	,875
<b>C7</b>	,400	,855
<b>C8</b>	,638	,650

Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

En esta imagen se puede observar cada variable hacia que componente tiende, dependiendo de esto, las competencias se pueden agrupar en los factores que mejor los describen.

- Factor 1: C1, C2, C3, C4, C5 Competencias sobre la formulación de soluciones mediante la aplicación de la ingeniería reconociendo su impacto y responsabilidad ético y global, así como la capacidad de compartir los resultados a los conjuntos de personas interesadas.

- Factor 2: C6, C7, C8 Competencias sobre la habilidad de seguir la estructura de una investigación para obtener resultados precisos cumpliendo con su desarrollo e interpretación de forma adecuada y siendo capaz de trabajar en equipo.

### Nivel en el que se graduó de la universidad

Los resultados obtenidos de aplicar la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la de Barlett a las competencias del PEP según el programa de Ingeniería Eléctrica.

Tabla 7

#### *A Prueba de KMO y Bartlett Ingeniería Eléctrica*

<b>KMO y prueba de Bartlett</b>		
<b>Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.</b>		,859
<b>Prueba de esfericidad de Bartlett</b>	Chi-cuadrado aproximado	463,791
	gl	28
	Sig.	,000

Nota: Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

De la prueba KMO se obtuvo un valor estadístico de 0,859, un Chi-Cuadrado de 463,791 con 28 grados de libertad y un nivel de significancia cercano al cero. Estos resultados comparados

con la regla que se mencionó anteriormente sugieren que la técnica del análisis factorial es adecuado para analizar la matriz de correlaciones de las variables.

Para comprobar que cada variable es acertada para realizar el análisis factorial, se observa la matriz de correlación anti-imagen, donde se espera que los valores sean mayores a 0,05 como regla teórica. Como se aprecia en la imagen \* la diagonal de todas las competencias son valores superiores a 0,05 y cercanos a 1, se deduce que todas las variables se pueden usar para el estudio.

Finalizado el análisis factorial, observamos en la siguiente tabla que el número de componentes obtenidos es dos y tiene su varianza acumulada en 54,650%.

Tabla 8

*B Varianza total*

<b>Varianza total explicada</b>						
Autovalores iniciales				Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
<b>Componente</b>	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
<b>1</b>	3,475	43,438	43,438	2,331	29,135	29,135
<b>2</b>	,897	11,212	54,650	2,041	25,515	54,650
<b>3</b>	,795	9,941	64,590			
<b>4</b>	,693	8,662	73,253			
<b>5</b>	,640	7,996	81,248			
<b>6</b>	,574	7,181	88,429			
<b>7</b>	,486	6,074	94,504			
<b>8</b>	,440	5,496	100,000			

Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

**Método de extracción: Análisis de Componentes Principales**

Por medio del análisis de componentes principales, las variables logran resumirse y representarse por medio de factores que explican la mayor parte de los componentes usando el menor número de factores.

Tabla 9

*B Matriz de componentes rotados*

<b>Matriz de componentes rotados<sup>a</sup></b>		
	Componente	
	1	2
<b>C1</b>	,801	,154
<b>C2</b>	,777	,083
<b>C3</b>	,608	,354
<b>C4</b>	,565	,433
<b>C5</b>	,519	,470
<b>C6</b>	,127	,754
<b>C7</b>	,150	,721
<b>C8</b>	,298	,623

**Método de extracción: Análisis de componentes principales.  
Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.<sup>a</sup>**

Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

En esta imagen se puede observar cada variable hacia que componente tiende, dependiendo de esto, las competencias se pueden agrupar en los factores que mejor los describen.

- Factor 1: C1, C2, C3, C4, C5 Competencias sobre la formulación de soluciones mediante la aplicación de la ingeniería reconociendo su impacto y responsabilidad ético y global, así como la capacidad de compartir los resultados a los conjuntos de personas interesadas.
- Factor 2: C6, C7, C8 Competencias sobre la habilidad de seguir la estructura de una investigación para obtener resultados precisos cumpliendo con su desarrollo e interpretación de forma adecuada y siendo capaz de trabajar en equipo.

Una vez finalizado el análisis aplicado para el programa de Ingeniería Eléctrica, se continúa con el análisis para el programa de Ingeniería Electrónica.

### Nivel en el que ingresó a la universidad

Los resultados obtenidos de aplicar la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la de Bartlett a las competencias del PEP según el programa de Ingeniería Electrónica.

Tabla 10

#### *A Prueba de KMO y Bartlett Ingeniería Electrónica*

<b>KMO y prueba de Bartlett</b>		
<b>Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.</b>		,903
<b>Prueba de esfericidad de Bartlett</b>	Chi-cuadrado aproximado	761,448
	gl	28
	Sig.	,000

Nota: Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

De la prueba KMO se obtuvo un valor estadístico de 0,903, un Chi-Cuadrado de 761,448 con 28 grados de libertad y un nivel de significancia cercano al cero. Estos resultados comparados con la regla que se mencionó anteriormente sugieren que la técnica del análisis factorial es adecuado para analizar la matriz de correlaciones de las variables.

Para comprobar que cada variable es conveniente para realizar el análisis factorial, se observa la matriz de correlación anti-imagen, donde se espera que los valores sean mayores a 0,05 como regla teórica. Como se refleja en la imagen # la diagonal de todas las competencias son valores superiores a 0,05 y cercanos a 1, se deduce que todas las variables se pueden usar para el estudio.

Finalizado el análisis factorial, observamos en la siguiente tabla que el número de componentes obtenidos es dos y tiene su varianza acumulada en 66,001%.

Tabla 11

*B Varianza total*

<b>Varianza total explicada</b>						
Autovalores iniciales				Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
<b>Componente</b>	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
<b>1</b>	4,552	56,906	56,906	3,286	41,070	41,070
<b>2</b>	,728	9,095	66,001	1,994	24,931	66,001
<b>3</b>	,647	8,092	74,093			
<b>4</b>	,559	6,989	81,082			

<b>5</b>	,456	5,704	86,787
<b>6</b>	,413	5,158	91,944
<b>7</b>	,374	4,669	96,613
<b>8</b>	,271	3,387	100,000

**Método de extracción: Análisis de Componentes principales.**

**Método de extracción: Análisis de Componentes Principales**

Por medio del análisis de componentes principales, las variables logran resumirse y representarse por medio de factores que explican la mayor parte de los componentes usando el menor número de factores.

Tabla 12

*B Matriz componentes rotados*

<b>Matriz de componentes rotados<sup>a</sup></b>		
	Componente	
	1	2
<b>C1</b>	,819	,183
<b>C2</b>	,795	,208
<b>C3</b>	,736	,361
<b>C4</b>	,736	,347
<b>C5</b>	,630	,425
<b>C6</b>	,569	,545
<b>C7</b>	,161	,901
<b>C8</b>	,392	,614

**Método de extracción: Análisis de componentes principales.**  
**Método de rotación:**

---

**Normalización Varimax con  
Kaiser.<sup>a</sup>**

---

Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

En esta imagen se puede observar cada variable hacia que componente tiende, dependiendo de esto, las competencias se pueden agrupar en los factores que mejor los describen.

- Factor 1: C1, C2, C3, C4, C5, C6 competencias sobre la capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos, siguiendo parámetros éticos, acompañado por la habilidad del trabajo en equipo, así como su comunicación a todo tipo de audiencias.
- Factor 2: C7, C8 competencias sobre la capacidad para desarrollar, experimentar, analizar e interpretar investigaciones, obteniendo las conclusiones debidas para su aplicación en la ingeniería.

