

Aplicación de minería de datos para un estudio de seguimiento a graduados de los programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Industrial de Santander

Maria Camila Ávila Duanca y Mateo Andrés Carrero Hernández

Proyecto de Grado para Optar el Título de Ingenieros Industriales

Director

Henry Lamos Díaz

Ph.D. Física-Matemática

Tutor

Jose David Sanabria Gomez

Decano Facultad de Ciencias

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2022

Tabla de Contenido

Introducción	10
1. Tabla de cumplimiento de los objetivos	13
2. Objetivos	15
2.1. Objetivo General	15
2.2. Objetivos Específicos	15
3. Planteamiento del problema	16
4. Resultados esperados	17
5. Marco de referencia	18
5.1. Marco de antecedente	19
5.2. Marco teórico	25
5.2.1. <i>Estudio de seguimiento longitudinal o puntual/transversal</i>	27
5.2.2. <i>Instituciones de Educación Superior (IES)</i>	28
5.2.3. <i>Sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior</i>	28
5.2.4. <i>Calidad en la educación superior</i>	29
5.2.5. <i>Pertinencia en la educación superior</i>	30
5.2.6. <i>Graduado</i>	30
5.2.7. <i>Vínculo Universidad-Graduado</i>	30
5.2.8. <i>Información para los grupos de interés</i>	31
5.2.9. <i>Acreditación</i>	31
5.2.10. <i>Acreditación ABET</i>	32
5.2.11. <i>Observatorio laboral para la educación</i>	33
5.2.12. <i>Instrumento del Observatorio laboral para la educación</i>	33
5.2.13. <i>Minería de datos</i>	34
5.2.14. <i>Tipos de modelos en minería de datos</i>	35
5.2.15. <i>La minería de datos y el proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos (KDD).</i>	36
5.2.16. <i>Fases del proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos</i>	36
5.2.16.1. Selección.	37
5.2.16.2. Procesamiento/limpieza.	37

5.2.16.3.	Transformación.	38
5.2.16.4.	Minería de datos.	38
5.2.16.5.	Interpretación y Evaluación.	39
5.2.17.	<i>Análisis de agrupamiento o Clustering</i>	39
5.2.18.	<i>Minería de texto</i>	40
5.2.19.	<i>Análisis multivariable</i>	42
5.2.20.	<i>Análisis factorial</i>	42
5.2.21.	<i>Análisis de correspondencia</i>	43
5.2.22.	<i>Análisis de componentes principales</i>	44
5.2.23.	<i>Muestreo</i>	45
5.2.24.	<i>Tipos de muestreo</i>	45
5.2.24.1.	Muestreo aleatorio:	46
5.2.24.2.	Muestreo no probabilístico:	46
5.2.24.2.1.	<i>El muestreo por selección intencionada o muestreo por conveniencias.</i>	47
5.2.25.	<i>Herramientas de análisis</i>	47
5.2.25.1.	IBM SPSS Modeler.	47
5.2.25.2.	Power Bi.	48
6.	Metodología	49
6.1.	Integración y recopilación de los Datos	49
6.1.1.	<i>Población de estudio</i>	50
6.1.2.	<i>Definición del tipo de estudio</i>	51
6.1.3.	<i>Instrumento de medición</i>	51
6.1.3.1.	Montaje del instrumento.	53
6.1.3.2.	Prueba piloto.	56
6.1.4.	<i>Técnicas para la recolección de la información</i>	57
6.1.4.1.	Medios de difusión.	58
6.2.	Selección, preprocesamiento, limpieza y transformación de los datos	60
6.3.	Análisis de datos e interpretación de los resultados	62
6.3.1.	<i>Aplicación de técnicas univariadas</i>	63
6.3.1.1.	Licenciatura en Matemáticas.	63
6.3.1.1.1.	<i>Información personal y familiar.</i>	63
6.3.1.1.2.	<i>Datos socioeconómicos y demográficos.</i>	64

6.3.1.1.3. Información académica y financiación.	65
6.3.1.1.4. Competencias.	66
6.3.1.1.5. Situación laboral.	66
6.3.1.1.6. Nivel de identidad con la UIS.	68
6.3.1.1.7. Satisfacción con los recursos ofrecidos por la UIS.	68
6.3.1.2. Matemáticas.	69
6.3.1.2.1. Información personal y familiar.	69
6.3.1.2.2. Datos socioeconómicos y demográficos.	70
6.3.1.2.3. Información académica y financiación.	70
6.3.1.2.4. Competencias.	72
6.3.1.2.5. Situación laboral.	72
6.3.1.2.6. Nivel de identidad con la UIS.	74
6.3.1.2.7. Satisfacción con los recursos ofrecidos por la UIS.	74
6.3.1.3. Información extraída de las redes profesionales.	75
6.3.1.3.1. Licenciatura en Matemáticas:	76
6.3.1.3.2. Matemáticas:	78
6.3.1.4. Comparación estudio 2017 y proyecto actual.	79
6.3.2. Aplicación de técnicas multivariadas	83
6.3.2.1. Análisis factorial.	84
6.3.2.1.1. Análisis factorial de competencias.	84
6.3.2.2. Análisis de conglomerados.	95
6.3.2.2.1. Perfiles de agrupamiento.	101
6.3.3. Minería de texto con Power Bi	117
6.3.4. Encuesta empleadores	123
7. Conclusiones	124
8. Recomendaciones	129
Referencias bibliográficas	132

Lista de Figuras

Figura 1 <i>El proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos</i>	37
Figura 2 <i>Cargos, Maestrías y Diplomados; Licenciatura en Matemáticas</i>	76
Figura 3 <i>Áreas de Conocimiento, Investigación, Herramientas y Aptitudes Interpersonales; Licenciatura en Matemáticas.</i>	77
Figura 4 <i>Cargos, Maestrías y Diplomados; Matemáticas.</i>	78
Figura 5 <i>Áreas de Conocimiento, Investigación, Herramientas y Aptitudes Interpersonales; Matemáticas.</i>	79
Figura 6 <i>Conglomerados según competencias para Matemáticas - M0.</i>	96
Figura 7 <i>Conglomerados según competencias para Matemáticas - M1 y M5.</i>	97
Figura 8 <i>Conglomerados según competencias para Lic. en matemáticas - M0.</i>	98
Figura 9 <i>Conglomerados según competencias para Lic. en matemáticas - M1 y M5.</i>	99
Figura 10 <i>Nube de palabras de competencias desarrolladas adicionales al PEP. Power Bi.</i>	118
Figura 11 <i>Nube de palabras de Técnicas, temas o metodologías. Power Bi.</i>	119
Figura 12 <i>Fortalezas del programa en la UIS. Power Bi.</i>	120
Figura 13 <i>Aspectos por mejorar en el programa. Power Bi.</i>	121
Figura 14 <i>Ventajas de estudiar en la UIS. Power Bi.</i>	122

Lista de Tablas

Tabla 1 Cumplimiento de Objetivos	13
Tabla 2 Graduados entre los periodos 2015 - I y 2020 - I	50
Tabla 3 Respuestas recolectadas	59
Tabla 4 Prueba de KMO y Bartlett Matemáticas M0	86
Tabla 5 Varianza total explicada Matemáticas M0	87
Tabla 6 Prueba de KMO y Bartlett Matemáticas M1-M5	89
Tabla 7 Varianza total explicada Matemáticas M1-M5	90
Tabla 8 Prueba de KMO y Bartlett Lic. en Matemáticas M0	92
Tabla 9 Prueba de KMO y Bartlett Lic. en Matemáticas M0	94
Tabla 10 Porcentaje de participación de los clusters	101

Lista de Apéndices

Ver documentos adjuntos en el CD-ROM y pueden ser visualizados en la Base de Datos de la Biblioteca UIS

Apéndice A. Correo de invitación y recordatorio

Apéndice B. Instrumento de medición graduados Matemáticas M10

Apéndice C. Instrumento de medición graduados Matemáticas M1 - M5

Apéndice D. Instrumento de medición graduados Licenciatura en Matemáticas M0

Apéndice E. Instrumento de medición graduados Licenciatura en Matemáticas M1 - M5

Apéndice F. Instrumento de medición empleadores

Apéndice G. Publicación en redes sociales

Apéndice H. Campaña publicitaria para medios digitales

Apéndice I. Estudio de seguimiento a graduados, Power Bi

Apéndice J. Análisis factorial M0-MAT. Matriz anti-imagen

Apéndice K. Matriz de componentes rotados MAT-M0

Apéndice L. Matriz de componentes rotados MAT-M1-M5

Apéndice M. Tabla varianza total explicada LIC M0

Apéndice N. Matriz de componentes rotados LIC-M0

Apéndice O. Tabla varianza total explicada LIC-M1-M5

Apéndice P. Matriz de componentes rotados LIC-M1-M5

Apéndice Q. Empleadores, Power Bi

Resumen

Título: Aplicación de minería de datos para un estudio de seguimiento a graduados de los programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Industrial de Santander.¹

Autores: Mateo Andrés Carrero Hernández – María Camila Ávila Duanca.²

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

Descripción:

El propósito de este trabajo es conocer el impacto, pertinencia, desempeño y calidad de los graduados de los programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas de la Escuela de Matemáticas entre los periodos 2015 – I a 2020 – I, además de conocer la percepción de los empleadores de estos programas con respecto a la formación ofrecida por la Universidad Industrial de Santander; para ello la Escuela ha optado por realizar un estudio de seguimiento a graduados con el objetivo de mantener la calidad y pertinencia de sus programas, con miras a alcanzar y conservar la acreditación.

Por ello, se procede a realizar una revisión de la bibliografía de los diferentes estudios a nivel nacional e internacional y seguir la metodología propuesta por el OLE y el proceso de descubrimiento de conocimiento (por sus siglas en inglés KDD) utilizado para el análisis y tratamiento de grandes volúmenes de datos.

Posteriormente se construye el instrumento de medición tomando como guía, el Manual de la Red Graduados, el instrumento propuesto por el OLE e instrumentos desarrollados previamente a este estudio, luego de su revisión y consolidación, se difundirá por medio de la plataforma LimeSurvey, el desarrollo de la encuesta será supervisado por la Escuela de Matemática, y así obtener la retroalimentación de los profesionales sobre información personal, financiera, demográfica, competencias, situación laboral, nivel de identidad y satisfacción con los recursos ofrecidos por la UIS.

Finalmente se analizarán los resultados obtenidos por medio de técnicas multivariadas y técnicas de minería de datos, con el fin de caracterizar los diversos perfiles de los graduados, haciendo uso de las herramientas de análisis de datos SPSS STATISTICS y Power Bi.

¹ Proyecto de grado.

² Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: PhD. Henry Lamos Díaz.

Abstract

Title: Application of data mining for a follow-up study of graduates of the Mathematics and Bachelor's Degree in Mathematics programs of the Universidad Industrial de Santander.³

Authors: Mateo Andrés Carrero Hernández - María Camila Ávila Duanca.⁴

Key words: Graduate follow-up, relevance, quality of education, factor analysis, data mining, employers, multivariate analysis, cluster, institutional accreditation.

Description:

The purpose of this work is to know the impact, relevance, performance and quality of the graduates of the Mathematics and Bachelor's Degree in Mathematics programs of the School of Mathematics between the periods 2015 - I to 2020 - I, in addition to knowing the perception of the employers of these programs with respect to the vocational training offered by the Universidad Industrial de Santander; for this the School has chosen to conduct a follow-up study to graduates with the aim of maintaining the quality and relevance of its programs with a view to achieving and maintaining accreditation.

Therefore, a review of the bibliography of the different national and international studies is carried out and the methodology proposed by the OLE and the knowledge discovery process (KDD) used for the analysis and treatment of large volumes of data is followed.

Subsequently, the measurement instrument is built taking as a guide, the Manual de la Red Graduados, the instrument proposed by the OLE and instruments developed previously to this study, after its review and consolidation, it will be disseminated through the LimeSurvey platform, the development of the survey will be supervised by the School of Mathematics, and thus obtain feedback from professionals on personal, financial, demographic, skills, employment status, level of identity and satisfaction with the resources offered by the UIS.

Finally, the results obtained will be analyzed by means of multivariate techniques and data mining techniques, in order to characterize the different profiles of the graduates, making use of the data analysis tools SPSS STATISTICS and Power Bi.

³ Degree thesis

⁴ Faculty of Physicomechanical Engineering, School of Industrial and Business Studies. Director: PhD. Henry Lamos Díaz.

Introducción

Las universidades dentro de su objetivo de formar profesionales que sean adecuados y funcionales para el mercado laboral tienen la responsabilidad de conocer las características más pertinentes exigidas en cada profesión, las cuales se ajustan a las necesidades de las empresas constituidas; y a su vez las Instituciones de Educación Superior (IES) deben conocer que exigen los empleadores sobre los conocimientos y habilidades del postulante al momento de su contratación. Según Reynoso et al. (2015), "las exigencias sociales y profesionales que conforman el perfil del egresado actual de cualquier carrera, incluyendo a los ingenieros, suponen nuevos retos a las universidades". Todo este ejercicio es sintetizado en los estudios de seguimiento a graduados, los cuales por medio de una comunicación directa entre graduados e IES describen a detalle información importante sobre el desempeño de la educación recibida, dentro del mercado laboral al cual se enfrentan los graduados al finalizar sus estudios.

Por otro lado, cabe mencionar que estos estudios son un requisito importante dentro de la acreditación de alta calidad otorgada por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA), por medio de este proceso las instituciones validan la pertinencia de los cursos de enseñanza y formación pues demuestra el verdadero valor de sus programas académicos dentro de las industrias donde se ven aplicados, así mismo la acreditación es un punto vital para la mejora continua dentro de las IES dado que permiten identificar problemáticas y requerimientos dentro del diseño del plan de estudios ofrecido en el mercado educativo, todo con el fin de tomar acciones estratégicas que logren enriquecer el contenido y metodología proporcionados, con los estándares de calidad que el entorno exige.

Por tal motivo la Escuela de Matemáticas de la Universidad Industrial de Santander en su accionar de mantener la alta calidad y pertinencia de sus programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas analiza el nivel de eficiencia que otorga dichos programas desde la perspectiva de los graduados y el entorno que lo constituye, gracias a ello se le concedió la acreditación en el año 2019 al programa de Licenciatura en Matemáticas. Teniendo en cuenta que, en la nueva modernidad, “las circunstancias económicas, sociales, tecnológicas primordiales han cambiado radicalmente, y las estructuras y políticas de la organización laboral exigen que haya un sólido enlace entre las diferentes competencias, actitudes, conocimientos y habilidades formativas y profesionales”. (Alarcón, 2014) Es por ello que se hace necesario que la escuela implemente acciones que den continuidad al proceso de seguimiento, manteniendo actualizada la información de la situación real de los graduados para así entregar a la sociedad profesionales íntegros alineados a las circunstancias anteriormente descritas.

Adicional a lo ya mencionado, los estudios de seguimiento actúan como un puente entre universidad y graduados fomentando la creación de relaciones sólidas que a futuro permiten el flujo de información verídica, que es de gran utilidad para el cumplimiento de los objetivos estratégicos establecidos por la Escuela de Matemáticas, generar este tipo de compromiso en los recién graduados facilita el desarrollo de los próximos estudios de seguimiento mediante la participación activa de los mismos en la evaluación de los contenidos, la metodología y percepción de su profesión en el mercado actual.