**Nivel en el que se graduó de la universidad**

Los resultados obtenidos de aplicar la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la de Barlett a las competencias del PEP según el programa de Ingeniería Eléctrica.

Tabla 13

*A Prueba de KMO y Bartlett Ingeniería Eléctrica*

<b>KMO y prueba de Bartlett</b>
<b>Medida de adecuación</b> ,849
<b>muestral de Kaiser- Meyer-Olkin.</b>

---

<b>Prueba de esfericidad de Bartlett</b>	Chi-cuadrado aproximado	345,027
	Gl	28
	Sig.	,000

Nota: Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

De la prueba KMO se obtuvo un valor estadístico de 0,849, un Chi-Cuadrado de 345,027 con 28 grados de libertad y un nivel de significancia cercano al cero. Estos resultados comparados con la regla que se mencionó anteriormente sugieren que la técnica del análisis factorial es adecuado para analizar la matriz de correlaciones de las variables.

Para comprobar que cada variable es adecuada para realizar el análisis factorial, se observa la matriz de correlación anti-imagen, donde se espera que los valores sean mayores a 0,05 como regla teórica. Como se observa en la imagen \* la diagonal de todas las competencias son valores superiores a 0,05 y cercanos a 1, se deduce que todas las variables se pueden usar para el estudio.

Finalizado el análisis factorial, observamos en la siguiente tabla que el número de componentes obtenidos es dos y tiene su varianza acumulada en 52,161%.

Tabla 14

*B Varianza total*

<b>Varianza total explicada</b>	
Autovalores iniciales	Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación

<b>Componente</b>	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
<b>1</b>	3,218	40,222	40,222	2,620	32,755	32,755
<b>2</b>	,955	11,939	52,161	1,552	19,406	52,161
<b>3</b>	,846	10,580	62,740			
<b>4</b>	,782	9,779	72,519			
<b>5</b>	,609	7,609	80,129			
<b>6</b>	,589	7,362	87,490			
<b>7</b>	,556	6,944	94,435			
<b>8</b>	,445	5,565	100,000			
<b>Método de extracción: Análisis de Componentes principales.</b>						

Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

**Método de extracción: Análisis de Componentes Principales**

Por medio del análisis de componentes principales, las variables logran resumirse y representarse por medio de factores que explican la mayor parte de los componentes usando el menor número de factores.

Tabla 15

*B Matriz componentes rotados*

<b>Matriz de componentes rotados<sup>a</sup></b>		
	Componente	
	1	2
<b>C1</b>	,753	,066
<b>C2</b>	,750	,206
<b>C3</b>	,684	,285
<b>C4</b>	,640	,042
<b>C5</b>	,569	,413

<b>C6</b>	,492	,203
<b>C7</b>	,143	,798
<b>C8</b>	,163	,758

**Método de extracción: Análisis de componentes principales.**

**Método de rotación:**

**Normalización Varimax con**

**Kaiser.<sup>a</sup>**

Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

En esta imagen se puede observar cada variable hacia que componente tiende, dependiendo de esto, las competencias se pueden agrupar en los factores que mejor los describen.

- Factor 1: C1, C2, C3, C4, C5, C6 competencias sobre la capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos, siguiendo parámetros éticos, acompañado por la habilidad del trabajo en equipo, así como su comunicación a todo tipo de audiencias.
- Factor 2: C7, C8 competencias sobre la capacidad para desarrollar, experimentar, analizar e interpretar investigaciones, obteniendo las conclusiones debidas para su aplicación en la ingeniería.

#### **5.3.2.3.4. Análisis de conglomerados**

El objetivo del análisis de conglomerados es crear grupos, cuyos elementos sean lo más parecido entre ellos y diferentes en comparación con otros grupos. Es una técnica usada para agrupar características similares en varios conglomerados en función de un número de variables

para valor observado, de esta manera, los objetos de un grupo de datos se irán dividiendo y se irán agrupando, dependiendo del grado de similitud entre estos en subconjuntos homogéneos los cuales pueden exponer patrones relacionados con el objeto de estudio.

Esta técnica se comenzó con la elección del tamaño de la matriz adecuada, ya que, si los datos son divididos en demasiados clústeres, la similitud entre estos sería muy fuerte pero la calidad de los grupos no sería adecuada para el análisis los grupos. Para saber la pertenencia de cada uno de los elementos se utiliza la distancia que existe entre ellos, donde los grupos formados son homogéneos al interior y heterogéneos al exterior, se propone un centroide con el que se hace una clasificación inicial de los datos, estos se ajustan al interior de los conglomerados y se mide la distancia con los centroides, el proceso se repite hasta conformar clústeres con el resultado más adecuado.

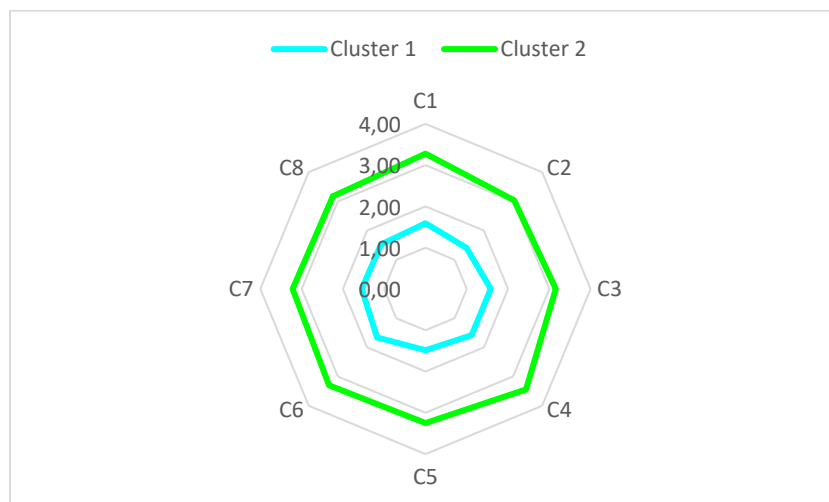
El análisis de conglomerados es usado en este proyecto para analizar el comparativo que existe entre las competencias explicadas en el PEP de cada uno de los programas de estudio, este comparativo hace referencia al nivel en que los graduados calificaban al momento de ingresar a la universidad y una vez ya graduados, con el fin de observar si existe un incremento en estas competencias, alcanzado después del transcurso de cada programa académico.

El número de clústeres escogido está directamente relacionado con el análisis a los dendogramas obtenidos, en la mayoría de los casos este resultado fue de dos clústeres, ya que, al probar con más número de clústeres, los datos que se agrupaban en estos no eran suficiente para hacerlo significativo y conclusivo para generar otro clúster. Del mismo modo, se usó el método de Ward para la definición de los clústeres, este se mide a través de la suma total de los cuadrados de las desviaciones entre cada dato y la media obtenida del clúster que se integra. Una vez obtenidos los grupos o clústeres, se usó la herramienta Excel para graficar los resultados, haciendo uso de

los gráficos radiales, su tendencia con respecto a los promedios obtenidos del nivel en que se encontraban los graduados y observar su comportamiento para determinar relaciones entre los datos.

### Programa de Ingeniería Eléctrica

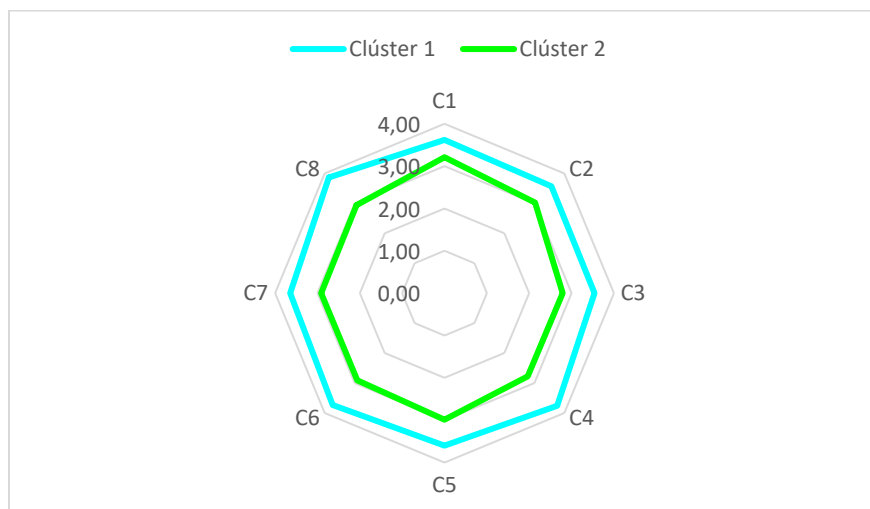
Figura 2 *Conglomerados según competencias para Ingeniería Eléctrica al momento de ingresar a la universidad.*



En la figura 4 se puede observar los promedios del nivel en los graduados se sentían en el momento antes de ingresar a su carrera para cada uno de los clústeres obtenidos del análisis de conglomerados. Los resultados dictan que el clúster 1 representan aquellos graduados que se encuentran insatisfechos con las competencias con una media de 1,55, la competencia con menor satisfacción en promedio corresponde a la competencia C2 “La capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas de la sociedad.” con una media de 1,41.

El clúster 2 representa los graduados que se encuentran satisfechos con las competencias adquiridas, con una media de 3,23, la competencia con el mejor promedio de satisfacción es 3,44 “Reconoce responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería”

Figura 3 *Conglomerados según competencias para Ingeniería Eléctrica una vez graduados de la universidad.*

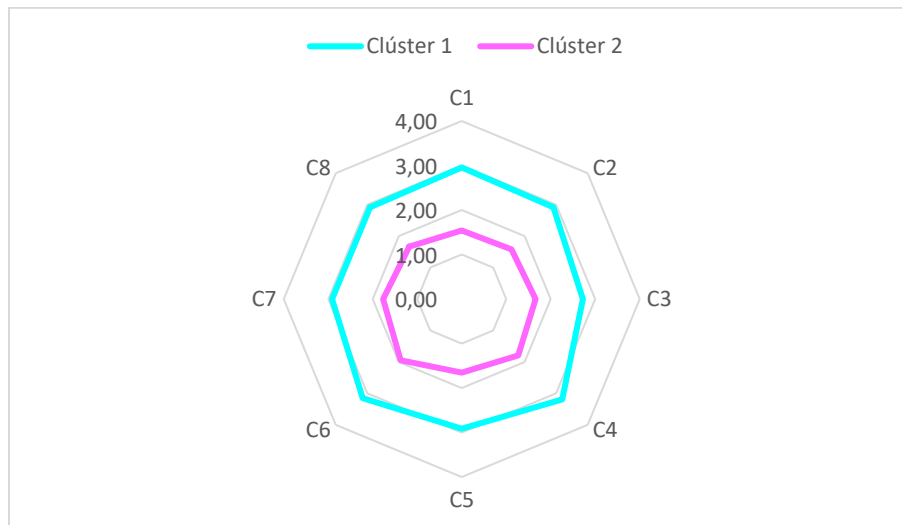


En la figura 5 se puede observar los promedios del nivel en los graduados se sentían en el momento antes de ingresar a su carrera para cada uno de los clústeres obtenidos del análisis de conglomerados. Los resultados dictan que el clúster 2 representan aquellos graduados que se encuentran insatisfechos con las competencias con una media de 2,94, la competencia con menor satisfacción en promedio corresponde a la competencia C2 “Reconoce responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería” con una media de 2,78.

El clúster 1 representa los graduados que se encuentran satisfechos con las competencias adquiridas, con una media de 3,67, la competencia con el mejor promedio de satisfacción es 3,86 “Analiza e interpreta datos y usa juicios de ingeniería para sacar conclusiones”.

### Programa de Ingeniería Electrónica

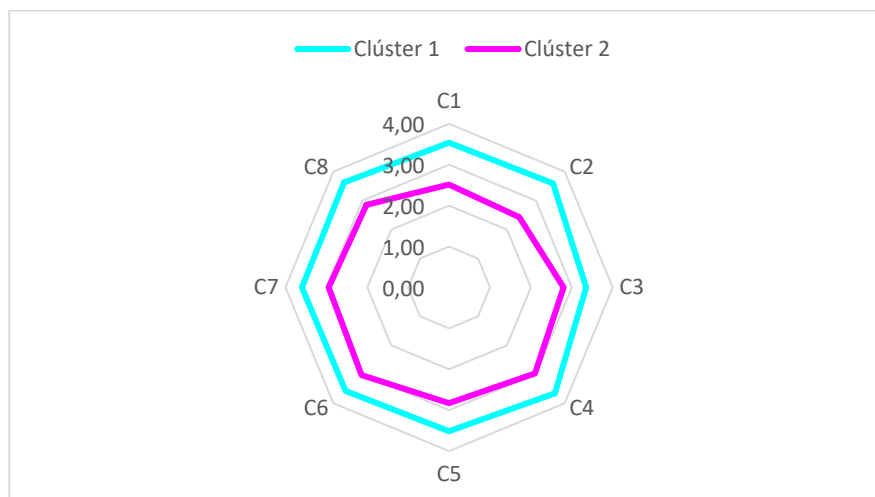
Figura 4 Conglomerados según competencias para Ingeniería Electrónica al momento de ingresar a la universidad.



En la figura 6 se puede observar los promedios del nivel en los graduados se sentían en el momento antes de ingresar a su carrera para cada uno de los clústeres obtenidos del análisis de conglomerados. Los resultados dictan que el clúster 1 representan aquellos graduados que se encuentran satisfechos con las competencias con una media de 2,96, la competencia con mayor satisfacción en promedio corresponde a la competencia C2 “Reconoce responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería” con una media de 3,19.

El clúster 2 representa los graduados que se encuentran insatisfechos con las competencias adquiridas, con una media de 1,70, la competencia con el menor promedio de satisfacción es 1,54 “La capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos, mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencia y matemáticas.”

Figura 5 Conglomerados según competencias para Ingeniería Electrónica al momento de salir de la universidad.



En la figura 7 se puede observar los promedios del nivel en los graduados se sentían en el momento antes de ingresar a su carrera para cada uno de los clústeres obtenidos del análisis de conglomerados. Los resultados dictan que el clúster 2 representan aquellos graduados que se encuentran insatisfechos con las competencias con una media de 2,80, la competencia con menor satisfacción en promedio corresponde a la competencia C2 “La capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas de la sociedad.” con una media de 2,43.

El clúster 1 representa los graduados que se encuentran satisfechos con las competencias adquiridas, con una media de 3,56, la competencia con el mejor promedio de satisfacción de 3,66 es C4 “*Reconoce responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería*”.