El presente estudio se apoyará con técnicas de análisis multivariado que se aplicará a la información recolectada de los empleadores y profesionales de la Escuela de Matemáticas entre los periodos 2015 - I y 2020 - I, el análisis consta del agrupamiento y construcción

de perfiles con sus respectivas características diferenciadoras, además se contará con un análisis de minería de texto aplicado en redes profesionales para complementar el estudio con variables cualitativas.

A continuación, se expondrá el planteamiento del problema con sus respectivos objetivos, seguido a esto se encuentra un marco de referencias del cual se apoyará el estudio, y en donde se verán reflejados conceptos importantes relacionados con la temática de seguimiento de graduados y minería de datos, así mismo se presentarán los antecedentes de estudios de seguimiento a graduados realizados en la Escuela de Matemáticas, se presentará la metodología que tiene en cuenta las recomendación sugeridas por el OLE y el proceso de descubrimiento de conocimiento (por sus siglas en inglés KDD) utilizado para el análisis y tratamiento de grandes volúmenes de datos.

1. Tabla de cumplimiento de los objetivos

Tabla 1

Cumplimiento de Objetivos

Objetivos	Cumplimiento
<p>1. Realizar una revisión de literatura para identificar la metodología principal y las técnicas de investigación que se han usado hasta el momento, y así aportar una nueva perspectiva al estudio a realizar.</p>	<p>5.1. MARCO DE ANTECEDENTES 5.2. MARCO TEÓRICO</p>
<p>2. Actualizar las bases de datos y registros suministrados por la escuela de Matemáticas sobre los graduados de los programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas entre los periodos 2015 – 1 a 2020 - 1 con el fin de facilitar futuros proyectos de seguimiento.</p>	<p>6.1.1. Población de estudio</p>
<p>3. Desarrollar un instrumento de recopilación y medición basado en las encuestas del Observatorio Laboral para la Educación (OLE) que permita obtener información pertinente para el perfilamiento de los graduados de pregrado de la Escuela de Matemáticas teniendo en cuenta las necesidades y requerimientos de esta.</p>	<p>6.1.3. Instrumento de medición</p>

4. Analizar la información recolectada por medio del instrumento de medición, utilizando minería de datos y técnicas multivariadas, con el propósito de identificar patrones de los graduados y factores relacionados con la calidad y pertinencia del programa.

6.3. Análisis de datos e interpretación de los resultados

5. Construir los perfiles de los graduados de los programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas entre los periodos 2015 – I y 2020 - I, con el propósito de reconocer características importantes y contrastarlas con las exigencias requeridas por el ejercicio profesional y los principales resultados en previos seguimientos.

6.3.2.2.1. Perfiles de agrupamiento
6.3.1.4. Comparación estudio 2017 y proyecto actual

6. Conocer la percepción de los empleadores con respecto al perfil profesional que se requiere en el mercado, para ampliar el perfil de los graduados y mejorar las decisiones estratégicas a futuro de la Escuela de Matemáticas.

6.3.4. Encuesta empleadores

7. Realizar un análisis cualitativo mediante herramientas de minería de texto y fuentes secundarias como la red profesional LinkedIn y ResearchGate, con el fin de ampliar el perfilamiento de los graduados.

6.3.1.3. Información extraída de las redes profesionales
6.3.3. Minería de texto con Power Bi

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Aplicar técnicas de minería de datos para la caracterización del perfil de los graduados teniendo en cuenta factores socio-económicos, profesionales y su vinculación al mercado laboral, mediante un estudio de seguimiento a la Escuela de Matemáticas en los programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Industrial de Santander; con el fin de evaluar la calidad y pertinencia de los programas académicos.

2.2. Objetivos Específicos

1. Realizar una revisión de literatura para identificar la metodología principal y las técnicas de investigación que se han usado hasta el momento, y así aportar una nueva perspectiva al estudio a realizar.
2. Actualizar las bases de datos y registros suministrados por la Escuela de Matemáticas sobre los graduados de los programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas entre los periodos 2015 – 1 a 2020 - 1 con el fin de facilitar futuros proyectos de seguimiento.
3. Desarrollar un instrumento de recopilación y medición basado en las encuestas del Observatorio Laboral para la Educación (OLE) que permita obtener información pertinente para el perfilamiento de los graduados de pregrado de la Escuela de Matemáticas teniendo en cuenta las necesidades y requerimientos de esta.
4. Analizar la información recolectada por medio del instrumento de medición, utilizando minería de datos y técnicas multivariadas, con el propósito de identificar patrones de los graduados y factores relacionados con la calidad y pertinencia del programa.

5. Construir los perfiles de los graduados de los programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas entre los periodos 2015 – I y 2020 - I, con el propósito de reconocer características importantes y contrastarlas con las exigencias requeridas por el ejercicio profesional y los principales resultados en previos seguimientos.
6. Conocer la percepción de los empleadores con respecto al perfil profesional que se requiere en el mercado, para ampliar el perfil de los graduados y mejorar las decisiones estratégicas a futuro de la Escuela de Matemáticas.
7. Realizar un análisis cualitativo mediante herramientas de minería de texto y fuentes secundarias como la red profesional LinkedIn y ResearchGate, con el fin de ampliar el perfilamiento de los graduados.

3. Planteamiento del problema

Los estudios de seguimiento a graduados son una tendencia a nivel mundial para las universidades que buscan mejorar su oferta de enseñanza y formación, al punto que ha llegado a incorporarse en los procesos institucionales con el fin de contribuir a la construcción de una política educativa, aportar a la autoevaluación de las Instituciones de Educación Superior y la pertinencia de la oferta académica. Es por tal motivo que estos tipos de proyectos se han convertido en parte fundamental de los procesos estratégicos dentro de la institución para lograr una educación de alta calidad.

La Universidad Industrial de Santander tiene el propósito de lograr la acreditación de alta calidad otorgada por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA), para ello los estudios de seguimiento son un requisito importante que valida la pertinencia de los cursos de formación pues demuestra que los profesionales UIS son trabajadores que aportan gran

valor al mercado laboral. La realización de este tipo de proyectos permite que las escuelas puedan identificar requerimientos y problemáticas presentes en el diseño del plan de estudios y así establecer procesos de mejora continua.

En este orden de ideas, se resalta la importancia de conocer los nuevos requisitos que el mercado laboral demanda de la Escuela de Matemáticas, lo que lleva a realizar un estudio que permita identificar la percepción de los empleadores y graduados para medir la calidad de sus programas académicos, esto con miras de formular y evaluar nuevas metodologías que contribuyan al mejoramiento de la formación de los graduados.

Cabe mencionar que en el 2017 se presentó el proyecto “Estudio de Seguimiento a Egresados de la Escuela de Matemáticas al Programa de Licenciatura en Matemáticas y al Programa Matemáticas de la Universidad Industrial de Santander” en el cual analizó los periodos comprendidos entre 2008 - 2016 y de 1973 - 2016 en los programas de Matemática y Lic. en Matemática respectivamente. Sin embargo, el Manual de la Red Graduados sugiere que este tipo de seguimientos debe realizarse en un periodo no mayor a 5 años, por ello es importante realizar nuevamente el proyecto para los periodos 2015 - I a 2020 – I ya que éste es un requisito destinado a la acreditación de la Escuela de Matemáticas.

4. Resultados esperados

El propósito de este proyecto es brindar a la Escuela de Matemáticas información útil para el mejoramiento de su proceso de formación a estudiantes, además fortalecer la relación entre la Universidad, los graduados y los empleadores, pues éstos conocen cuales son las necesidades que el mercado laboral exige. Y a través de estas acciones se espera

conseguir la renovación de la acreditación de Licenciatura en Matemáticas, además crear una base para la toma de decisiones y estrategias que direccionen a la acreditación para el programa de Matemáticas.

Como entregables del estudio de Seguimiento a Graduados en la Escuela de Matemáticas se obtendrá:

- Un libro final donde reposan los resultados encontrados con el desarrollo del proyecto, con cada una de sus fases donde se puede apreciar el análisis realizado, el diseño del instrumento de medición basado en lo propuesto por el OLE, la realización de la prueba piloto, proceso de recolección de la información de los graduados, extracción de datos de las redes profesionales de apoyo, aplicación de técnicas de minería de datos, perfilamiento de los graduados, conclusiones y recomendaciones.
- Base de datos de graduados actualizada para futuros proyectos de seguimiento en la escuela.
- Visualización de los resultados en Power Bi para la difusión a los interesados.

5. Marco de referencia

En esta sección se procede a exponer los antecedentes, lineamientos y teorías identificadas en la revisión de literatura acerca de los estudios de seguimiento a graduados previamente indagados, con el fin de contextualizar e identificar las características de las publicaciones sobre el tema relacionado que sirvan como base al presente proyecto.

5.1. Marco de antecedente

Desde un enfoque internacional se resalta el trabajo realizado en la Universidad de Barcelona, por parte de Javier Ventura Blanco y Francesc Martínez Olmo desarrollando un estudio de seguimiento a graduados titulado “Estudio sobre la inserción laboral de los graduados en pedagogía en la Universidad de Barcelona” en el cual buscaba conocer qué había ocurrido con los estudiantes formados de dos promociones -una vez finalizada la carrera- (2001-2002, 2002-2003), desde la perspectiva de diversas variables relacionadas con la experiencia laboral, la empleabilidad y la inserción laboral y las posibles implicaciones académico-formativas; cabe mencionar que el estudio se focalizó hacia el alumnado que se encontraba matriculado en el Prácticum II de Pedagogía entre los periodos 2001-2002, 2002-2003 ya que es una materia crucial, con 18 créditos a partir de la cual el estudiante se pone en contacto directamente con el mundo académico y el laboral.

Entre los resultados más relevantes se encuentra que el 58.5% de los encuestados valoran positivamente la formación posterior, considerándola influyente en la inserción laboral, de los cuales el 24,1% expone que el deseo de mejorar la empleabilidad es el principal motivo que impulsa a continuar la formación; por otra parte las recomendaciones y estrategias que los egresados sugieren implementar en aras de optimizar sistemáticamente el Prácticum y los recursos de la facultad con el fin de mejorar la pertinencia de las competencias y conocimientos del estudiantado se encuentran: Crear un “Consell Assessor” que incentive las relaciones entre la actividad académica y el mundo laboral, analizar y transferir experiencias de otras universidades nacionales y extranjeras, en relación a la adopción de estrategias que propicien la inserción laboral de los egresados y mejorar la calidad de la futura titulación, especialmente del Prácticum, con el fin de

mejorar la empleabilidad de los egresados, y por tanto, en su inserción profesional. (Ventura Blanco & Martínez Olmo, 2004)

En un estudio publicado en el año 2012, por el Instituto Politécnico Nacional en México, se busca reconocer la pertinencia académica y así mismo el panorama general de los egresados de tres programas de maestría de cinco generaciones en una Escuela de Educación Superior perteneciente a la universidad. El método utilizado para el estudio fue de tipo cuantitativo y transversal descriptivo, entre las variables a investigar en la población se encuentran 1) datos generales, 2) situación laboral y de ingresos durante y después de la maestría, 3) status académico con o sin grado, 4) aplicación de conocimientos en el campo laboral, 5) calificación al programa de maestría cursado, las cuales fueron captadas por medio de un cuestionario previamente validado por un experto. Se enviaron un total de 196 cuestionario vía correo electrónico de los cuales solo 67 accedieron a responder, algunas de los resultados encontrados en el estudio fueron que: el 70% de los encuestados señala que fue alumno de tiempo parcial y el 30% de tiempo completo durante el curso de su maestría, con relación a los apoyos económicos que son las becas, el 18% dice que sí tenía beca y el 82% señala que no, la situación laboral de los egresados durante sus estudios de maestría refleja que el 77% contaba con empleo y el 22% no tenía trabajo, el tiempo promedio que se tardaron en encontrar trabajo los egresados fue de 1 a 3 meses, lo que indica una rápida incorporación a la actividad productiva, el estudio arroja que el 77.60% de los encuestados está de acuerdo con la creencia de que los estudios de maestría ayudan a mejorar la situación laboral y su inmersión al campo productivo, el 22.40% no está de acuerdo. Para finalizar los autores concluyen que el estudio de egresados necesita una adecuada difusión entre los alumnos para lograr una mayor participación, así mismo

se logró conocer la trayectoria profesional y económica de los alumnos de las tres maestrías. (Hernandez, Tavera & Jimenez, 2012)

Continuando desde un enfoque nacional, se resalta una publicación en el 2016 por parte de la Universidad de Nariño en TENDENCIAS, revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas llamado “Seguimiento a economistas egresados de la Universidad de Nariño” escrito por William Buesaquillo y Rosa María Paz, en el artículo se reúne el análisis y conclusiones de estudios de seguimiento realizados a egresados del programa de Economía en diferentes periodos de observación, lo que permitió generar un análisis comparativo; las poblaciones de estudio son graduados desde la primera promoción de economía hasta el 2002 y los periodos de 1979-2008 y 2008-2013. “La evaluación de la situación real del egresado constituye una herramienta esencial a la hora de identificar la pertinencia del Programa frente a las necesidades del entorno y las exigencias de la sociedad. A partir del análisis económico y social de los egresados se tienen algunos insumos requeridos para formular e implementar estrategias y acciones orientadas a solventar carencias y debilidades de tipo académico existentes en el programa de Economía.” (Buesaquillo y Paz, 2016) entre los resultados y conclusiones encontradas se resalta que hay un gran número de economistas trabajando en el sector terciario, especialmente en el área de finanzas, de talento humano, comerciales y de producción, con ingresos entre 1 a 4 SMMLV; que al comparar los estudios publicados en el 2003, 2008-2013 y 2010 con el índice nacional de desempleo de la época(11.1%), se reconoce que los dos primeros son bajos(6% y 7% respectivamente) y el de 2010 es relativamente alto(14.3%) confrontándolos con el índice nacional, lo que afecta en especial a la población joven y/o recién graduada. De igual manera se rescata que el estudio arrojó un

favorecimiento a implementar un programa de seguimiento a graduados en la Universidad de Nariño.

Por otra parte, en la Pontificia Universidad Javeriana en la sede central se realizó el “Estudio de seguimiento a egresados de programas académicos de Posgrado” entre 2015 y 2016. En el cual se caracterizó a los graduados dando a conocer detalles acerca de la situación laboral al momento de la graduación y al momento de diligenciar la encuesta; también el grado de satisfacción de los graduados con la universidad durante su periodo de estudio y en su condición actual de egresado. Se detalla que en los periodos 2015 – I a 2016 – II se registran 4860 graduados, siendo el 58.7% mujeres y el 41.3% hombres, con edades concentradas entre 25 a 34 años; con índice de residencia en Bogotá del 82% y del 2.5% que reside fuera del país o en otros departamentos como Antioquia o Cundinamarca, y que un 15% de los encuestados han continuado con sus estudios. En cuanto al tiempo que tarda un recién egresado en conseguir empleo, la encuesta arrojó que un 11% no trabaja antes de terminar el plan de estudios, que de estos el 5.7% demora menos de tres meses en conseguir trabajo y cerca del 1.4% tuvo que esperar más de un año para ingresar a labores; y de aquellos que ya estaban trabajando un 52.9% cambió de trabajo o tuvo alguna promoción de cargo laboral. De igual manera se muestra de manera detallada la distribución por tipo de trabajo, la distinción con aquellos destinados a la investigación y el grado de satisfacción, demostrado así un alto grado de profundidad en la caracterización de la situación de los graduados pues “El estudio de seguimiento a egresados de programas académicos de posgrado de la Sede Central y Seccional Cali hace parte de los ejercicios regulares de levantamiento de información de miembros de la comunidad educativa que brindan información útil para propósitos de mejoramiento institucional. En particular estos

levantamientos de información son un insumo fundamental para la autoevaluación institucional y de los programas académicos con propósitos de acreditación.” (“ESTUDIO DE SEGUIMIENTO A EGRESADOS DE PROGRAMAS ACADÉMICOS DE POSGRADO 2015-2016 | Sede Central”, 2017)

En el año 2019, Magda Lorena Rangel Granados desarrolla la “Caracterización del perfil de los graduados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander” el cual buscaba analizar el impacto de los graduados de dicha escuela, más específicamente evaluar su desempeño laboral, la calidad y pertinencia del programa académico cursado, buscando como beneficio apoyar al proceso de acreditación del programa. Este estudio se destaca por implementar dentro de la metodología el proceso de descubrimiento del conocimiento (KDD). Así mismo hace uso de análisis factorial y minería de texto en redes profesionales como LinkedIn para la creación de perfiles de los graduados e identificar factores útiles para el direccionamiento de la escuela en su proceso de mejora continua. Dentro los resultados más destacados la autora indica que el empleo de una encuesta online fue de gran utilidad debido a que es un método gratuito de fácil recolección de información; por otro lado, al poder extraer sus datos en formato Excel su compatibilidad con herramientas como SSPS y Power BI facilita el análisis factorial y la visualización de estos. Como ya se había mencionado este proyecto se destacó por el uso de minería de texto en plataformas en que los graduados de este programa podrían encontrarse, lo cual permitió realizar un análisis extra de variables cualitativas que no se habían considerado en el instrumento de medición, entre las conclusiones más destacables de este análisis se encuentra las ventajas de estudiar en la UIS, las competencias y

habilidades que recientemente han desarrollado o en las que muestran un particular interés. (Rangel Granados,2019).

Por su parte, la Escuela de Matemáticas de la Universidad Industrial de Santander ha realizado un solo estudio de seguimiento a graduados, este fue llevado a cabo por Myriam Capataz y Yahaira Calderón, en el cual la población de estudio son los graduados de la escuela entre los años 2008 y 2016, el proyecto tenía como objetivo principal evaluar la pertinencia y calidad de los programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Industrial de Santander como parte de su proceso de evaluación y mejora continua, para eso fue necesario conocer la situación del graduado en ese periodo, identificando una serie de indicadores tales como: aceptación, acceso a la vida laboral, salario y recorrido profesional, los cuales se indagan a través del desarrollo de un instrumento de medición basado en lo propuesto por el Observatorio Laboral para la Educación (OLE), dentro de las conclusiones más relevantes encontramos el análisis de los clústeres a partir de los resultados del instrumento aplicado, la mayoría de los individuos que accedieron al estudio se encuentran satisfechos con la educación recibida, adicional a esto los resultados indicaron que el 18% de la población estudio de la Licenciatura en Matemáticas se encuentra algo satisfecha con su salario, el 50% de los licenciados creen que deberían estar en otro empleo en el cual pudiera desarrollar mejor sus competencias laborales y el 83% creen que la situación está igual a lo que esperaban o mejor.(Capataz Pérez & Calderón Iriarte, 2016). Finalmente cabe destacar la construcción de un Framework, el cual describe detalladamente el proceso realizado para la generación del seguimiento a graduados, con el propósito de ser una guía base para los siguientes seguimientos.

Para la elaboración de este proyecto se tuvieron en cuenta los aspectos más importantes de los trabajos ya mencionados, tales como: el diseño de un instrumento de medición pertinente con la población de estudio, una caracterización detallada de los encuestados, análisis multivariados con metodología KDD, desarrollo de clusters, consulta de redes profesionales, herramientas de minería de texto, contraste de los resultados con trabajos elaborados previamente, entre otros aspectos; con el propósito de realizar de mejor manera el proyecto de seguimiento a graduados, dado que “hacer seguimiento a los egresados de la educación superior es una tendencia creciente en países que buscan mejorar la calidad y la pertinencia de los programas académicos...ya que suministran insumos que las instituciones, el sector productivo, el gobierno y los estudiantes están usando para tomar decisiones” (Seminario Internacional Pertinencia de la Educación: La Educación para la Competitividad, Ministerio de Educación, 2007).

5.2. Marco teórico

Los estudios de seguimiento son herramientas de gran apoyo a las comunidades universitarias dado que son un método para evaluar la generación de conocimiento y la pertinencia en los procesos educativos con los cuales se forma a las futuras generaciones de la fuerza laboral, el propósito de un estudio de seguimiento es proponer mejoras en los procesos institucionales, mediante la recolección y análisis de datos sobre el ejercicio profesional y personal de los egresados. El propósito no es únicamente rescatar datos, sino analizar la información recopilada para así favorecer la toma de decisiones en la dirección universitaria y así tomar acciones efectivas sobre los procesos de educación (Manual de Red Graduados, 2006).

En los últimos años la globalización ha generado un acelerado cambio de perspectivas y necesidades en el mercado laboral, además, cada vez se requiere personal mejor calificado o especializado en diferentes áreas de interés; lo que representa para las universidades un desafío, que las encamina a ejecutar cambios que les permitan estar a la par con el rápido crecimiento del entorno, sin dejar de lado la formación para la vida social de los graduados. De acuerdo con esto, en un estudio de graduados se pueden hacer preguntas por fuera del entorno laboral, ya que el desempeño laboral puede verse afectado también por variables sociales, familiares y educativas que caracterizan a cada graduado; así que no sólo se puede preguntar sobre la satisfacción con el trabajo, sino también la satisfacción general con la vida y los efectos del proceso educativo en el estilo de vida (Manual de Red Graduados, 2006).

A continuación, se mencionan algunas temáticas que aborda la encuesta de seguimiento a graduados:

- El perfil del Graduado: Características principales del graduado (datos socioeconómicos, demográficos, antecedentes académicos, estudios posteriores etc.).
- Relación con el mercado de trabajo en donde se incluye el panorama del graduado de la situación laboral actual.
- Relación con la institución de egreso, la cual indaga qué tan satisfactorios fueron los servicios educativos que suministró la institución en su etapa de formación.

Desde una visión más amplia, algunas de las preguntas que se pueden formular a los graduados pueden girar en torno a:

- La transición de la educación superior al empleo. De esta manera se identifica como las competencias adquiridas, el estado del mercado laboral, los requerimientos de los empleadores y los mecanismos de transición interactúan para establecer la relación entre el graduado y su primer encuentro con un empleo formal.
- Como el desempeño en el empleo puede ser afectado por variables tanto subjetivas como objetivas, tales como el salario a devengar, el cargo a ocupar, el uso de los conocimientos adquiridos en los estudios y que el empleo sea afín con los intereses del graduado.
- Hasta qué punto las condiciones y provisiones de estudio realmente “importan” para su empleo y trabajo subsiguiente.
- El impacto de las motivaciones, expectativas y orientaciones de los estudiantes en sus decisiones y trayectorias profesionales (Manual de Red Graduados, 2006).

5.2.1. Estudio de seguimiento longitudinal o puntual/transversal

En un estudio longitudinal se consulta en varios momentos a la población objeto de estudio sobre su proceso de inserción laboral. Un buen parámetro para la comparación de resultados es contar con al menos tres aplicaciones de la encuesta a lo largo del tiempo previsto. La ventaja de los estudios longitudinales consiste en tener una visión más completa del proceso de inserción laboral. Aunque este proceso es el ideal, en ocasiones, por razones de tiempo y de recursos, se aplica un cuestionario en el que se pregunta de manera retrospectiva a los graduados acerca de su situación laboral. Esta práctica tiene la desventaja de incorporar imprecisiones en las respuestas, debido al tiempo transcurrido desde la graduación. Por otra parte, un estudio longitudinal continuo requiere que se entreviste a cada conjunto de graduados en momentos diferentes de su proceso de inserción

laboral, éste permite una visión completa y actualizada de este proceso de los titulados de una institución.

Un estudio puntual/transversal es cuando se entrevista una única vez a los graduados para conocer su proceso de inserción laboral (Manual de Red Graduados, 2006), para el presente proyecto se ha optado por escoger la realización de un estudio puntual/transversal.

5.2.2. Instituciones de Educación Superior (IES)

Según el Ministerio de Educación de Colombia las Instituciones de Educación Superior (IES) son las entidades que cuentan, con arreglo a las normas legales, con el reconocimiento oficial como prestadoras del servicio público de la educación superior en el territorio colombiano. A Partir de su carácter académico, el Ministerio de Educación Nacional las clasifica en cuatro tipos: Institución Técnica Profesional; Institución Tecnológica; Institución Universitaria / Escuela Tecnológica y Universidad.

5.2.3. Sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior

La política que se ha diseñado por el Ministerio de Educación Nacional que pretende mejorar la calidad de la formación recibida busca que los estudiantes, dejando a un lado el lugar de su procedencia, su condición social, económica y cultural, puedan acceder a oportunidades que les permita adquirir conocimientos, desarrollar competencias y valores primordiales para llevar una vida en donde convivir, ser productivos y seguir aprendiendo, son principios fundamentales.

En cuanto al Sistema de Aseguramiento de Calidad de la educación superior, el Ministerio de Educación Nacional afirma que los principales objetivos están dirigidos a que las IES rindan cuentas a la sociedad y al Estado sobre el servicio que ofrecen,

suministren información legítima sobre los servicios educativos a los usuarios y finalmente que se realice el ejercicio de autoexamen permanentemente generando dentro de los programas académicos una cultura de evaluación.

5.2.4. Calidad en la educación superior

Según el CNA el concepto de calidad dentro de 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 del que se trate.

Este concepto es la razón por la cual el Sistema Nacional de Acreditación existe, trabajar por el incremento de la calidad y apoyar su desarrollo le confiere al CNA pertinencia en su accionar. La calidad, dado este contexto, indica el esfuerzo constante de las instituciones para cumplir de forma responsable las exigencias propias de sus respectivas funciones. Funciones que por lo general se resumen en docencia, investigación y proyección social, de modo que cada institución tiene una apropiación única para cada función, aportando una visión y estilos diferentes de institución.

Para establecer la calidad en un programa o una institución hay que tener en cuenta los siguientes aspectos: Las características universales expresadas en sus notas constitutivas, los referentes históricos, lo que la institución singularmente considerada y define como su especificidad o su vocación primera y la evaluación de la calidad en el marco de la acreditación en Colombia (CNA, CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN).

5.2.5. Pertinencia en la educación superior

El Consejo Nacional de Acreditación (CNA), define la pertinencia como la capacidad de una institución o programa para responder a las necesidades del medio de una manera proactiva. Proactividad entendida como la preocupación por transformar el contexto en que se opera, en el marco de los valores que inspiran a la institución y la definen (CNA, 2009). Este concepto tomó un gran foco en la conferencia de París sobre la educación superior de 1998, en donde se analizó dentro del marco de la adecuación entre lo que la sociedad espera de las instituciones y lo que estas ofrecen (Quintero, 2009). Por lo tanto la pertinencia de las instituciones se refiere a las relaciones entre la universidad y el entorno, que por lo general conlleva a los servicios ofrecidos por la misma como los programas de pregrado, posgrado, educación continua, investigación, etc, así mismo el análisis de pertinencia se da bajo las siguientes perspectivas: social, política y económica (Jaramillo, 2009).

5.2.6. Graduado

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional, el graduado es el estudiante que ha recibido el grado por la Institución de Educación Superior como muestra de la culminación de su ciclo académico.

5.2.7. Vínculo Universidad-Graduado

Como parte de los beneficios del empleo de encuestas de seguimientos en las instituciones se encuentra que, al recopilar de datos, se puede renovar, fomentar y fortalecer los vínculos entre graduado y universidad. Una manera efectiva de lograrlo es a través de una comunicación activa entre estos dos, informar a los graduados sobre actividades y ofertas actuales en la universidad, así como también la actualización periódica de las bases de datos de los graduados para que esta relación continúe y se pueda extraer información valiosa sobre deficiencias o valoraciones en general del servicio académico prestado.

Desde el punto de vista estratégico, el seguimiento a graduados facilita y fortalece los vínculos entre universidad, empresa y graduado haciendo más sencilla la inserción laboral a las futuras generaciones de graduados. (Manual de Red Graduados, 2006)

5.2.8. Información para los grupos de interés

El desarrollo de un estudio de seguimiento arroja múltiples resultados, patrones, características e información que contribuye a la toma de decisiones de distintos interesados, entre ellos se considera la Universidad, los graduados, los empleadores, el estudiantado y el entorno laboral en general; pues el proyecto ofrece una visión transversal de la situación, que afirma o redirige recursos y esfuerzos hacia diferentes áreas en el desarrollo de los profesionales. Es por ello que el medio y la información que se comparta a los interesados debe ser la pertinente y de fácil consulta, teniendo en consideración una política de protección y acceso a los datos para los diferentes interesados.

5.2.9. Acreditación

La Acreditación es el acto por el cual el Estado adopta y hace público el reconocimiento que los pares académicos hacen de la comprobación que efectúa una institución sobre la calidad de sus programas académicos, su organización, funcionamiento y el cumplimiento de su función social. (CNA, CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN)

La acreditación busca promover el mejoramiento continuo e identificar que instituciones cuentan con programas académicos de calidad, igualmente determina si estas emplean estrategias, procesos y recursos que demuestren un progreso continuo, alcanzando el logro de su misión y objetivos con los criterios y normas de calidad establecidos. El proceso de acreditación es un proceso periódico, por lo tal se realiza dentro de una ventana de tiempo entre los 5 y 10 años, a partir de la cual puede optar por ser renovada o retirada, todo

dependiendo de los resultados obtenidos en el proceso de revisión o verificación del ejercicio (Cruz & Salas, 2004).

5.2.10. Acreditación ABET

El ABET es un organismo que se encuentra conformado por una federación que cuenta con más de 25 sociedades técnicas y profesionales. Es, además, una de las organizaciones acreditadoras más respetadas en los Estados Unidos con una experiencia que supera los 70 años en el liderazgo del aseguramiento en la calidad de la educación superior. La acreditación ABET es una prueba de que un programa universitario cumple con los estándares esenciales para producir graduados listos para entrar en los campos críticos de la ciencia aplicada, la informática, la tecnología y la ingeniería. Los graduados de un programa acreditado por ABET tienen una base educativa sólida y son capaces de dirigir el camino en la innovación, las nuevas tecnologías, y en previsión de las necesidades de bienestar y seguridad del público.

Algunas instituciones de educación superior colombianas han comenzado a adoptar esta acreditación internacional para ampliar sus fronteras de influencia; actualmente, nueve instituciones de educación superior en Colombia tienen programas acreditados por ABET, este es un proceso reciente, lleno de retos e incertidumbres, especialmente para las instituciones públicas. Debido a su novedad y a la escasez de experiencias compartidas entre las instituciones académicas colombianas, el proceso de acreditación ABET enfrenta varios obstáculos y barreras. Las experiencias de acreditación en América Latina no han sido ampliamente compartidas en la literatura. Sin embargo, existen experiencias disponibles de instituciones de educación superior internacionales. (ABET, Accreditation Board for Engineering and Technology, 2021)

5.2.11. Observatorio laboral para la educación

El Observatorio Laboral para la Educación es un sistema de información especializado para el análisis de la pertinencia en la educación superior a partir del seguimiento a los graduados del país y su empleabilidad en el mercado laboral colombiano. Este sistema de información hace parte del portafolio de productos del Ministerio de Educación Nacional al servicio de la comunidad. El principal objetivo del Observatorio Laboral para la Educación es conocer información de tipo estadística y estratégica de las partes involucradas o interesadas del sector (aspirantes, padres de familia, profesionales, instituciones de educación superior, sector productivo y sociedad en general), sobre la situación actual, respondiendo a las preguntas: ¿Dónde están?, ¿A qué se dedican?, y ¿Cómo es la inserción laboral de los graduados emergentes de la educación superior en Colombia?. Brindar información sobre índices cuantitativos como la empleabilidad e ingreso promedios por áreas de interés, son algunos de los resultados esperados para el OLE, así misma información cualitativa sobre la pertinencia del área de formación frente a la ocupación de los graduados, el tiempo que tardan en insertarse en el mercado laboral y su movilidad, entre otros (Ministerio de educación, 2018).