#### **5.3.2.3.5 Perfiles de agrupamiento**

El agrupamiento es la técnica que se usa para formar clústeres por medio del parecido que exista entre los datos, con el fin de comprender las relaciones, los patrones y las características que poseen. En el (APENDICE Gráficos Dendograma.) se muestran los dendogramas utilizados para determinar la cantidad de clústeres necesarios para diferenciar los datos entre sí. Se modelaron clústeres con variables de 2, 3 y 4, pero de la misma forma que el dendograma se observó que la cantidad pertinente en la mayoría de los casos es de dos. Una vez se hizo la prueba con dos variables, se relacionaron los resultados de los clústeres con el ID de cada graduado, donde se filtran por su clúster para analizar sus características y describir sus perfiles.

#### **Perfiles Ingeniería Eléctrica**

- Clúster 1

Este grupo está descrito por graduados mayormente del año 2019, 2018 y 2016, actualmente una gran proporción reside en Colombia, su estado civil es soltero y tiene un porcentaje 72,82% masculino. Mas de la mitad del grupo en el Momento 0 no recibió beca, subsidio o crédito educativo, seguido de los graduados que si recibieron un beneficio por parte de entidades públicas y el gobierno nacional. Sus padres o acudientes fueron la principal fuente de

recursos, consideran que la familia, la orientación del colegio y la vocación fueron los criterios más importantes para elegir la carrera. El 83,33% de este grupo ha estudiado el idioma inglés mientras que el 11,11% no ha estudiado ningún idioma.

Para los dos momentos, el 31,07% participó en seminarios, 29,13% en congresos y 23,3% en conferencias, asimismo tuvo la oportunidad de realizar pasantías el 24,27%, practica empresarial el 17,48%, intercambio internacional 7,77% y ninguna de las anteriores un 50,49%.

En todas las ocasiones, en las competencias PEP su nivel después del grado aumento con respecto al nivel en que se encontraban al momento de ingresar a la universidad, su sentido de pertenencia hacia la universidad es Alto, les gustaría mayormente realizar especializaciones, maestrías y diplomados, donde el 67% cursarían otro estudio en la UIS principalmente por la calidad en la formación, calidad de los profesores y el reconocimiento de la institución, la mayoría de graduados se siente satisfecho con los recursos ofrecidos por la Escuela y la Universidad.

Este conjunto de graduados ocupa el 75,73% trabajando como empleado, el 33% tiene un año o más de experiencia, el 29,41% se desempeña en empresas del rubro energético y el 12,62% en empresas distribuidores de electricidad y líneas de transmisión eléctrica, y se encuentra un 39,21% en el nivel de mandos medios y un 20,38% en el nivel administrativo, y principalmente, su ocupación actual es distribución de energía eléctrica, electricidad industrial y de potencia y de tercero, la generación de energía eléctrica.

El 39,24% eligió a familiares y amigos como el canal principal para haber conseguido su empleo, seguido de LinkedIn y medios de comunicación. El 25,24% de este grupo de graduados devenga entre 3 SMMLV y menos de 4 SMMLV, el 19,41% devenga entre 4 SMMLV y menos de 5 SMMLV y el 15,68% devenga entre 5 SMMLV o más.

Se deduce que, los graduados se encuentran satisfechos en su situación laboral en los retos y desafíos y en la aplicación de los conocimientos adquiridos en el programa del que se graduó, estabilidad laboral, oportunidades de ascenso, entre otros.

- Clúster 2

Este grupo está descrito por graduados mayormente del año 2019, 2016 y 2017, actualmente una gran proporción reside en Colombia, su estado civil es soltero y tiene un porcentaje 75,19% masculino y 24,81% femenino. Para el Momento 0, el 52,94% no recibió beca, subsidio o crédito educativo, seguidos de institución donde cursó sus estudios, gobierno nacional y empresa donde usted o un familiar trabaja. Los padres o acudientes son la principal fuente de recursos, las habilidades y destrezas, los amigos y la orientación del colegio fueron los criterios más importantes para elegir la carrera. El 88,23% de este grupo ha estudiado el idioma inglés.

Para los dos momentos, el 33,83% participó en congresos, 25,56% en conferencias y 20,3% en seminarios, asimismo tuvo la oportunidad de realizar pasantías el 19,55%, practica empresarial el 24,81%, intercambio internacional 6,77% y ninguna de las anteriores un 48,87%.

En todas las ocasiones, en las competencias PEP su nivel después del grado aumento con respecto al nivel en que se encontraban al momento de ingresar a la universidad, su sentido de pertenencia hacia la universidad es Alto, les gustaría mayormente realizar especializaciones, seminarios y diplomados, donde el 63,9% cursarían otro estudio en la UIS principalmente por la calidad en la formación, el reconocimiento de la institución y calidad de los profesores, y la mayoría de graduados se siente satisfecho con los recursos ofrecidos por la Escuela y la Universidad.

Este conjunto de graduados ocupa el 50,38% trabajando como empleado y 27,82% estudiando, el 28,57% tiene un año o más de experiencia, seguido del 12,03% con experiencia de tres a cuatro años, la mayoría se desempeña en empresas del rubro energético, de proyectos de innovación y en empresas distribuidores de electricidad y líneas de transmisión eléctrica. Se encuentra un 27,06% en el nivel de mandos medios y un 19,54% en nivel administrativo.

El 37,93% eligió a familiares y amigos como el canal principal para haber conseguido su empleo, seguido de LinkedIn y redes sociales, la mayoría de este grupo de graduados devenga entre 3 SMMLV y menos de 4 SMMLV, seguido de entre 2 SMMLV y menos de 3 SMMLV junto con, entre 4 SMMLV y menos de 5 SMMLV.

Se deduce que, los graduados se encuentran satisfechos en su situación laboral en los retos y desafíos y en la aplicación de los conocimientos adquiridos en el programa del que se graduó, en el ingreso o salario, en oportunidades de ascenso, estabilidad laboral, en cantidad de horas que trabaja, entre otros.

### **Perfiles Ingeniería Electrónica**

- Clúster 1

La conformación de este grupo se concentra en graduados del 2016, 2020, 2017 y 2019, donde la mayoría reside en Colombia, es 65,96% soltero y 21,28% casado, 70,21% masculino y 29,79% femenino. Para el momento 0, el 40% de los graduados recibieron beca, subsidio o crédito educativo de la institución donde cursó sus estudios, otro 40% no recibió ninguno de estos, y por último el 20% restante se dividió en partes iguales entre la empresa donde usted o un familiar trabaja y gobierno distrital o municipal. La principal fuente de recursos fueron los padres o

acudientes (80%), los criterios más importantes para seleccionar la carrera es 45,45% y la familia, 27,27% habilidades y destrezas, además se encontró que el 81,82% de los graduados estudió inglés, 9,09% francés y 9,09% ninguno.

Por otra parte, ya juntando los dos momentos tenemos los planes a mediano plazo, de los cuales el 29,79% desea estudiar un posgrado en Colombia, el 25,53% trabajar en Colombia, el 21,28% trabajar fuera de Colombia, así como el 17,02% desea estudiar un posgrado fuera del país. Los eventos a los asistieron son 31,91% congresos, 29,79% seminarios, 25,53% conferencias y 10,64% ninguno. El 53,19% del grupo no participó ninguna de las oportunidades ofrecidas por la universidad tales como pasantía (23,4%), práctica empresarial (17,02%) e intercambio internacional (6,38%).

Para las competencias PEP se comparó el nivel que los graduados sienten que ingresaron a la universidad y el nivel de estas competencias una vez ya graduados, en los resultados se observa que la mayoría de las competencias tiene un valor menor a 2 (de 1 a 4) o aproximado a este, mientras que los resultados una vez ya fuera de la universidad son valores mayores a 3 con tendencia a 4, con esto se puede deducir que si existe un desarrollo y una mejora en las competencias desde que se comienza la carrera hasta que se termina.

El sentido de pertenencia con la UIS se divide en alto y medio, el 59,57% de los graduados si cursara un posgrado en la universidad principalmente especialización, maestría y doctorado, en este sentido las razones por las que deciden volver a cursar un posgrado en la universidad es el reconocimiento de la institución, calidad de la formación y calidad de los profesores. Por otra parte, la mayoría de graduados se siente satisfecho con los recursos ofrecidos por la Escuela y la Universidad.

## SEGUIMIENTO DE LOS GRADUADOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA 100

El 61,7% ocupa la mayor parte de su tiempo trabajando como empleado, seguido de 14,89% trabajando de manera independiente y de tercero 8,51% buscando trabajo, el 69,57% tiene un año o más de experiencia, seguido por entre seis y doce meses, así como entre uno y dos años. En los campos de acción que desempeñan se obtuvieron un gran número de respuestas, pero la mayor parte con 27,65% fue en áreas de diseño y análisis de aplicaciones y sistemas electrónicos y de comunicaciones, desarrollo de software con un 14,89%, seguido por área de mantenimiento a computadores y áreas de mantenimiento de aplicaciones y sistemas electrónicos y comunicaciones. Para los niveles jerárquicos el 34,04% es nivel de mandos medios, 31,91% nivel administrativo y 12,76% es nivel operativo.

El canal de búsqueda que permitió encontrar el empleo actual es 47,06% familiares y amigos, 23,53% LinkedIn y 11,76% otras bolsas de empleo. Para la ocupación actual se encuentra la mayoría en ocupaciones en electrónica y computación, seguido de ocupaciones de ingenieros electrónicos y ocupaciones en comunicaciones y en telecomunicaciones, por otra parte, 23,4% tuvo un ingreso laboral Entre 4 SMMLV y menos de 5 SMMLV, 17,02% Entre 5 SMMLV o más y 14,89 Entre 3 SMMLV menos de 4 SMMLV.

Para finalizar, este conjunto de graduados se siente satisfecho en su situación laboral son respecto a los retos y desafíos, aplicación de los conocimientos adquiridos en el programa del que se graduó, entre otros.

- Clúster 2

La conformación de este grupo se concentra en graduados del 2016, 2017, 2018 y 2015, donde el 90,57% reside en Colombia, es 64,78% soltero y 23,27% casado, 63,52% masculino y 36,48% femenino. Para el momento 0, el 31,25% de los graduados recibieron beca, subsidio o

## SEGUIMIENTO DE LOS GRADUADOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA101

crédito educativo de la institución donde cursó sus estudios, otro 31% no recibió ninguno de estos, y el 18,75% recibió por parte del gobierno distrital o municipal. La principal fuente de recursos fueron los padres o acudientes (62,5%), los criterios más importantes para seleccionar la carrera es 25% los amigos, 18,75% ninguno en particular y el 25% entre la familia y la orientación del colegio, además se encontró que el 56,25% de este subgrupo estudió inglés, 12,5% francés y 18% ninguno.

Por otra parte, ya juntando los dos momentos tenemos los planes a mediano plazo, de los cuales el 38,38% desea trabajar en Colombia, el 27,04% estudiar un posgrado en Colombia y el 14,47% desea estudiar un posgrado fuera del país. Los eventos a los asistieron son 35,22% congresos, 28,3% seminarios, 24,53% conferencias y 11,32% ninguno. El 49,06% del grupo no participó ninguna de las oportunidades ofrecidas por la universidad tales como pasantía (20,13%), práctica empresarial (23,27%) e intercambio internacional (7,55%).

Para las competencias PEP se comparó el nivel que los graduados sienten que ingresaron a la universidad y el nivel de estas competencias una vez ya graduados, en los resultados se observa que la mayoría de las competencias tiene un valor menor a 2 (de 1 a 4) o aproximado a este, mientras que los resultados una vez ya fuera de la universidad son valores mayores a 3 con tendencia a 4, con esto se puede deducir que si existe un desarrollo y una mejora en las competencias desde que se comienza la carrera hasta que se termina.

El sentido de pertenencia con la UIS se divide en alto y medio, el 49,16% de los graduados cursaría un posgrado en la universidad principalmente especialización, maestría y diplomados, en este sentido las razones por las que deciden volver a cursar un posgrado en la universidad es la calidad de la formación, reconocimiento de la institución y los recursos de apoyo al proceso de

formación. Por otra parte, la mayoría de graduados se siente satisfecho con los recursos ofrecidos por la Escuela y la Universidad.

El 77,99% ocupa la mayor parte de su tiempo trabajando como empleado, seguido de 7,55% buscando trabajo, el 32,7% tiene un año o más de experiencia, seguido por Entre tres y cuatro años (23,89%), Entre uno y dos años (11,94%). En los campos de acción que desempeñan se obtuvieron un gran número de respuestas, pero la mayor parte con 44% fue en áreas de diseño y análisis de aplicaciones y sistemas electrónicos y de comunicaciones, desarrollo de software con un 7,54%, seguido por área de mantenimiento industrial con 5,03%. Para los cargos que desempeñan, el nivel de mandos medios es del 35,22%, el 33,96% nivel administrativo, seguido del nivel operativo con 11,32% y por último el nivel directivo con 8,17%.

El canal de búsqueda que permitió encontrar el empleo actual es 27,48% LinkedIn, 22,14% familiares y amigos, y 16,79% otras bolsas de empleo. La ocupación actual se encuentra el 27,04% ocupaciones de ingenieros electrónicos, 8,8% ocupaciones en electrónica y computación y 7,54% para ocupaciones en telecomunicaciones, por otra parte, 30,18% tuvo un ingreso laboral Entre 3 SMMLV y menos de 4 SMMLV, 27% Entre 4 SMMLV y menos de 5 SMMLV y el 15,09% Entre 5 SMMLV o más.

Para finalizar, este conjunto de graduados se siente satisfecho en su situación laboral son respecto a los retos y desafíos, aplicación de los conocimientos adquiridos en el programa del que se graduó, entre otros.

#### **5.4 Cuarta fase: Minería de texto**

Se procede a realizar el tratamiento de datos, aplicando la minería de texto a los datos de origen ya minados y estructurados, estos identifican líneas de caracteres que al agruparse forman palabras, de allí se extrae información la cual se utiliza en la caracterización de los subgrupos identificados previamente. De allí se muestra una nube de palabras la cual es el resultado de la minería de texto aplicando la herramienta de análisis de datos Power Bi para las preguntas abiertas de M0 y M1-M5 de los programas de ingeniería eléctrica y electrónica.

¿Cuáles competencias antes mencionadas considera que se debe fortalecer desde el plan de estudios?