5.2.12. Instrumento del Observatorio laboral para la educación

Desde el pasado lunes 27 de julio de 2020, El Observatorio Laboral para la Educación Superior del Ministerio de Educación Nacional, hace público que se ha actualizado la "Encuesta de Seguimiento a Graduados". Las encuestas de graduados son los instrumentos utilizados para recopilar datos sobre la situación laboral de los graduados con el objetivo de obtener indicadores de su desempeño profesional. Estas encuestas de graduados tienen como propósito aportar a las explicaciones causales de la pertinencia de las condiciones de estudio y los servicios proporcionados por las instituciones de educación superior, valorar

el “desempeño” de los graduados en el mercado laboral y apoyar la autoevaluación, seguimiento y acreditación de las IES. Para la construcción de la encuesta, la red graduados aconseja tener muy en claro la población estudio en el momento de la formulación de las preguntas, así mismo indica que existen diferentes medios para aplicar las encuestas entre las cuales se encuentran: Formulario impreso, vía correo postal, entrevista telefónica, el uso de página web de la institución para instalar el formulario con un aplicativo y el correo electrónico.

5.2.13. Minería de datos

A medida que el mundo digital avanza y hace posible que la captura, procesamiento, almacenaje y transmisión de la información se realice de manera más efectiva, el uso de la minería de datos como herramienta de apoyo al descubrimiento del conocimiento en grandes volúmenes de datos, está tomando cada vez más fuerza, hoy en día se encuentran datos en cada rincón de la cotidianidad, y en diferentes formatos, en el pasado queda el cliché de que los datos únicamente están relacionados con números o caracteres, y se empieza a estudiar otros tipos de formato como imagen, video, texto (Santos, Ruiz & Gilbert, 2006).

Según Cesar Perez y Daniel Santin la minería de datos puede definirse como un proceso de descubrimiento de nuevas y significativas relaciones, patrones y tendencias al examinar grandes cantidades de datos. La disponibilidad de grandes volúmenes de información y el uso generalizado de herramientas informáticas ha transformado el análisis de datos orientándose hacia determinadas técnicas especializadas englobadas bajo el nombre de minería de datos (PEREZ LOPEZ & SANTIN GONZALEZ, 2007).

5.2.14. Tipos de modelos en minería de datos

La minería de datos se puede describir como un proceso de identificar patrones significativos en los datos que sean válidos, novedosos, potencialmente útiles y comprensibles para un usuario (Santos, Ruiz & Gilbert, 2006)

La clasificación de los tipos de modelos en minería de datos se divide en modelo predictivo, en el que las variables pueden clasificarse inicialmente en dependientes e independientes y lo que busca es calcular un valor a un nivel futuro o desconocidos de las variables relevantes, en algunos casos este modelo nace como mezcla del conocimiento obtenido antes y después de la minería de datos y se debe analizar antes de validarlo, algunos de las aplicaciones para el uso de este modelo son los modelos respuesta que en determinados campos comerciales, identifica entre los clientes quienes reaccionarían a ciertas ofertas, en el sector financiero el modelo de riesgo es usado para determinar la probabilidad que un tomador de un crédito no cumpla con su deuda. Por otro lado encontramos el modelo descriptivo, el cual a diferencia del predictivo, no se le asignan ninguna etiqueta predeterminante a las variables y este tiene como objetivo el de identificar patrones o reglas que agrupan los datos examinados, entre las técnicas de minería de datos para este tipo de modelo se encuentran técnicas de clustering o segmentación y entre las aplicaciones más usuales está: El análisis de perfiles y carritos de compra en cadenas de abastecimiento (Braga, 2010).

5.2.15. La minería de datos y el proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos (KDD).

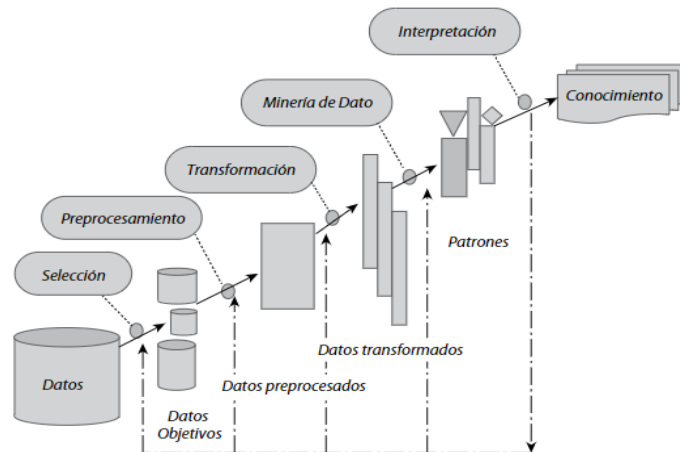
Para muchas compañías industriales el proceso de descubrir conocimiento a través de sus propias bases de datos es objeto de estudio y un área de interés para las mismas y comprende una oportunidad para obtener grandes ganancias (Timarán, 2009), algunos autores como Fayyad, Piatetsky-Shapiro y Smith lo definen como: “El proceso no trivial de identificación de patrones válidos, novedosos, potencialmente útiles y fundamentalmente entendibles al usuario a partir de los datos”. Molina (2001) lo define como: “La extracción no trivial de información potencialmente útil a partir de un gran volumen de datos, en el cual la información está implícita, donde se trata de interpretar grandes cantidades de datos y encontrar relaciones o patrones”. Prácticamente el Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos (KDD, del inglés Knowledge Discovery in Databases) es un proceso en donde se ven involucrados el descubrimiento y el análisis, y es utilizado en diferentes ámbitos desde caracterización de clientes fraudulentos hasta identificar patrones de compra para los clientes de un supermercado.

5.2.16. Fases del proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos

El proceso de KDD se realiza a través de cinco fases como se puede observar en la Figura 1.

Figura 1

El proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos



5.2.16.1. Nota. (Timarán-Pereira, Hernández-Arteaga, Caicedo-Zambrano, Hidalgo-Troya, y Alvarado-Pérez, 2016).Selección.

Después de haber identificado el conocimiento primordial y relevante a través de los objetivos del proceso KDD, el siguiente paso es crear un conjunto de datos objetivo, realizando una selección del conjunto de datos en su totalidad o una muestra representativa, en la cual el proceso de descubrimiento es enfocado, según los objetivos del negocio la selección de los datos puede variar (Timaran-Pereira, 2016).

5.2.16.2. Procesamiento/limpieza.

Esta etapa es también conocida como la etapa de limpieza o data cleaning, en la cual se examina la calidad de los datos, se aplican operaciones básicas como la remoción de datos ruidosos, se seleccionan estrategias para el manejo de datos desconocidos (missing y empty), datos nulos, datos duplicados y técnicas estadísticas para su reemplazo. Es de resaltar que en el procesamiento el papel del usuario o analista es de vital importancia por

su interacción. La existencia de datos que generen ruido o se encuentren significativamente por fuera del rango esperado se le debe generalmente a errores humanos, a cambios o circunstancias en el momento de la extracción de la información, y a fuentes heterogéneas de datos. Por otro lado, los datos empty son aquellos en los cuales no existe un valor en el mundo real y los missing los cuales su valor no fue capturado. También dentro del proceso de limpieza puede haber datos nulos, datos desconocidos que pueden ser usados en los Sistemas Gestores de Bases de Datos Relacionales (SGBDR). En el proceso de limpieza se usan métricas estadísticas como la media para reemplazar estos valores o en algunos casos se decide por la omisión.

5.2.16.3. Transformación.

También conocida como la etapa de reducción de datos, esta etapa busca características relevantes que ayuden a representar los datos según los objetivos establecidos al momento de iniciar el proceso de descubrimiento. Los métodos de reducción de dimensiones o de transformación tiene el propósito de disminuir las variables bajo los requisitos definidos y por lo tanto es esencial el uso de herramientas y operaciones de normalización, que consoliden los datos adecuadamente para la aplicación del siguiente paso, minería de datos.

5.2.16.4. Minería de datos.

El propósito de esta etapa es el modelamiento de los datos, es decir es la búsqueda y descubrimiento de patrones de interés antes no descubiertos, aplicando métodos inteligentes de clasificación, patrones secuenciales y asociaciones, entre otras. Al aplicar estas técnicas de minería de datos se crean modelos predictivos o descriptivos, los primeros buscan estimar valores futuros o no conocidos de variables de interés, mientras los segundos identifican patrones que sintetizan los datos analizados. En conclusión, en esta

etapa la selección de las técnicas de minería de datos, así como los modelos y parámetros son pasos importantes para el tratamiento de los datos.

5.2.16.5. Interpretación y Evaluación.

En esta etapa se realiza la interpretación de patrones descubiertos, es común encontrar la visualización de los patrones encontrados, la eliminación de los patrones que en definitiva no son significativos en el estudio y la descripción de los resultados en un lenguaje sencillo y entendible para el usuario. Por otro lado, el modelo propuesto es validado por medio de técnicas de validación como lo son: Validación simple, validación cruzada con k pliegues y Bootstrapping, las cuales buscan examinar si se cumplen los objetivos detallados usando una base de datos diferente. Finalmente se estudia si el conocimiento descubierto es útil en otros campos de acción o si está listo para su respectiva documentación.

5.2.17. Análisis de agrupamiento o Clustering

El Clustering (en español agrupamiento) es uno de los métodos de minería de datos más utilizados en el análisis de grupos de observación con múltiples variables. El proceso consta de dividir los datos en grupos, también conocidos como clusters, basado en patrones de comportamiento; el objetivo es identificar grupos de objetos similares dentro de un conjunto de datos de interés, estas similitudes pueden encaminar la toma de decisiones empresariales. Por ejemplo, en el marketing, se utiliza para identificar los distintos grupos de clientes para los que se puede adaptar la publicidad.

Un Clúster es una agrupación de objetos de datos que son muy similares entre sí dentro del mismo grupo, clase o categoría, y a su vez son muy diferentes de los objetos de los otros clústeres. La agrupación es una técnica en la que hay clases predefinidas e

información previa que define cómo se deben etiquetar los datos en clases separadas. Igualmente puede considerarse como un proceso de análisis exploratorio que ayuda a descubrir patrones ocultos de interés o estructuras no identificadas. También puede utilizarse como herramienta independiente para obtener información sobre la distribución de datos o cómo un paso de procesamiento en otros algoritmos.

5.2.18. Minería de texto

Se estima que hasta un 80% de la información de las organizaciones se almacena en un formato de texto no estructurado. Esta información incluye requisitos del cliente, expedientes de ventas, especificaciones técnicas, informes de mantenimiento y comentarios de las partes interesadas (Jetley, 2019), por lo que se hace necesaria su implementación en diferentes áreas y contextos.

La minería de texto es el proceso de analizar colecciones de material textual con el objeto de capturar conceptos y temas clave, descubriendo así relaciones y tendencias ocultas, sin necesidad de conocer las palabras o términos exactos que los autores han utilizado para expresar dichos conceptos. La combinación de minería de textos y minería de datos ofrece una visión más general a que si se analizan los datos estructurados o los datos no estructurados por separado. Este proceso suele incluir los siguientes pasos:

1. Identificar el texto en el que se va a realizar la minería. Preparar el texto para el proceso de minería.
2. Minar el texto y extraer datos estructurados. Aplicar los algoritmos de minería de textos al texto de origen.
3. Crear modelos de categoría y concepto. Identificar los conceptos clave y/o crear categorías. Identificar los mejores conceptos y categorías para puntuar.

4. Analizar los datos estructurados. Emplear técnicas de minería de datos convencionales, como el clúster, la clasificación y el modelado predictivo, con el objeto de descubrir las relaciones entre los conceptos. Fusionar los conceptos extraídos con otros datos estructurados para predecir comportamientos futuros (Acerca de minería de texto, IBM Knowledge Center, s/f).

En los textos hay una gran cantidad de información oculta, que las máquinas no pueden interpretar fácilmente porque son cadenas de caracteres, por lo que es necesario aplicar algoritmos o metodologías para procesar esos textos y extraer la información útil. La minería de datos y de texto está en constante desarrollo principalmente en el área las redes sociales, puesto que, la gran mayoría de la información relacionada con las empresas se encuentran plasmadas en textos; desde el 2008 las redes sociales explícitas como Facebook permiten que personas influyeran a otras y poder cuantificar y medir esa influencia es uno de los objetivos principales de este tipo de minería. (Varas Chavero, 2019)

La primera problemática que se presenta al aplicar minería de datos en redes sociales es que la misma persona puede tener múltiples perfiles. Así que medir la influencia de una red social sobre otra, sólo es posible parcialmente en aquellos perfiles que son de la misma persona, aunque en algunos casos podrían ser también falsas equivalencias. Otro problema importante en redes sociales es su evolución en el tiempo, conocer si las relaciones se mantienen, si sus intereses son constantes, si hay comunidades y cómo es su comportamiento, etc. Se han estudiado datos de redes de correo electrónico, llamadas entre teléfonos móviles y mensajes de chat. Sin embargo, internet permite realizar también experimentos sociales a gran escala, algo que es nuevo en la sociología tradicional

en donde la minería de datos emplea diferentes campos como la inteligencia artificial, el análisis estadístico y bases de datos para extraer la información que no se puede detectar fácilmente. Así, la minería de datos es capaz de extraer relaciones, comportamientos, patrones y tendencias entre los datos analizados, lo cual, repercute en la toma de decisiones gracias al conocimiento que aporta. La minería de datos se puede considerar una técnica líder en el campo del análisis de datos. (Baeza-Yates, 2009)

5.2.19. Análisis multivariable

Es un conjunto de métodos estadísticos y matemáticos, destinados a describir e interpretar los datos que provienen de la observación de variables estadísticas estudiadas conjuntamente. En otros términos, es la parte de la estadística y del análisis de datos que estudia, analiza, representa e interpreta los datos que resultan de observar un número $p > 1$ de variables estadísticas, sobre una muestra de n individuos. Las variables observables son homogéneas y correlacionadas, sin que alguna predomine sobre las demás. La información estadística en el Análisis Multivariante (AM) es de carácter multidimensional, por lo tanto, la geometría, el cálculo matricial y las distribuciones multivariantes juegan un papel fundamental.

La información multivariante es una matriz de datos, pero a menudo, en AM la información de entrada consiste en matrices de distancias o similitudes, que miden el grado de discrepancia entre los individuos (Cuadras, 2007).

5.2.20. Análisis factorial

Es una técnica de reducción de datos que sirve para encontrar grupos homogéneos de variables a partir de un conjunto numeroso de variables, los grupos homogéneos se forman con las variables que se correlacionan mucho entre sí y procurando inicialmente, que unos

grupos sean independientes de otros. En otras palabras, el análisis factorial es una técnica de reducción de la dimensionalidad de los datos; su propósito último consiste en buscar el número mínimo de dimensiones capaces de explicar el máximo de información contenida en los datos.