En las siguientes figuras se pueden identificar las palabras con mayor frecuencia dentro de las respuestas dadas por los graduados con relación a las competencias que creen que se deben fortalecer en el plan de estudio, las palabras más destacadas en ingeniería eléctrica son: Capacidad, ingeniería, comunicarse, proyectos, comunicación. Los ingenieros eléctricos hicieron énfasis en las siguientes competencias: La capacidad de encontrar soluciones a problemas que se encuentren comúnmente en el ámbito laboral, la capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades y la habilidad para comunicarse efectivamente en un rango de audiencias. Las palabras más destacadas en ingeniería electrónica son: Capacidad, equipo, ingeniería, habilidades, comunicación. Los ingenieros electrónicos hicieron énfasis en: La capacidad de encontrar soluciones a problemas que se encuentran comúnmente en el ámbito laboral, la capacidad para trabajar en equipo y desempeñarse efectivamente, la capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas.

Figura 6 Ingeniería Eléctrica competencias a fortalecer









De acuerdo con su experiencia como ingeniero ¿Qué aspectos considera que deben mejorarse en el programa?

Para las siguientes figuras, se pueden identificar las palabras con mayor frecuencia dentro de las respuestas dadas por los graduados a la pregunta ¿qué aspectos se deben mejorar en el programa académico? las palabras más destacadas en ingeniería eléctrica son: Temas, industria, materias. Los ingenieros eléctricos hacen énfasis en que los aspectos que el programa debe mejorar son: La profundización en el contenido de algunas asignaturas del plan de estudio y la adquisición de conocimientos prácticos que se puedan enfocar directamente a la industria. Las palabras más destacadas en ingeniería electrónica son: Programa, industria, programación, laboratorios. Los ingenieros electrónicos hacen énfasis en la mejora del programa con respecto al uso de software de simulación y programación aplicado a situaciones reales y a la calidad de los de los laboratorios.

Figura 12 Ingeniería Eléctrica aspectos por mejorar





#### **5.4.1 Información extraída de las redes profesionales**

Por medio del instrumento de medición se obtuvieron los perfiles de LinkedIn de algunos de los graduados filtrados por carrera. Cada perfil fue analizado, y en conjunto se recolectaron los datos más relevantes de estos, para la fabricación de imágenes que permiten conocer fácilmente las cualidades y habilidades más comunes entre los grupos, como lo son cargos recientes, áreas de conocimiento, maestrías y/o especializaciones, sus áreas del conocimiento, áreas de investigación y las herramientas de cuales tienen conocimiento.

#### **5.4.2 Ingeniería Electrónica**

En las siguientes figuras se presentan los cargos recientes, estudios de posgrado, áreas de conocimiento, áreas de investigación y conocimiento en diferentes softwares o herramientas que utilizan.

Figura 16 *Perfiles destacados LINKEDIN Ingeniería Electrónica*

**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**APTITUDES INTERPERSONALES**

- Liderazgo
- Trabajo en equipo
- Responsabilidad
- Proactividad
- Fácil aprendizaje
- Comunicación

**HERRAMIENTAS**

- Microsoft office
- AUTOCAD
- Matlab
- JAVA
- Big data
- Python
- SQL
- Ingles
- Linux

**ÁREAS DE INVESTIGACIÓN**

- Pedagogía
- Inteligencia artificial
- Experiencia energética y conservación
- Investigación de datos
- Diseño de aplicaciones
- Métodos computarizados para área de salud
- Proyectos TI

**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**CARGOS RECIENTES**

- Ingeniero de software
- Ingeniero de datos
- Ingeniero de soporte técnico
- Profesional unidad de negocios

**ÁREAS DE CONOCIMIENTO**

- Gestión de proyectos
- Electrónica
- Electricidad
- Telecomunicaciones
- Diseño de software
- Programación en diferente tipo de lenguaje (Java, Phyton, C++, etc)
- Automatización industrial
- Mantenimiento de equipos electrónicos

**MAESTRIAS**

- Maestría en ingeniería electrónica
- Maestría en ingeniería mecatrónica
- Maestría en ingeniería de sistemas
- Maestría en Administración y Dirección de Empresas
- Maestría en ingeniería de telecomunicaciones
- Maestría en ciencia de datos

**DIPLOMADOS**

- Sistemas electrónicos
- Automatización de procesos robóticos

### 5.4.3 Ingeniería Eléctrica

En la figura 2 se presentan los cargos recientes de los graduados, estudios de posgrado como maestrías y especializaciones, áreas de conocimiento, áreas de investigación y experiencia en diferentes softwares o herramientas que utilizan.

Figura 17 Perfiles destacados LINKEDIN Ingeniería Eléctrica



### 5.5 Marco de trabajo

Figura 18 Marco de trabajo del proyecto



Para desarrollar este proyecto se deseaba conocer el impacto y satisfacción del programa académico en la vida profesional de los graduados, por consiguiente, se elaboró un **plan de proyecto** que lograra unificar a las partes interesadas para alinearse a un mismo objetivo, por medio de reuniones e intercambios se información se logra dicha comunicación, el siguiente paso, fue el estudio de los antecedentes principales para conocer los precedentes de un proyecto de este tipo. Es así, como se realiza una investigación en los antecedentes de este tema, se construye un marco teórico con los conceptos claves y se hace una descripción de la metodología necesaria para llevarlo a cabo.

Una vez hecho el plan de proyecto, se inició con la primera etapa de las tres etapas esenciales, para la **recolección de los datos**, se siguieron una serie de pasos que respalda una recopilación de datos lo más verídica posible, para esto, se elaboró un **instrumento de medición** con las recomendaciones del OLE, red graduados e investigaciones anteriores, asimismo se usaron las **bases de datos** que la Escuela proveyó y que discretamente se usaron para el **envío de las encuestas**, usando la plataforma LimeSurvey, al mismo tiempo, se utilizaron varias **estrategias de difusión** de esta encuesta para llegar a la población objetivo y por último, una vez recolectada la información, se continuó con la limpieza de los datos.

La segunda etapa fue el **análisis de datos**, aquí se utilizaron las **técnicas univariadas**, con la ayuda de **Power Bi**, se introducen los datos, de ahí, se empieza su análisis por medio de gráficos y tablas que logran representar la información y facilitan su entendimiento. De la misma forma, se aplicaron las **técnicas multivariadas**, las cuales permiten hacer un estudio con varias variables al tiempo, es así como en el programa **SPPS** se corren las variables y sus resultados se grafican en **Excel** para mejorar su comprensión.

Para la tercera etapa, la **minería de texto** consta de la extracción de la información encontrada en los perfiles de los graduados en la página de LinkedIn.

Para finalizar, la última parte del proyecto es el **análisis de resultados**, aquí es donde se logra materializar todo el análisis hecho en información útil para las partes interesadas, de esta manera es como se desarrolla el **perfilamiento de los graduados**, como conclusión de todos los procesos hechos anteriormente y se realiza la **socialización de resultados**, para la comprensión de la percepción de los graduados, descubrimiento de oportunidades de mejora y establecimiento de estrategias.

## **5.6 Socialización de resultados con la Escuela de Ingeniería**

### **Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones**

El martes 17 de enero se realizó una reunión con la ingeniera Yolanda Amorocho y el director de escuela José Amaya, donde se expusieron los resultados del proyecto. Con el objetivo de entender a totalidad los resultados y formar estrategias de trabajo se concordó tener reuniones en el futuro con profesores y personal administrativo.

## **6. Conclusiones**

Se desarrolló el proyecto Estudio de Seguimiento e Impacto de los Graduados de los Programas de Pregrado de la escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander con el fin de investigar como los graduados en el periodo de 2015-2021 se sienten con respecto al programa que cursaron y como les impacta directamente en su vida profesional, el estudio de esta relación es lo que permite construir estrategias de mejora para que la escuela logre su objetivo de seguir con la mejora continua de los programas académicos, brindando calidad y pertinencia como egresados UIS.

El instrumento de medición fue desarrollado, programado, y compartido por medio de la plataforma de encuestas LimeSurvey la cual brindó herramientas tales como personalización, codificación, difusión y seguimiento de métricas. En esta plataforma se enviaron alrededor de 1000 correos, invitando a la comunidad objetivo a participar de las encuestas, y se recogieron los siguientes resultados, Ingeniería eléctrica M1-M5 el 45%, M0 el 50%, para ingeniería electrónica M1-M5 el 43%, M0 el 63%. Aquí se puede observar que los Momentos cero es cuando mejor

porcentaje de respuesta se obtiene, debido a que la cantidad de graduados es menor a la de M1-M5, lo cual facilitó su cooperación, así como todas las estrategias que se utilizaron para mejorar la participación tales fueron el envío de correos electrónicos, recordatorios, publicaciones en redes sociales, llamadas para su invitación, entre otros. También es importante recordar que son los graduados que más próximos se encuentran desde su momento de graduación, por lo tanto, el vínculo con su programa y escuela es más cercano, asimismo es menos probable que tengan un correo electrónico y número de celular diferente.

Gracias a la minería de datos se logró agrupar y obtener de una forma concisa las opiniones de los graduados a diferentes preguntas del tipo abiertas, dónde se puede concluir que la gran mayoría tanto egresados de Ingeniería Eléctrica, cómo egresados de Ingeniería Electrónica consideran que se debe fortalecer la aplicación de conocimientos a problemas reales de ingeniería, una mejora en la parte de comunicación y manejo de audiencias. En cuanto a qué competencias adicionales adquirieron se destaca en ambos programas el trabajo en equipo. Las principales fortalezas que tienen los programas según los egresados son la calidad y el reconocimiento que tiene la universidad en todo el país. Respecto a cuáles competencias se debe mejorar resalta el enfoque de algunas asignaturas, las cuales deberían ir más a situaciones reales en la industria y finalmente que la ventaja más grande de haber cursado el programa en la UIS es el gran nivel profesional que se obtiene frente a otros egresados de diferentes instituciones educativas, además del reconocimiento de varias empresas del sector a lo largo del país.

Con el análisis gráfico de las competencias hecho en Power Bi se puede concluir que para los graduados de ingeniería eléctrica, la competencia con menor porcentaje que ingresaron es con “la capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan las necesidades específicas de la sociedad” y la de mejor porcentaje fue “reconoce responsabilidades

éticas y profesionales en situaciones de ingeniería” y una vez ya graduados, la competencia con menor porcentaje es “la habilidad para comunicarse efectivamente en un rango de audiencias” y la de mejor porcentaje es “analiza e interpreta datos y usa juicios de ingeniería para sacar conclusiones”. Para ingeniería electrónica, la competencia con menor porcentaje que ingresaron es con “La capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos, mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencia y matemáticas” y la de mejor porcentaje fue “La capacidad para trabajar en equipo y desempeñarse efectivamente” y una vez ya graduados, las competencias con menor porcentaje es “la habilidad para comunicarse efectivamente en un rango de audiencias” y la de mejor porcentaje es “Reconoce responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería”. Es importante notar que en promedio ingeniería eléctrica entro a la universidad con valores superiores a ingeniería electrónica, pero ya una vez graduados se comportan de manera similar donde en todos los casos existe una mejora entre las competencias desde el momento que ingresan a los programas en comparación al momento después de graduados.

En el análisis factorial de competencias, para todos los casos se pudo desarrollar con éxito, ya que las pruebas que se aplican a los datos cumplían la regla teórica, así como la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), el nivel de significancia, los valores de la diagonal de la matriz de correlación anti-imagen (MSA), entre otras. Por medio de la Varianza total explicada y la Matriz de componentes rotados, en las dos pruebas sus resultados redujeron las competencias a dos factores, donde se agrupan y se describe a cada grupo de manera general.

En el análisis de conglomerados, para ingeniería eléctrica, antes de ingresar al programa se obtuvieron los siguientes resultados, la competencia con menor satisfacción en promedio es “*La capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades*”

*específicas de la sociedad.*” y con el mejor promedio de satisfacción es *“Reconoce responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería”*. Una vez ya graduados, se obtuvo que, la competencia con menor satisfacción en promedio corresponde a la competencia *“Reconoce responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería”* y la competencia con el mejor promedio de satisfacción es *“Analiza e interpreta datos y usa juicios de ingeniería para sacar conclusiones”*. Por otro lado, ingeniería electrónica, obtuvo los siguientes resultados, la competencia con mayor satisfacción en promedio corresponde a la competencia *“Reconoce responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería”* y el menor promedio de satisfacción es *“La capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos, mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencia y matemáticas”*. Una vez ya graduados, la competencia con menor satisfacción en promedio corresponde a la competencia *“La capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas de la sociedad.”* y la competencia con el mejor promedio de satisfacción es *“Reconoce responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería”*.

Los resultados entre en análisis gráfico y el análisis de conglomerados que se realiza para las competencias es discrepante debido a que se usaron métodos de análisis diferentes. Para el primero se analizan los promedios de cada competencia en su antes y después y por cada carrera, mientras que el análisis de conglomerados logra dar más información sobre cómo describir los grupos calificadoros de las competencias, creando conjuntos de personas dependiendo de sus respuestas y su grado de similitud, una vez conformados estos grupos, se analiza como respondieron ante su nivel en las competencias. Por lo tanto, el análisis de conglomerados logra encontrar similitudes entre los datos, conformar grupos para describirlos y analizarlos, de la misma

forma como se hizo en el perfilamiento de los clústeres, y es por lo anterior la razón de que se obtengan conclusiones distintas.

## **7. Recomendaciones**

Se recomienda a la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones revisar y dar seguimiento a las competencias del PEP para su progreso, especialmente a “La habilidad para comunicarse efectivamente en un rango de audiencias” ya que fue la competencia en que los graduados de ambos programas calificaron con el nivel más bajo.

Se recomienda crear herramientas que permita el progreso en el aprendizaje de una segunda lengua buscando su excelencia, además crear espacios para la motivación de aprender una tercera lengua.

Se invita a la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones a desarrollar estrategias que fomenten e instruyan la creación de empresa.

Se sugiere inspeccionar los servicios brindados por la Escuela como agilidad en trámites administrativos y atención del personal administrativo para mejorar la satisfacción de los estudiantes.

Se invita a la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones a desarrollar estrategias que logran el enriquecimiento de la relación con sus estudiantes y graduados, donde exista un canal de comunicación cercano para el progreso continuo de los programas.