Diferente de lo que sucede en otras técnicas como el análisis de varianza o de regresión, todas las variables del análisis cumplen el mismo papel, es decir que son independientes en el sentido en que no existe a priori una dependencia conceptual de unas variables sobre otras. Finalmente, lo que se pretende es simplificar la información que nos da una matriz de correlaciones para interpretarla más fácilmente (de la Fuente Fernández, 2011).

5.2.21. Análisis de correspondencia

El Análisis de Correspondencia (AC) es una técnica de la estadística descriptiva, basada en la teoría de los valores y vectores propios del álgebra lineal, que permite realizar representaciones geométricas de dos variables categóricas con el objetivo de visualizar asociaciones entre las categorías de las variables filas y columnas. De manera análoga, el Análisis de Correspondencias Múltiple (ACM) es una generalización del AC que permite realizar los mismos análisis para cualquier número de variables categóricas con un número finito de categorías. La técnica es exclusiva para variables cualitativas, razón por la cual las variables cuantitativas deben categorizarse previamente a la aplicación de la técnica.

La idea básica del AC es la construcción de un espacio de menor dimensión que los espacios originales que contienen las variables o características de estudio, en forma similar a lo que se hace en los análisis factoriales propios de las variables continuas, tal como el Análisis de Componentes Principales. El número de los factores que generan el nuevo espacio es menor al de las variables originales; además, son independientes y ortogonales

entre sí. Este nuevo espacio es el que está más cerca del espacio original lo que implica que la variabilidad de las proyecciones de las variables originales sobre este da cuenta de la mayor cantidad de la variabilidad original. En el caso del AC y del ACM los nuevos subespacios son de dimensión 2 para poder visualizar gráficamente las asociaciones entre las variables. La información primaria sobre la cual se realiza el AC se encuentra en un cuadro de contingencia, que no es otra cosa que un cuadro de frecuencias absolutas para los diferentes cruces de las categorías de las dos variables analizadas (Rangel Quiñonez & Yáñez Canal, 2018).

El análisis de correspondencia es una técnica estadística útil para trabajar con datos categóricos y analizar tablas de contingencia con datos de frecuencia numérica, pues proporciona una representación gráfica que permite una rápida interpretación y comprensión de los datos (Greenacre, 2008).

5.2.22. Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales se concibe como una técnica de reducción de la dimensión, pues permite pasar de una gran cantidad de variables interrelacionadas a unas pocas componentes principales. El método consiste en buscar combinaciones lineales de las variables originales que representen lo mejor posible a la variabilidad presente en los datos. De este modo, con unas pocas combinaciones lineales, que serán los componentes principales, sería suficiente para entender la información contenida en los datos. Al mismo tiempo, la forma en que se construyen los componentes, y su relación con unas u otras variables originales, sirven para entender la estructura de correlación inherente a los datos. Por último, los componentes principales, que forman un vector aleatorio de dimensión menor, pueden ser empleadas en análisis estadísticos posteriores (Sánchez Sellero, 2009).

Agregar que el análisis de componentes principales o PCA (Principal Component Analysis) es una técnica de aprendizaje no supervisado y suele aplicarse como parte del análisis exploratorio de datos. A diferencia de los métodos de aprendizaje supervisado, donde se cuenta con un grupo de variables o características ($X=X_1, X_2, \dots, X_p$) medidas sobre un conjunto de observaciones n , con la intención de obtener predicciones sobre una variable respuesta Y asociada, en los no supervisados solo contamos con un número de variables de las cuales nos interesa conocer o de las que queremos extraer información, por ejemplo, sobre la existencia de subgrupos entre las variables u observaciones.

El PCA puede considerarse como una rotación de los ejes del sistema de coordenadas de las variables originales a nuevos ejes ortogonales, de manera que estos ejes coinciden con la dirección de máxima varianza de los datos (Gil Martínez, 2018).

5.2.23. Muestreo

Es el método utilizado para seleccionar a los sujetos de estudio que harán parte de la muestra del total de la población. "Consiste en un conjunto de reglas, procedimientos y criterios mediante los cuales se selecciona un conjunto de elementos de una población que representan lo que sucede en toda esa población" (MATA et al, 1997:19). Siendo una muestra cualquier conjunto de n unidades tomadas a partir de una población, ésta debe ser representativa y sus características reflejar las de la población. Por otra parte, la población se debe definir en términos de unidades, elementos, áreas y periodos de tiempo (Porrás Velázquez, s/f).

5.2.24. Tipos de muestreo

La elección de muestras requiere seleccionar las unidades de muestreo, ciudades, calles y hogares, así como elegir el tamaño y la forma de los sitios que van a constituir el soporte

de la muestra. Además, se debe determinar el método de muestreo: Sistemático, aleatorio, estratificado o por conglomerados, y establecer el tamaño de la muestra, es decir, el número de elementos seleccionados. Por último, es necesario especificar un plan de muestreo y método para recolectar los datos (Porrás Velázquez, s/f).

5.2.24.1. Muestreo aleatorio:

Es una técnica que permite obtener una muestra representativa de la población basándose en el concepto de la probabilidad; consiste en que cualquier elemento de la población tiene la misma oportunidad de ser elegido y que la elección del elemento es independiente de cualquier selección previa. Entre ellos están:

- Muestreo aleatorio Simple.
- Muestreo sistemático.
- Muestreo estratificado.
- Muestreo por conglomerados.

5.2.24.2. Muestreo no probabilístico:

Cómo su nombre lo indica es una selección de elementos que no se basa en criterios probabilísticos, la selección de este puede deberse a temas económicos o de factibilidad. Entre ellos están:

- Muestreo por conveniencia.
- Muestreo por cuotas.
- Muestreo intencional o por juicio.
- Muestreo por bola de nieve.

5.2.24.2.1. *El muestreo por selección intencionada o muestreo por conveniencias.*

El muestreo por conveniencia es una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio utilizada para seleccionar una muestra de la población basándose en la accesibilidad del investigador y la disponibilidad de los elementos en un intervalo de tiempo o alguna otra especificación práctica. Es decir que los objetos de muestra son escogidos por estar disponibles y porque se sabe que hacen parte de la población de interés, y no por algún criterio estadístico.

Esta técnica de muestreo suele ser utilizada en situaciones en que hay grandes poblaciones, pues presenta mayor facilidad operativa, reducción de tiempos y bajos costos al ser implementada; sin embargo, esto genera como consecuencia no poder hacer afirmaciones generales con rigor estadístico sobre la población.

5.2.25. *Herramientas de análisis*

Las herramientas de análisis son softwares que permiten realizar minería de datos y análisis multivariantes con el propósito de observar, analizar, organizar, descomponer, presentar o estructurar datos e información para extraer conclusiones significativas que faciliten la toma de decisiones. Para el presente estudio se utilizarán: IBM SPSS Modeler y Power BI.

5.2.25.1. *IBM SPSS Modeler.*

SPSS Modeler es una herramienta para la implementación de ciencia de datos visuales y machine learning. Ayuda a las empresas a acelerar el tiempo en la generación de valor y a lograr resultados, acelerando las tareas operativas para los analistas de datos. IBM SPSS

permite la preparación y el descubrimiento de datos, la analítica predictiva, la gestión e implementación de modelos y machine learning para monetizar activos de datos.

Además, permite a las organizaciones aprovechar los activos de datos y las aplicaciones modernas, con algoritmos y modelos completos que están listos para uso inmediato. Se adapta perfectamente a entornos híbridos para cumplir con estrictos requisitos de seguridad y gobierno. SPSS Modeler ayuda a:

- Aprovechar la innovación basada en el código abierto, incluyendo R o Python.
- Facultar a los analistas de datos todas las habilidades programáticas y visuales.
- Descubrir enfoque híbrido, on premises y en la nube pública o privada (*Aplique Data Science con IBM SPSS Modeler - Colombia | IBM, s/f*).

5.2.25.2. Power Bi.

Power Bi es una plataforma unificada y escalable para inteligencia empresarial (BI) de autoservicio y para empresa, se destaca por su uso sencillo que ayuda en la extracción de conocimiento y visualización avanzada de datos. Permite la optimización en el uso de los macrodatos mediante la conexión de varios orígenes de datos locales y en la nube como Dynamics 365, Azure SQL, Database, Salesforce, Excel y SharePoint. La plataforma facilita la creación de informes dinámicos, colaboración en paneles y compartir conocimientos dentro y fuera del servidor. A su vez permite el uso de código en Lenguaje Dax para incrementar el alcance y aplicabilidad de la plataforma (*Visualización de Datos | Microsoft Power BI, s/f*).

6. Metodología

Para la elaboración de la metodología del presente proyecto se tuvo en cuenta las recomendaciones que expone la Red Graduados y el Observatorio Laboral para la Educación, específicamente aquellas que contengan los pasos a seguir para el desarrollo de un seguimiento a graduados como parte del proceso de autoevaluación y acreditación en las IES, de tal manera que se construya un instrumento de medición acertado a las necesidades de la Escuela de Matemáticas. Cabe mencionar, que se realiza una prueba piloto de los instrumentos de medición con el fin de testear las preguntas, la pertinencia de las mismas y la facilidad de uso de los medios de difusión. Por último, se destaca la implementación de la metodología KDD para el análisis de los datos recopilados en el seguimiento a graduados de la Escuela de Matemáticas.

A continuación, se detallan cada una de las actividades realizadas en el desarrollo del seguimiento a graduados.

6.1. Integración y recopilación de los Datos

Para esta primera fase se realiza una revisión de literatura con el propósito de indagar en publicaciones los conceptos, características, metodologías y herramientas que ayuden al direccionamiento del desarrollo del presente proyecto, para ellos se hace uso las bases de datos suministradas por la biblioteca de la Universidad, de modo que se identifiquen los mejores lineamientos a aplicar al estudio considerando las necesidades de la Escuela de Matemáticas. Así mismo se especifica el tipo de estudio a utilizar, la población de estudio, el instrumento de medición, prueba piloto, técnicas de recolección y medios de difusión.

6.1.1. Población de estudio

La población de estudio corresponde a los graduados de los programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la Universidad Industrial de Santander, que hayan obtenido su título entre los periodos 2015 - I y 2020 - I; para facilitar su localización se tendrá en cuenta las bases de datos de los estudiantes suministradas por la Escuela de Matemáticas, la Facultad de Ciencias Básicas y demás áreas de la UIS con el objetivo de tener una consolidación de los graduados. Se resalta que la muestra será seleccionada mediante el muestreo por conveniencia, ya que, para este tipo de muestreo, la “representatividad” de los datos la determina el investigador de modo subjetivo. (Casal & Mateu. 2003). En la Tabla 2 se detallan los años de graduación y la cantidad de graduados correspondientes según el consolidado de las bases de datos realizado.

Tabla 2

Graduados entre los periodos 2015 - I y 2020 - I

Año de graduación	Número de graduados programa de Matemáticas	Número de graduados programa de Lic. en Matemáticas
2015	13	17
2016	7	25
2017	11	13
2018	13	20
2019	12	28
2020	22	22

Desde el año 2020 el Observatorio Laboral para la Educación Superior del Ministerio de Educación Nacional, hace público que se ha actualizado la "Encuesta de Seguimiento a Graduados", de esta manera indica que, para la realización de estudios de seguimiento, la

población objeto se ha de clasificar en diferentes momentos desde la fecha de su graduación, según esta información y los parámetros establecidos del estudio, la clasificación de la población se expone a continuación:

- Momento cero (M0): Correspondientes a los graduados en el periodo académico 2020 - 2019.
- Momento 1 y Momento 5 (M1 y M5): Correspondientes a los graduados en el periodo académico 2018 – 2015

6.1.2. Definición del tipo de estudio

El presente seguimiento a graduados corresponde a un estudio exploratorio y descriptivo, el primero según Hernandez-Sampieri (2014) consiste en estudios cuyo objetivo es examinar un tema o problema de investigación, poco estudiado o novedoso, que para este caso, hace referencia a la pertinencia y calidad de los programas de Lic. en Matemáticas y Matemática, bajo la mirada de los graduados entre los años 2015 y 2020; y el segundo, consiste en especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis como es el caso del perfilamiento de los graduados. Adicional a lo mencionado, el estudio comparte un diseño transversal, los cuales recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único y su objetivo es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

6.1.3. Instrumento de medición

En la construcción del instrumento de medición, es necesario definir el tipo de preguntas que estructuren el cuestionario según el enfoque del estudio, para el seguimiento a

graduados se presentan enfoques cualitativos y cuantitativos, a lo cual, preguntas abiertas y cerradas serían las más pertinentes dentro del cuestionario.

A continuación, se exponen los conceptos de preguntas abiertas y cerradas:

- **Preguntas abiertas**

Las preguntas abiertas son aquellas que no delimitan con anterioridad las opciones de respuesta, por lo que conlleva que el número de respuestas diferentes sea elevado; en teoría infinito y puede variar de población en población. Una de las mayores características de las preguntas abiertas, es que proporcionan información más amplia sobre la situación u objeto a investigar cuando no se tiene definidas posibles respuestas de las personas, lo cual permite una mayor profundización sobre una opinión o comportamiento.

- **Preguntas cerradas**

Las preguntas cerradas son aquellas que tienen opciones de respuesta delimitadas por el investigador, es decir los participantes al momento de contestar el cuestionario han de acotarse a ellas. Estas preguntas pueden ser diseñadas dicotómicas, con solo dos posibilidades de respuesta, o multicotómicas que incluyen varias opciones de respuesta.

Entre las preguntas cerradas se puede presentar escalas de medición con el fin de detectar una estimación del encuestado sobre un estándar de una variable. Existen cuatro tipos según Hernandez-Sampieri, escala nominal, donde hay dos o más categorías de respuestas y no existe un orden entre ellas, los números utilizados en este nivel de medición tienen una función puramente clasificatoria y no poseen propiedades cuantitativas. La escala ordinal en donde existe un orden mayor a menor entre las categorías u opciones de

respuestas, las etiquetas o símbolos usados representan jerarquía. La escala de intervalos, además del orden o la jerarquía entre categorías, se establecen intervalos iguales en la medición, y las distancias entre categorías son las mismas a lo largo de toda la escala, por lo que hay un intervalo constante, una unidad de medida. La escala de razón, además de tener todas las características de la escala de intervalos, existe un punto conocido como el cero absoluto, el cual implica que hay un punto en la escala donde está ausente o no existe la propiedad medida.

6.1.3.1. Montaje del instrumento.

El instrumento de recolección fue diseñado basándose en la encuesta del Observatorio Laboral para la Educación (OLE), el Manual de Red Graduados y en los cuestionarios utilizados en los estudios de seguimiento de la UIS. El formulario está compuesto por preguntas cerradas, donde el graduado sólo puede responder dentro de los parámetros que se indique, y preguntas abiertas, donde se da la opción de responder con sus propias palabras. Teniendo en cuenta lo anterior y las necesidades de la Escuela se determinaron las siguientes secciones a evaluar:

Parte A. Información Personal y Familiar: Datos personales como, nombres, apellidos, edad, país, departamento y ciudad de residencia, año de graduación, usuario de LinkedIn y ResearchGate, sexo y otros datos como, estado civil actual, si posterior a su graduación ha estado en el exterior del país y donde.

Actualización de Información: Se le solicita al graduado que registre su correo y celular, en caso de que hubiese cambiado o posea otro.

Parte B. Datos Socioeconómicos y Demográficos: El país, departamento y municipio al momento en que se graduó tanto del colegio, como posteriormente de la universidad; sí tiene personas que dependen económicamente de él y el estrato socioeconómico de la vivienda donde reside.