### Referencias

- Ardila-Rodríguez, M. (2011). Calidad de la educación superior en Colombia ¿problema de compromiso colectivo? *Revista Educación y Desarrollo Social*(6), 44-55.
- Barrientos, R., Cruz, N., Acosta, H., Rabatte, I., Gogiascochea, M., Pavón, P., & Blázquez, S. (2009). Árboles de decisión como herramienta en el diagnóstico médico. *Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Veracruzana*, 19(6).
- Bedregal-Alpaca, N., Arequipa-Velazco, D., & Cornejo-Aparicio, V. (2020). Técnicas de Data Mining para extraer perfiles comportamiento académico y predecir la deserción universitaria. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação.*, 592-604.
- Craveri, A., Rita-Kern, S., & Pacini, C. (2019). Implementación de R Studio en el área Estadística en las carreras de Ingeniería. *Congreso internacional de ingeniería aplicada a la innovación y educación y asamblea general de ISTEAC*. Universidad Tecnológica Nacional (UTN).
- Dueñas-Reyes, M. (2009). *Minería de datos espaciales en búsqueda de la verdadera información. (Tesis de grado)*. Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/inun/v13n1/v13n1a07.pdf>
- EAFIT. (s.f.). *Educación Superior en Colombia*. Obtenido de <https://www.eafit.edu.co/international/esp/estudiar-eafit/Paginas/educacion-superior-en-colombia.aspx>

Farias, R., Durán, E., & Figueroa, S. (2009). Las Técnicas de Clustering en la Personalización de Sistemas de e-Learning. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. *Universidad Nacional de Santiago del Estero*, 1-12.

Foltalvo-Beltran, G., Garnica-Tarazona, Y., & Roperro-Solano, J. (2014). *Percepción de la satisfacción que tienen las instituciones prestadoras de salud de la ciudad de santa marta acerca de los graduados del programa de enfermería de una universidad del departamento.* Universidad del Magdalena. Obtenido de <https://core.ac.uk/reader/198275130>

Forero-Ramírez, N., & Ramírez-Gómez, M. (2008). *Determinantes de los ingresos laborales de los graduados universitarios en Colombia: un análisis a partir de la Herramienta de Seguimiento a Graduados.* 1-44: Revista de Economía Del Rosario, Universidad Del Rosario.

García-Herrero, J., & Molina-López, J. (2012). *Aplicaciones Prácticas Utilizando Microsoft Excel Y Weka. Técnicas De Análisis De Datos.* Madrid: Universidad Carlos III de Madrid. Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-informatica/analisis-de-datos/libroDataMiningv5.pdf>

Hernández, C., & Carpio, N. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *ALERTA Revista Científica Del Instituto Nacional de Salud*, 2(5). Obtenido de <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535%0D>

Hernández-Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación (6th ed.).* Mcgraw-Hill. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Laguna, C. (2018). *Correlación Y Regresión Lineal.* Obtenido de Instituto Aragonés de Ciencias de Salud: <http://www.ics-aragon.com/cursos/salud>

Lozares-Colina, C., & López-Roldán, P. (1991). El análisis de componentes principales: aplicación al análisis de datos. *Papers*, 37, 31-63.

Malhotra, N. (2018). *Investigación de mercados*. Ciudad de México: Pearson. Prentice Hall.

Marcano-Aular, Y., & Talavera-Pereira, R. (2007). Minería de Datos como soporte a la toma de decisiones empresariales. *Opción*, 23(52).

Microsoft. (2022). *¿Qué es Power BI?* Obtenido de <https://powerbi.microsoft.com/es-es/what-is-power-bi/>

Muñoz-Osoria, M., & Pinto-Mateus, M. (2013). *Estudio de seguimiento a egresados por medio de técnicas de minería de datos para Universidad Industrial de Santander. (Tesis de grado)*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Murillo-Barajas, D., & Espinosa-Cárdenas, L. (2015). *Modelo conceptual para el estudio de seguimiento a egresado de los programas de pregrado de ingeniería eléctrica e ingeniería electrónica de la universidad industrial de santander utilizando técnicas de minería de datos. (Tesis de grado)*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232.

Pérez, T. (2009). *Pertinencia de la educación: ¿pertinente con qué? Una Mirada Desde La Gerencia Del Plan Decenal de Educación 2006-2016*. Obtenido de Ministerio de Educación Nacional: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-209857.html>

Pérez-López, C., & González-Santín, D. (2007). *Minería de datos: técnicas y herramientas*. Thomson Ediciones. Obtenido de [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=wz-D\\_8uPFCEC&oi=fnd&pg=PR4&dq=libro+mineria+de+datos&ots=TjU0um8A4I&sig=3Vv5iA6FSom3aMK\\_WdIu7DOHjh8#v=onepage&q&f=true](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=wz-D_8uPFCEC&oi=fnd&pg=PR4&dq=libro+mineria+de+datos&ots=TjU0um8A4I&sig=3Vv5iA6FSom3aMK_WdIu7DOHjh8#v=onepage&q&f=true)

- Polanco-Martínez, J. (2016). El papel del análisis por componentes principales en la evaluación de redes de control de la calidad del aire. *Comunicaciones En Estadística*(9), 271–294. Obtenido de <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/estadistica/article/view/2654/3128>
- Quispe-Fernández, G., Sánchez-Cuesta, P., & Ayaviri, D. (2016). Seguimiento a graduados. Un estudio sobre la Satisfacción Laboral. *Revista de Investigaciones Altoandinas. Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 18(2), 1-9.
- Ramírez-Sierra, Y. (2014). *Framework para el proceso de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander. (Tesis de grado)*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Rodríguez-Jaume, M., & Mora-Catalá, R. (2001). *Análisis de correspondencia*. Universidad de Alicante.
- Rodríguez-Ponce, E., Pedraja-Rejas, L., Araneda-Guirriman, C., & Rodríguez-Ponce, J. (2013). Relaciones entre los determinantes de la calidad de las universidades: un estudio exploratorio desde Chile. *Revista de Ciencias Sociales*, 1-11.
- Rodríguez-Suárez, Y., & Amador-Díaz, A. (2009). Herramientas de Minería de Datos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas. Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 3(3-4), 73-80.
- Sagaró del Campo, N., & Zamora-Matamoros, L. (2020). Técnicas estadísticas multivariadas para el estudio de la causalidad en Medicina. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 24(2), 287-300.
- Schettini, P., & Cortazzo, I. (2015). *Análisis de datos cualitativos en la investigación social*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).

Schmitz, C. (2022). *LimeSurvey - Easy online survey tool*. Obtenido de <https://www.limesurvey.org/es/>

Schomburg, H. (2004). *Manual para Estudios de Seguimiento de Graduados Universitarios*. Universidad de Kassel. Obtenido de [https://ole.mineducacion.gov.co/1769/articulos-380221\\_recurso\\_1.pdf](https://ole.mineducacion.gov.co/1769/articulos-380221_recurso_1.pdf)

Sucar, L. (2006). *Redes Bayesianas. Chapter 1*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Astrofísica.

Timarán-Pereira, S., Hernández-Arteaga, I., Caicedo-Zambrano, S., Hidalgo- Troya, A., & Alvarado-Pérez, J. (2016). *El proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos. Descubrimiento de Patrones de Desempeño Académico Con Árboles de Decisión En Las Competencias Genéricas de La Formación Profesional*. Bogotá: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia. Obtenido de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/1039/2/LIBRO\\_DESCUBRIMIEN TO\\_PATRONES\\_DESDEMPE%C3%91O.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/1039/2/LIBRO_DESCUBRIMIEN TO_PATRONES_DESDEMPE%C3%91O.pdf)

UDLA. (2015). Seguimiento a graduados Proceso - procedimiento. *Vida Universitaria*(3), 1–14.

Universidad Nacional de Colombia. (s.f.). *Análisis Multivariante*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010059/docs\\_curso/Modulo Estadística/interpretacion.html](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010059/docs_curso/Modulo Estadística/interpretacion.html)