Parte C. Información Académica y Financiera: En esta sección según sea el momento al que pertenezca el graduado, M0 o M1 y M5, el encuestado encuentra preguntas referentes a, los criterios para seleccionar la carrera que cursó, fuente de recursos y métodos de financiación para asumir los costos de su estudio, planes a mediano plazo, sí participó de alguna actividad u oportunidad ofrecida por la Universidad, eventos en la UIS a los que asistió como graduado, sí recibió algún reconocimiento académico por parte de la Universidad, estudios posteriores a la finalización del programa universitario. Además, se incluyeron preguntas referentes a los programas de posgrado y extensión de la Escuela de Matemáticas.

Parte D. Competencias: En esta sección se le pregunta al graduado si la UIS contribuyó favorablemente al desarrollo de sus competencias en diferentes áreas, tales como: Estudios y nivel en otros idiomas, satisfacción recibida con las competencias contempladas por el Proyecto Educativo del Programa (PEP) y sí ha desarrollado alguna nueva competencia válida de compartir para el estudio.

Parte E. Situación Laboral: Esta sección comparte el primer grupo de preguntas que refieren a la actividad en que ocupa la mayor parte del tiempo; de ello se despliegan múltiples posibles caminos que se generan según las respuestas que ofrezca el graduado, las preguntas que más aparecen sin importar las respuestas son; sí tiene alguna actividad

remunerada, y, sus deseos y opiniones sobre iniciar un negocio; en caso de pertenecer a una empresa, el nivel jerárquico al que pertenece, campo en que se desempeña, técnicas, temas o metodologías empleadas durante el desarrollo de sus funciones, reconocimientos laborales, entre otros; además, preguntas sobre su primer y/o actual empleo, el método en que lo consiguió, vinculación, tipo de contrato, que tanta relación hay entre sus labores y la carrera que estudió, salarios, vínculos entre la empresa y la UIS, satisfacción con su trabajo y proyección en su ámbito laboral.

Parte F. Nivel de Identidad con la UIS: En esta sección se busca conocer el vínculo generado entre la Universidad y el graduado con preguntas como, el nivel en que calificaría su sentido de pertenencia con la UIS, cómo evalúa sus posibilidades laborales como graduado de la Escuela de Matemáticas, si le gustaría volver a cursar estudios en la institución y el nivel de estudios, razón por la que le gustaría y por la que no le gustaría volver, si recomienda su programa académico, ventajas de ser un graduado de la UIS de los programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas respectivamente, y finalmente, qué aspectos considera debe mejorar su programa.

Parte G. Satisfacción con los Recursos Ofrecidos por la UIS: Esta sección aparece únicamente en la encuesta de los graduados del momento cero (M0), ya que son preguntas más relacionadas con recursos que actualmente son ofrecidos en la Universidad. Por ejemplo, se le pregunta al graduado si considera que existe un balance entre las actividades académicas y extracurriculares en la UIS, su satisfacción con el personal docente, el apoyo a los estudiantes, la gestión administrativa de la Universidad, recursos físicos de la UIS, como: Salones de clase, aulas informáticas, espacios de práctica deportiva, biblioteca, entre otros.

Es importante recordar que, las preguntas abiertas en la encuesta fueron realizadas con la finalidad de realizar minería de texto.

6.1.3.2. Prueba piloto.

Considerando que el cuestionario se realiza para contribuir a la toma de decisiones en la Escuela de Matemática, una vez construido el formulario se realiza una prueba piloto, con el objetivo de validar la idoneidad, redacción, coherencia, ortografía e inconvenientes que puedan presentar los encuestados durante su contestación. Para ello se utilizó la herramienta LimeSurvey, siendo esta una aplicación de software desde la cual se realizan encuestas.

Para la prueba piloto la Escuela facilitó la base de datos de los profesores de ambos programas, a quienes se les enviaron correos de invitación y de recordatorio (Ver apéndice A) la primera y segunda semana, la encuesta estuvo habilitada desde el 12 hasta el 22 de octubre del 2021.

Con el objetivo de evaluar la prueba se añadió una sección final, cuyo propósito era reunir las observaciones realizadas por los docentes, entre ellas, las siguientes:

- Muy oportuna y espero que sea un instrumento para la mejora del programa de formación.
- “Si bien la encuesta está orientada a egresados de la escuela de matemáticas, considero que hay poca información relativa al campo específico de la educación, a donde, se supone, está orientada la Licenciatura en Matemáticas.”

- “Debe describir un poco mejor la competencia, así podremos saber con mejor precisión qué nivel de la competencia ha sido alcanzado por los estudiantes, es decir, es posible que un estudiante trabaje en equipo, pero no tenga habilidades para ser líder del equipo, entonces considero conveniente reformular las preguntas sobre las competencias con una descripción más amplia de cada competencia para así saber que falencias tienen nuestros egresados y poder trabajar más en ayudarlos a potenciar las competencias y alcanzar los más altos niveles.”

Adicional a los comentarios de los docentes, se hicieron algunos ajustes como retirar la opción de respuestas “No Sabe / No responde” de la matriz del PEP. Todas estas observaciones se tuvieron en cuenta para las respectivas correcciones y consolidación de las versiones finales del instrumento (Ver apéndice B, C, D, E), para su posterior difusión.

Para la encuesta de empleadores (Ver apéndice F) se realiza la prueba piloto mediante una videoconferencia con Yuli Sierra, quien es la persona a cargo de la acreditación de la Escuela de Matemáticas; de la reunión se realizaron ajustes de ortografía y redacción que mejoraron la comprensión y formalidad del instrumento (Ver apéndice F).

6.1.4. Técnicas para la recolección de la información

Uno de los aspectos más importantes a decidir para el desarrollo de este tipo de proyectos, es la selección del método de recolección, para el presente estudio se utilizaron encuestas por internet; la cual presenta ventajas en la flexibilidad en el tiempo y lugar de respuesta del encuestado, evita la influencia del entrevistador, es un método rápido para recolectar información y permite la personalización del cuestionario.

En lo referente a encuestas por internet se mencionan dos tipos (Esteban Talaya & Molina Collado, 2014): La encuesta activa, es aquella que consiste en el envío del cuestionario en el cuerpo del correo electrónico o adjuntando un enlace que dirige a la página web para diligenciar el documento; y la encuesta pasiva, implica generar un espacio en una página web en donde se publica el cuestionario.

Para el desarrollo, propagación y recolección de la encuesta se utilizó la herramienta LimeSurvey, un software de open source para realizar cuestionarios online, que se adapta a cualquier tipo de encuestas; la plataforma cuenta con plantillas integradas para diferentes fines, 28 tipos de preguntas, lógica de saltos y preguntas en función de respuestas dadas (*Encuestas profesionales con LimeSurvey*, s/f). Del mismo modo se destaca que, la herramienta permite hacer las encuestas de forma pública o con invitación, recibir respuestas anónimas, delimitar el tiempo de respuesta, IP, versión imprimible del cuestionario, y entre otras, exportar las respuestas en diferentes formatos, tales como un documento Excel.

6.1.4.1. Medios de difusión.

En diálogos con el decano José David Sanabria de la Facultad de Ciencias Básicas, se concertó crear el correo institucional (*ciencias.graduados@uis.edu.co*), correo que se utilizó en paralelo durante el desarrollo de otros proyectos de estudio de seguimiento a graduados; a su vez, la Facultad facilitó la herramienta LimeSurvey, siendo esta una aplicación de software desde la cual se realizan encuestas. Es importante mencionar, que una de las estrategias para incentivar la participación de los graduados, fue un bono por valor de \$150.000 COP para intercambiar por mercancía de La Tienda Universitaria en la

UIS, el cual nuevamente fue facilitado por la Facultad de Ciencias para uno de los graduados que participara de la encuesta.

Graduados: Se procedió a cargar la base de datos de los graduados en la herramienta, desde la cual se enviaron correos de invitación y de recordatorio (Ver apéndice A), los recordatorios fueron enviados con una frecuencia semanal, repartidos entre lunes, miércoles y viernes; el envío de recordatorios fue suspendido durante la temporada de fiestas decembrinas. Además, se realizaron publicaciones en la página de Facebook “Facultad de Ciencias – UIS” (Ver apéndice G) y en la página de Instagram “@fcienciasuis” (Ver apéndice G). De igual modo, por parte de los autores del proyecto se desarrolló una campaña publicitaria para medios digitales (Ver apéndice H), sin embargo, esta no se utilizó, pues al momento del desarrollo del proyecto, no se observaron páginas de la Escuela de Matemáticas con un flujo significativo de participación por parte de los estudiantes; además de observar los buenos resultados que estaba generando el envío frecuente de recordatorios.

La encuesta permaneció activa desde el 13 de noviembre del 2021 hasta el 31 de enero del 2022, periodo durante el cual se registraron las siguientes respuestas:

Tabla 3

Respuestas recolectadas

Programa	Momento	Año de graduación	Participación completa	Participación parcial
Matemáticas	Cero (M0)	2019-2020	15	21
Matemáticas	Uno y Cinco (M1 – M5)	2015-2018	20	25

Lic. en Matemáticas	Cero (M0)	2019-2020	24	22
Lic. en Matemáticas	Uno y Cinco (M1 – M5)	2015-2018	29	22
Total			88	90

Es importante mencionar, que previo a la apertura de la encuesta, se hizo un envío masivo de correos por parte de la Facultad para dar a conocer su apoyo con el desarrollo del proyecto de seguimiento.

Empleadores: El primer paso para conformar la base de datos de los empleadores, fue la mención de algunos de ellos por parte de Yuli Sierra, quien es la persona a cargo de la acreditación de la Escuela de Matemáticas. Posteriormente, se realizó una búsqueda por internet de la información de contacto de instituciones de educación inicial, preescolar, básica (primaria cinco grados y secundaria cuatro grados), media (dos grados y culmina con el título de bachiller) y superior. Al igual que con el listado de los graduados, se procedió a cargar la base de datos en LimeSurvey, desde la cual se enviaron correos de invitación y de recordatorio (Ver apéndice A), siguiendo la misma operación que en el ejercicio de los graduados.

La encuesta permaneció activa desde el 22 de diciembre del 2021 hasta el 16 de febrero del 2022, periodo durante el cual se registraron 4 respuestas.

6.2. Selección, preprocesamiento, limpieza y transformación de los datos

Para esta primera fase se realiza una revisión de literatura con el propósito de indagar en publicaciones los conceptos, características, metodologías y herramientas que ayuden al direccionamiento del desarrollo del presente proyecto, para ellos se hace uso las bases de datos suministradas por la biblioteca de la Universidad, de modo que se identifiquen los

mejores lineamientos a aplicar al estudio considerando las necesidades de la Escuela de Matemáticas. Así mismo se especifica el tipo de estudio a utilizar, la población de estudio, el instrumento de medición, prueba piloto, técnicas de recolección y medios de difusión.

En el proceso de recolección de la información se encontraron datos atípicos y algunos que estaban incompletos, la identificación de estos y su debida preparación es muy importante para el proceso de extracción del conocimiento; dado que apoya en la disminución de registros que no son relevantes e inconsistentes para el estudio, en esta fase se busca entregar los datos de una manera más adecuada para la aplicación del siguiente paso, minería de datos.

Como se ha mencionado, el uso de datos relevantes en la aplicación de técnicas de minería es vital para que el estudio concluya resultados coherentes y consistentes, para eso además de la eliminación de registros erróneos, en la fase de preparación, también se puede observar, el uso de la construcción de atributos a partir de datos que no son totalmente adecuados para el estudio en su estado original. Otra tarea que facilita el uso de técnicas de minería, es la modificación, así algunos atributos podrán ser “numerizados” para reducir el espacio y poder usar técnicas numéricas. (Hasperué, 2014).

Por tanto, luego de terminada la recolección de datos, se procede a descargar los resultados del instrumento de recolección, excluyendo las respuestas incompletas. Para la limpieza se crearon libros de Excel y se prepararon de tal manera que fueran apropiados para el análisis en los programas utilizados, SPSS y Power Bi.

Además, se extrajo información de las redes sociales LinkedIn y Researchgate, utilizados para complementar la caracterización de los graduados que se presenta a continuación. Esto se hizo para cada programa y momento.

6.3. Análisis de datos e interpretación de los resultados

El análisis de datos e interpretación de los resultados es quizás uno de los pasos más importantes en la extracción del conocimiento, junto a la aplicación de métodos tanto univariados como multivariados, el análisis de datos permite elaborar información que ayude a tratar el problema de investigación. Para Malhotra (2008) la elección de la estrategia de análisis debe iniciar con una consideración de los primeros pasos del proceso: definición del problema, desarrollo del enfoque y diseño de la investigación, al tener una visión global del estudio y las características de los datos recolectados, se permitiría desarrollar una estrategia de análisis de datos que se adecue a las necesidades del estudio, por otro lado, también es importante conocer las técnicas y métodos estadísticos, cuya clasificación se divide entre univariadas y multivariadas. Las técnicas univariadas son adecuadas cuando en los datos analizados se encuentra una única medición de la muestra, o para analizar los datos cuando hay una sola medición de cada elemento de la muestra, o cuando hay más de una medición por elemento, pero cada variable se analiza por separado.

Las técnicas multivariadas son apropiadas cuando hay dos o más mediciones por elemento y las variables se analizan al mismo tiempo, estas técnicas difieren de las univariadas al tener un interés particular en las relaciones entre dos o más fenómenos, algunos ejemplos como los modelos de regresión, el análisis factorial, el análisis de componentes son útiles en el KDD. De hecho, los análisis estadísticos exploratorios que se

centran en la generación o exploración de hipótesis en lugar de su comprobación, son un tipo de KDD.

6.3.1. Aplicación de técnicas univariadas

Para el análisis descriptivo de los momentos y programas, se empleó la herramienta Power Bi, pues permite la representación de los datos mediante la creación de objetos visuales dentro de paneles. Además, posee la funcionalidad de segmentar los paneles según las variables que se desee observar, lo cual permite hacer cruces de variables de manera interactiva.

En el apéndice I se muestran las gráficas de cada programa y momento, en el se presenta una comparación entre visualizaciones significativas de las respuestas de los graduados según su momento y programa.

6.3.1.1. Licenciatura en Matemáticas.

La población de licenciados en Matemáticas que participó del estudio fue de 53 graduados entre los periodos 2015 - 2021, cuyos resultados fueron los siguientes.

6.3.1.1.1. Información personal y familiar.

La distribución por sexo arrojó que la población está constituida principalmente por personas de sexo masculino con 56,6% y femenino de 43,4%, el estado civil que más resalta es soltero(a) con 83,02%, seguido de casado(a) con 11,32% y unión libre con 5,66%. Los graduados residen principalmente en Colombia (98,11%), a excepción de un dato registrado en Mayagüez, Puerto Rico, estado libre de Estados Unidos; el departamento con

mayor participación es Santander (84,91%), seguido por Cesar con 5,66%; finalmente el municipio con mayor registro fue Bucaramanga con 45,28%, seguido por Floridablanca con 13,21%. Por último, se preguntó a los graduados los países que han visitado posterior a su graduación, dando como resultado Estados Unidos y México como los destinos más concurridos.

6.3.1.1.2. Datos socioeconómicos y demográficos.

La población de licenciados en Matemáticas según los momentos es de 24 (45,28%), para el momento 0 (M0), y 29 (54,72%), para momento 1 y 5 (M1 – M5); los años de graduación son 2015 – 2018 para M1 – M5 y 2019 – 2021 para M0.

El estudio muestra que para el M0 los graduados en su mayoría (62,5%) no tienen personas que dependan económicamente de ellos y su estrato socioeconómico se distribuye principalmente en dos, tres y uno, cuyos resultados son 37,5%, 29,17% y 25% respectivamente, además se muestra un (1) registro en estrato cuatro (4,17%) y uno (1) en estrato seis (4,17%). Por otra parte, para los graduados en M1 – M5 en su mayoría (62,07%) si tiene personas que dependan económicamente de ellos y su estrato se distribuye principalmente en dos y tres, con 34,48% y 31,03% respectivamente, además se muestra cinco (5) registros en estrato cuatro (17,24%) y cinco (5) en estrato uno (17,24%). En cuanto al origen de los graduados, es decir el lugar en donde se graduaron del colegio, se observa que ambos momentos provienen mayormente de Santander (88,68%), Bucaramanga (43,40%); y al momento de su graduación en la universidad, la mayoría estaban presentes en Bucaramanga y sus municipios aledaños.

6.3.1.1.3. Información académica y financiación.

A los graduados en M0 se les preguntó por los criterios que tuvieron en cuenta al momento de seleccionar el programa, fuente de recursos y entidades utilizadas para financiar sus estudios; la investigación arrojó los siguientes resultados. Los criterios para la selección de su carrera fueron por vocación (56,17%) y relación con sus habilidades y destrezas (45,83%), las fuentes de recursos principalmente fueron sus padres/acudientes (54,17%), becas/subsidio (20,83%) y recursos propios (20,83%), y entorno a las entidades financieras, fueron ICETEX (44,44%) y gobierno nacional o departamental (44,44%).

Por otra parte, a los graduados en M1 – M5 se les preguntó por actividades de formación, la institución y el área de estudio; la investigación arrojó los siguientes resultados. Las principales actividades de formación fueron maestría (75,86%), seminarios/cursos (41,38%) y diplomados (31,03%), mayormente realizados en la UIS, y las principales áreas de estudio fueron Educación Matemática (16%), Educación general (8%) y Matemáticas (8%).

En torno a la pregunta, planes a mediano plazo, se observa que ambos momentos desean estudiar un posgrado en Colombia, seguido de trabajar en Colombia y estudiar un posgrado fuera de Colombia (35,42%, 27,08% y 20,83%); además se observa que el resto de la distribución corresponde a que ambos desean trabajar fuera de Colombia con 9,38% y que en M1 – M5 los graduados tienen planes de crear una empresa (7,29%).

Se resalta igualmente que los graduados, posterior a su graduación, han participado de los siguientes eventos organizados en la UIS: Simposios (58,49%), Seminarios (54,72%), Conferencias (54,72%) y Congresos (47,17%).

A su vez se destaca que, en lo referente a los programas de posgrado y extensión, los graduados conocen los programas ofrecidos por la escuela (83,02%); sin embargo, no muestran gran interés por ellos, exceptuando para M0 el Diplomado en el uso de material didáctico para la enseñanza de las Matemáticas (62,5%).

6.3.1.1.4. Competencias.

Los graduados en M0 demuestran que la UIS influyó en sus competencias en idiomas extranjeros (83,33%). Según la investigación los graduados de Licenciatura en Matemáticas manejan principalmente el idioma inglés (84,91%) y portugués (15,09%) mostrando predominancia en el nivel de dominio medio en todos los planos de evaluación (Oral, escrito, escucha y lectura), sin embargo, se presenta un alto número de graduados que presentan nivel bajo en los planos de evaluación.

En cuanto a la satisfacción con la formación recibida, se le preguntó a los graduados por su nivel de satisfacción respecto al desarrollo de las competencias contempladas en el Proyecto Educativo del Programa (PEP), dando como resultado que casi toda la población está satisfecha o muy satisfecha con las competencias propuestas por el PEP; exceptuando la competencia “Dada su formación en una segunda lengua, investiga y aplica temas propios de su profesión, desde un marco de referencia internacional y multicultural” estando el 35,89% satisfecho y el 32,07% insatisfecho.

6.3.1.1.5. Situación laboral.

El estudio muestra que los graduados ocupan la mayor parte de su tiempo trabajando (69,81%), buscando trabajo (15,09%) o estudiando (13,21%); se resalta que hay un (1)

graduado de M0 que posee otra actividad remunerada. El nivel jerárquico que mayor participación tiene es el operativo (docentes) con 89,47%, seguido del nivel de mandos medios (coordinadores) con 10,53%; los campos de acción están compuestos principalmente por enseñanza (86,36%), investigación (6,82%), asesoría y consultoría (4,55%) y finalmente editor de textos o recursos didácticos (2,27%); la actividad económica de los graduados se distribuye de la siguiente manera, empleado de empresa particular (55,26%), empleado de gobierno (36,84%), trabajador independiente (7,89%). Además, en la percepción sobre iniciar un negocio, a quienes se les preguntó el 71,43% respondió de forma afirmativa, y del 40% con intención de iniciar un negocio, el 40% no tendría relación con el estudio cursado.

En lo referente a los ingresos salariales de los graduados, se observa que, para empleados de empresa particular (55,26%) y empleados del gobierno (36,84%), en M0 es principalmente de entre 1 SMMLV y menos de 2 SMMLV (78,57%), seguido por entre 2 SMMLV y menos de 3 SMMLV (21,43%); para M1 – M5 es principalmente entre 2 SMMLV y menos de 3 SMMLV (61,9%), seguido por entre 1 SMMLV y menos de 2 SMMLV (14,29%) y entre 4 SMMLV y menos de 5 SMMLV (14,29%), finalmente se tiene registro del 9,52% con ingresos de entre 3 SMMLV y menos de 4 SMMLV. Y para trabajadores independientes (7,89%) la totalidad (100%) en M0 es menos de 1 SMMLV y en M1 – M5 la totalidad (100%) recibe entre 1 SMMLV y menos de 2 SMMLV.

En cuanto a la pregunta “¿hasta qué punto su actual situación laboral coincide con las expectativas que tenía cuando empezó sus estudios?” los graduados en M1 – M5 respondieron que principalmente es igual a los que se esperaba (57,14%), seguido de mejor de lo que se esperaba (33,33%), luego peor de lo que se esperaba (4,76%) y no tenía

ninguna expectativa (4,76%). El estudio también arrojó que los graduados con respecto a su trabajo están satisfechos un 52,78%, muy satisfechos 22,22%, insatisfechos 8,33% y muy insatisfechos 16,67%; sin embargo, el 91,67% considera que teniendo en cuenta sus competencias, debería estar ganando mejores ingresos.

6.3.1.1.6. Nivel de identidad con la UIS.

El estudio demuestra que los graduados poseen un alto (89.58%) grado de sentido de pertenencia con la UIS, seguido de medio con un 10,42%, a la pregunta “¿cómo evalúa sus posibilidades laborales derivadas de su condición de graduado de la UIS?” los graduados de M1 – M5 mostraron que son principalmente buenas con el 79,17%, seguido de moderadas con 16,67% y pocas con 4,17%. Cabe resaltar que a la pregunta “¿Recomendaría su programa en la UIS?” los graduados respondieron favorablemente un 95,83% y desfavorable con 4,17%.

6.3.1.1.7. Satisfacción con los recursos ofrecidos por la UIS.

Esta sección se realizó únicamente a los graduados en M0, arrojando los siguientes resultados; se demuestra que en la UIS existe un balance entre las actividades extracurriculares y académicas con un 83,33% de respuestas afirmativas y un 16,67% negativas. En torno al nivel de satisfacción con el personal docente, apoyo a estudiantes y los recursos ofrecidos por la UIS las respuestas arrojaron que es mayormente satisfecho o muy satisfecho. Sin embargo, frente a la percepción del apoyo a estudiantes en la gestión para identificar oportunidades de empleo es principalmente insatisfecho (41,67%), seguido de satisfecho (41,67%) y muy insatisfecho (12,5%); en la posibilidad de intercambios las respuestas se organizaron satisfecho un 50%, insatisfecho 37,5% y muy satisfecho 12,5%.

Por otra parte, en torno a la gestión administrativa de la UIS, los resultados arrojaron que para agilidad en los trámites administrativos: Satisfecho 70,83%, insatisfecho 20,83% y muy satisfecho 8,33%. Atención del personal administrativo: Satisfecho 75%, insatisfecho 20,83% y muy satisfecho 4,17%.

6.3.1.2. Matemáticas.

La población de Matemáticos que participó del estudio fue de 35 graduados entre los periodos 2015 - 2021, cuyos resultados fueron los siguientes.

6.3.1.2.1. Información personal y familiar.

La distribución por sexo arrojó que la población está constituida principalmente por personas de sexo masculino con 65,71% y femenino de 34,29%, el estado civil que más resalta es soltero(a) con 91,43% seguido de unión libre con 5,71% y casado(a) con 2,86%. Los graduados residen principalmente en Colombia (88,57%), a excepción de cuatro (4) datos registrado en Chile (2,86%), Brasil (2,86%), Reino Unido (2,86%) y Noruega (2,86%); el departamento con mayor participación es Santander (74,29%), seguido por Cundinamarca con 5,71%; finalmente el municipio con mayor registro fue Bucaramanga con 45,71%, seguido por San Gil y Girón con 8,57% cada uno. Por último, se preguntó a los graduados los países que han visitado posterior a su graduación, dando como resultado Brasil y Australia como los destinos más concurridos.

6.3.1.2.2. Datos socioeconómicos y demográficos.

La población de Matemáticos según los momentos es de 15 (42,86%), para el momento 0 (M0), y 20 (57,14%), para momento 1 y 5 (M1 – M5); los años de graduación son 2015 – 2018 para M1 – M5 y 2019 – 2021 para M0.

El estudio muestra que para el M0 el estrato socioeconómico se distribuye principalmente en tres, uno y cuatro, cuyos resultados son 46,67%, 20% y 13,33% respectivamente, además se muestra un (1) registro en estrato cinco, dos y seis por cada uno (6,67%). Por otra parte, para los graduados en M1 – M5 su estrato se distribuye principalmente en dos, tres y cuatro, con 40%, 30% y 20% respectivamente, además se muestra un (1) registro en estrato uno y cinco por cada uno (5%). Además, se resalta que los graduados en su mayoría (77,14%) no tienen personas que dependan económicamente de ellos, y en cuanto al origen de los graduados, es decir el lugar en donde se graduaron del colegio, se observa que ambos momentos provienen mayormente de Santander (82,86%), Bucaramanga (42,86%); y al momento de su graduación en la universidad, la mayoría estaban presentes en Bucaramanga y sus municipios aledaños.

6.3.1.2.3. Información académica y financiación.

A los graduados en M0 se les preguntó por los criterios que tuvieron en cuenta al momento de seleccionar el programa, fuente de recursos y entidades utilizadas para financiar sus estudios; la investigación arrojó los siguientes resultados. Los criterios para la selección de su carrera fueron en relación con sus habilidades y destrezas (53,33%), por vocación (20%), ninguna en particular (20%) y los amigos (6,67%); las fuentes de recursos principalmente fueron sus padres/acudientes (86,67%), becas/subsidio (6,67%) y recursos

propios (6,67%), entorno a las entidades financieras, fueron gobierno nacional o departamental (50%) y entidad financiera tipo bancos (50%).

Por otra parte, a los graduados en M1 – M5 se les preguntó por actividades de formación, la institución y el área de estudio; la investigación arrojó los siguientes resultados. Las principales actividades de formación fueron maestría (75%), seminarios/cursos (50%), diplomados (25%) y doctorados (40%), mayormente realizados en la UIS, y la principal área de estudio fue Matemáticas (20%).

En torno a la pregunta, planes a mediano plazo, se observa que el M0 desea estudiar un posgrado fuera de Colombia, seguido de estudiar un posgrado en Colombia y trabajar en Colombia (42,11%, 36,84% y 15,79%), y para M1 – M5 desean trabajar fuera de Colombia, seguido de estudiar un posgrado fuera de Colombia, trabajar en Colombia, estudiar un posgrado en Colombia y crear una empresa (29,55%, 22,73%, 20,45%, 18,18% y 6,82%).

Se resalta igualmente que los graduados, posterior a su graduación, han participado de los siguientes eventos organizados en la UIS: Seminarios (71,43%), Simposios (68,57%), Congresos (45,71%), Conferencias (42,86%) y se resalta una (1) entrada como líder del equipo de olimpiadas de Matemáticas en la CIIM 2021 (2,86%).

A su vez se destaca que, en lo referente a los programas de posgrado y extensión, los graduados conocen los programas ofrecidos por la escuela (80%); sin embargo, no muestran gran interés por ellos, exceptuando para M0 la maestría en Matemáticas (73,33%).

6.3.1.2.4. Competencias.

Los graduados en M0 demuestran que la UIS influyó en sus competencias en idiomas extranjeros (80%). Según la investigación los graduados de Matemáticas manejan principalmente el idioma inglés (94,29%), portugués (28,57%) e italiano (8,57%).

En cuanto a la satisfacción con la formación recibida, se le preguntó a los graduados por su nivel de satisfacción respecto al desarrollo de las competencias contempladas en el Proyecto Educativo del Programa (PEP), dando como resultado que casi toda la población está satisfecha o muy satisfecha con las competencias propuestas por el PEP; exceptuando las competencias “Considera la interrelación ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente en el desarrollo de proyectos de grado o posgrado en el área de las Matemáticas” estando el 54,29% satisfecho y el 20% insatisfecho, y “Participa en proyectos multidisciplinares de investigación básica o aplicada, enfocados en los problemas prácticos que demanda la sociedad.” estando el 37,14% satisfecho y el 31,43% insatisfecho.

6.3.1.2.5. Situación laboral.

El estudio muestra que los graduados ocupan la mayor parte de su tiempo trabajando (42,86%), estudiando (40%), buscando trabajo (11,43%) o en otra actividad (5,71%); se resalta que hay un 14,29% de poseen otra actividad remunerada. El nivel jerárquico que mayor participación tiene es el operativo (docentes) con 85%, seguido del nivel administrativo (consejo académico) con 10% y nivel de mandos medios (coordinadores) con 5%; los campos de acción están compuestos principalmente por enseñanza (62,96%), investigación (18,52%), asesoría y consultoría (7,41%) y finalmente, editor de textos o recursos didácticos (2,27%), investigación y desarrollo (I+D, Sector empresarial) (3,7%) y

Otro (3,7%); la actividad económica de los graduados se distribuye de la siguiente manera, empleado de empresa particular (60%), trabajador independiente (30%), empleado de gobierno (10%). Además, en la percepción sobre iniciar un negocio, a quienes se les preguntó el 9,09% respondió de forma afirmativa, y del 9,09% con intención de iniciar un negocio, el 100% no tendría relación con el estudio cursado.

En lo referente a los ingresos salariales de los graduados, se observa que, para empleados de empresa particular (60%) y empleados del gobierno (10%), en M0 es entre 1 SMMLV y menos de 2 SMMLV (33,33%), entre 2 SMMLV y menos de 3 SMMLV (33,33%) y 3 SMMLV o más (33,33%); para M1 – M5 es principalmente entre 1 SMMLV y menos de 2 SMMLV (45,45%), seguido por entre 2 SMMLV y menos de 3 SMMLV (27,27%), y, menos de 1 SMMLV (9,09%), entre 3 SMMLV y menos de 4 SMMLV (9,09%) y 5 SMMLV o más (9,09%). Para trabajadores independientes (30%) en M0 es menos de 1 SMMLV (100%) y en M1 – M5 entre 2 SMMLV y menos de 3 SMMLV (66,67%) y entre 1 SMMLV y menos de 2 SMMLV (33,33%).

En cuanto a la pregunta “¿hasta qué punto su actual situación laboral coincide con las expectativas que tenía cuando empezó sus estudios?” los graduados en M1 – M5 respondieron que principalmente es igual a los que se esperaba (36,36%), igualando a, peor de lo que se esperaba (36,36%), seguido de, no tenía ninguna expectativa (18,18%) y finalmente, mejor de lo que esperaba (9,09%). El estudio también arrojó que los graduados con respecto a su trabajo están satisfechos un 52,94%, insatisfechos 23,53%, muy satisfechos 17,65% y muy insatisfechos 5,88%; sin embargo, el 76,47% considera que teniendo en cuenta sus competencias, debería estar ganando mejores ingresos.

6.3.1.2.6. Nivel de identidad con la UIS.

El estudio demuestra que los graduados poseen un alto (70%) grado de sentido de pertenencia con la UIS, seguido de medio con un 30%, a la pregunta “¿cómo evalúa sus posibilidades laborales derivadas de su condición de graduado de la UIS?” los graduados de M1 – M5 mostraron que son principalmente buenas con 53,33%, seguido de moderadas con 40% y pocas con 6,67%. Cabe resaltar que a la pregunta “¿Recomendaría su programa en la UIS?” los graduados respondieron favorablemente un 96,67% y desfavorable con 3,33%.

6.3.1.2.7. Satisfacción con los recursos ofrecidos por la UIS.

Esta sección se realizó únicamente a los graduados en M0, arrojando los siguientes resultados; se demuestra que en la UIS existe un balance entre las actividades extracurriculares y académicas con un 66,67% de respuestas afirmativas y un 33,33% negativas. En torno al nivel de satisfacción con el personal docente, apoyo a estudiantes y los recursos físicos ofrecidos por la UIS las respuestas arrojaron que es mayormente satisfecho. Sin embargo, frente a la percepción del personal docente en: los procesos de aprendizaje arrojaron, satisfecho (66,67%), muy insatisfecho (26,67%) y muy satisfecho (6,67); relaciones interpersonales mostró, insatisfecho (40%), satisfecho (33,33%), muy satisfecho (20%) y muy insatisfecho (6,67%); trabajo de campo/pruebas experimentales arrojó, satisfecho (46,67%), insatisfecho (33,33%) y muy insatisfecho (20%). Frente a percepción del apoyo a estudiantes en: apoyo a seminarios de actualización mostró, satisfecho (66,67%), insatisfecho (20%) y muy insatisfecho (13,33%); apoyo académico reveló, satisfecho (66,67%), insatisfecho (13,33%), muy insatisfecho (13,33%), muy

satisfecho (6,67%); asistencia médica/psicológica mostró, satisfecho (53,33%), insatisfecho (26,67%), muy insatisfecho (13,33%) y muy satisfecho (6,67%); gestión de prácticas empresariales arrojó, insatisfecho (40%), satisfecho (33,33%) y muy insatisfecho (26,67%); la gestión para identificar oportunidades de empleo mostró, insatisfecho (40%), satisfecho (33,33%) y muy insatisfecho (26,67%); posibilidad de intercambios arrojó, satisfecho (60%), insatisfecho (26,67%) y muy satisfecho (13,33%). Frente a la gestión administrativa de la UIS, los resultados arrojaron que, para agilidad en los trámites administrativos, satisfecho (60%), insatisfecho (13,33%), muy insatisfecho (13,33%) y muy satisfecho (13,33%); atención del personal administrativo, satisfecho (66,67%), insatisfecho (13,33%), muy satisfecho (13,33%) y muy insatisfecho (6,67%). Finalmente, frente a percepción de los recursos físicos de la UIS en: ayudas audiovisuales mostró, satisfecho (66,67%), muy insatisfecho (13,33%), muy satisfecho (13,33%) e insatisfecho (6,67%); espacio para estudiar arrojó, satisfecho (40%), muy insatisfecho (26,67%), insatisfecho (20%) y muy satisfecho (13,33%).

6.3.1.3. Información extraída de las redes profesionales.

El instrumento de recolección proporcionó 19 usuarios de LinkedIn (21,59%) y 16 de ResearchGate (18,18%) entre los programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas, contando M0 y M1 – M5. A continuación en las figuras 2, 3, 4 y 5 se muestra información relevante que complementa y confirma lo expuesto en el apartado anterior.

6.3.1.3.1. *Licenciatura en Matemáticas:*

En la figura 2 se muestran los actuales cargos de los graduados de Licenciatura en Matemáticas y las áreas de estudios realizados en maestrías y diplomados según la información expuesta en las redes profesionales.

Figura 2

Cargos, Maestrías y Diplomados; Licenciatura en Matemáticas



En la figura 3 se muestran las áreas de conocimiento e investigación exploradas por los graduados, además de las herramientas y aptitudes interpersonales desarrollados por los

profesionales de Licenciatura en Matemáticas según la información expuesta en las redes profesionales.

Figura 3

Áreas de Conocimiento, Investigación, Herramientas y Aptitudes Interpersonales; Licenciatura en Matemáticas.



6.3.1.3.2. Matemáticas:

En la figura 4 se muestran los actuales cargos de los graduados de Matemáticas y las áreas de estudios realizados en maestrías y diplomados según la información expuesta en las redes profesionales.

Figura 4

Cargos, Maestrías y Diplomados; Matemáticas.



En la figura 5 se muestran las áreas de conocimiento e investigación exploradas por los graduados, además de las herramientas y aptitudes interpersonales desarrollados por los profesionales de Matemáticas según la información expuesta en las redes profesionales.

Figura 5

Áreas de Conocimiento, Investigación, Herramientas y Aptitudes Interpersonales; Matemáticas.



6.3.1.4. Comparación estudio 2017 y proyecto actual.

En la Escuela de Matemáticas de la Universidad Industrial de Santander se realizó un estudio de seguimiento a graduados en el 2017, este fue llevado a cabo por Myriam Capataz y Yahaira Calderón, el estudio denominado “Estudio de Seguimiento a Egresados de la Escuela de Matemáticas al Programa de Licenciatura en Matemáticas y al Programa

Matemáticas de la Universidad Industrial de Santander” en el cual se analizó los periodos comprendidos entre 2008 - 2016 y de 1973 - 2016 en los programas de Matemática y Lic. en Matemática respectivamente. Para el presente proyecto, se procede a hacer una examinación de los puntos en común que tiene con el proyecto del 2017; posterior a la revisión se identifica que se puede comprar los resultados del actual proyecto con la sección “Selección, procesamiento y transformación de los datos. Programa de Licenciatura en Matemáticas” del proyecto de Myriam Capataz y Yahaira Calderón, en la cual tuvieron en cuenta únicamente a los graduados de Licenciatura en Matemáticas entre los años 2007 – 2016, por consiguiente, se procede a realizar estos ajustes a la herramienta desarrollada en Power Bi, de la cual se extrajeron los siguientes resultados.

Género: En el programa de Licenciatura en Matemáticas, según el proyecto del 2017, la población estaba constituida en un 55% por el género femenino; para el proyecto actual, el género que predomina es el masculino con 56,6% y el femenino constituye el 43,4%, es decir, que el género femenino tuvo una reducción en su participación general del 21.09% (-21,09%).

País de residencia: Para el proyecto de 2017, el país en el cual reside la mayoría de los licenciados es Colombia, dato que se mantiene aún vigente pues en la actualidad el 98,11% aún reside en Colombia.

Departamento de residencia: Para el momento del primer proyecto de seguimiento el departamento con mayor participación fue Santander, seguido por Cundinamarca, Cesar y Valle de Cauca. Para el momento actual, Santander (84,91%) sigue siendo el departamento con mayor participación, sin embargo, los departamentos que lo siguen son Cesar

departamento que repite (5,66%), Antioquia (1,89%), Norte de Santander (1,89%), Bolívar (1,89%) y Magdalena (1,89%).

Nivel de otro idioma: En el 2017 el dominio de otro idioma que predominaba en los Licenciados era el inglés y como segunda opción el portugués; el proyecto actual arrojó los mismo resultados, sin embargo, también se obtuvo resultados de alemán y francés.

Trayectoria académica: Con respecto a un posgrado realizado por los Licenciados, para el 2017, el 39% de la población no había realizado ninguno y solo el 4,6% de los graduados habían realizado un Doctorado. Para el actual proyecto el 24,14% no ha realizado ningún posgrado, representando una reducción del 38,10% (-38,10%); pero, para el momento de este proyecto ninguno de los encuestados había realizado un doctorado, sin embargo, el análisis si arrojó la intención de cursar un doctorado.

En el anterior proyecto una de las preguntas de la encuesta refería a, qué posgrado estaría interesado en cursar en la Escuela de Matemáticas, la Maestría en Educación Matemática (modalidad investigación) y Maestría en Educación Matemática (modalidad de profundización) obtuvieron mayor preferencia. Siendo esta una pregunta similar a la utilizada en el instrumento del actual proyecto, se puede hacer la siguiente observación, en torno a la generalidad del interés de los graduados por las especializaciones de la escuela, es negativa, es decir los porcentajes de desinterés son superiores; sin embargo, los porcentajes de interés de la Maestría en Educación Matemática (modalidad investigación) y Maestría en Educación Matemática (modalidad de profundización) siguen siendo los mayores con 37,74% y 22,64% respectivamente, le siguen Especialización en Estadística con 20,75% y Maestría en Matemática con 16,98%; es importante mencionar que en torno

a la oferta de los programas de extensión, la generalidad si muestra interés por el Diplomado en el uso de material didáctico para la enseñanza de la Matemática (54,72%).

Situación ocupacional: Al momento del proyecto de 2017 la mayoría de los licenciados obtenía su primer empleo antes de graduarse (53%), facilidad con la que hoy no cuentan los graduados, pues al momento del estudio, sólo el 21,05% de los graduados ya estaba trabajando al momento del grado, lo que supone una reducción del 60,28% (-60,28%).

El estudio del 2017 arrojó que el porcentaje de licenciados ejerciendo en empresas privadas iba en aumento, aunque las empresas públicas tenían un 48,4% de participación de toda la población, este porcentaje iba decayendo al pasar los años. Esta observación se repite en el actual proyecto, pues los graduados en el 2015 la totalidad son empleados del gobierno, del 2016 el 80% son empleados del gobierno, en 2017, 44,44% laboran para el gobierno, 44,44% laboran para empresa particular y el 11,11% es trabajador independiente, y ya para graduados en el 2018, el porcentaje que labora en empresa particular es el 50%, empleado del gobierno 25% e independiente 25%; este comportamiento continúa de la siguiente manera, 2019 (100%), 2020 (75%) y en el 2021, 75% son empleados de empresa particular y el 25% son trabajadores independientes. En la generalidad, el porcentaje de graduados, que son empleados del gobierno, es del 36,84%, lo que indica una reducción del 23,88% (-23,88%).

La observación anterior también se repitió para el tipo de contratación de los graduados, pues la participación del contrato a término indefinido se redujo. Los resultados que mostró el informe para los graduados, según su año de graduación, fueron los siguientes: 2015, 100% contrato a término indefinido; 2016, 20% contrato a término indefinido, 60%

contrato a término fijo, 20% contrato de prestación de servicios; 2017, 75% contrato a término fijo, 12,5% contrato de prestación de servicios, 12,5% provisional vacante definitiva; 2018, 66,67% contrato a término fijo, 33,33% contrato de prestación de servicios; 2019, 87,5% contrato a término fijo, 12,5% contrato a término indefinido; 2020, 50% contrato a término fijo, 25% contrato a término indefinido, 25% contrato prestación de servicios; 2021, 66,67% contrato a término fijo, 33,3% contrato prestación de servicios. De lo anterior y en relación con el proyecto del 2017, se evidencia que el contrato a término indefinido aún persiste como tipo de vinculación de los graduados, sin embargo, su participación es menor, pues al momento del desarrollo de este proyecto en generalidad el contrato a término indefinido es el 20%, contrato a término fijo 62,86%, contrato de prestación de servicios 14,29% y otro tipo de vinculación 2,86%.

6.3.2. Aplicación de técnicas multivariadas

Dentro del marco del análisis de datos, cuando se presentan datos que provienen del registro de varias variables en un único objeto de estudio, las técnicas multivariadas facilitan la interpretación, descripción y exploración de estos; ya que estas variables representan características del mismo objeto de estudio, y por tal motivo suelen estar correlacionadas, el análisis multivariable comprende estas relaciones de dependencia y correlación para profundizar, comparar, caracterizar estas variables, que para este caso, corresponde a las competencias de cada programa. Para facilitar la aplicación del análisis multivariable en el actual estudio, se hace uso del software SPSS Statistics, el cual genera variables o factores que describen de mejor forma la realidad de los datos extraídos (Sarkar, 2013).

6.3.2.1. Análisis factorial.

El análisis factorial es una de las técnicas multivariantes aplicadas al estudio de seguimiento, debido a que reduce y resume datos para identificar un pequeño número de factores, que explique la mayoría de la varianza observada en un número mayor de variables manifiestas. Así mismo, identificar variables subyacentes, o factores, que expliquen la configuración de las correlaciones dentro de un conjunto de variables observadas. (IBM, 2021).

El presente análisis se realiza bajo la metodología expuesta en el libro Investigación de Mercados (Malhotra, 2008); Para este análisis se definió como variables de estudio, las competencias que se exponen en los proyectos educativos de los programas (PEP) de Matemáticas y Lic. en Matemáticas, por otro lado, se determinó el tipo de análisis factorial por su procedimiento, para este caso, fue análisis por competencias principales y el método de rotación, el cual fue varimax, enfocando minimizar el número de variables con cargas altas en un factor, lo cual facilita la interpretación de los factores.

6.3.2.1.1. Análisis factorial de competencias.

Como parte del planteamiento inicial, se debe definir si el análisis factorial es un análisis pertinente según la naturaleza de los datos recolectados, seguidamente a su vez se determinó si existen correlaciones entre las variables planteadas.

Para cada uno de los programas de pregrado de la Escuela de Matemáticas, se estructuraron las siguientes competencias, ahora denominadas variables de estudio; cabe resaltar, que estas competencias estuvieron presentes para cada uno de los momentos, y

fueron presentadas en el instrumento de medición con una escala cualitativa de: Muy satisfecho, Satisfecho, Insatisfecho y Muy insatisfecho; a la cual, posteriormente se les asignó un valor cuantitativo de (4), (3), (2) y (1) respectivamente con el fin de aplicar la técnica multivariable. Como nota adicional, al existir similitud entre algunas competencias, se decidió eliminar aquellas competencias que se encontraban implícitas en otras.

A continuación, se detalla el análisis factorial para cada uno de los programas de pregrado de la Escuela de Matemáticas:

- **Análisis factorial programa Matemáticas**

Los siguientes elementos representan las variables usadas para el análisis factorial teniendo en cuenta las competencias descritas en el PEP del programa de matemáticas:

C1: Identifica problemas en situaciones reales o abstractas y propone soluciones factibles soportadas en métodos matemáticos.

C2: Considera la interrelación ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente en el desarrollo de proyectos de grado o posgrado en el área de las Matemáticas.

C3: Obtiene una comprensión adecuada de las materias básicas del Cálculo, Aritmética, Geometría y Estadística, y emplea las herramientas computacionales y competencias docentes de estas asignaturas.

C4: Posee capacidad para comprender y desenvolverse en contextos multiculturales.

C5: Participa en proyectos multidisciplinarios de investigación básica o aplicada, enfocados en los problemas prácticos que demanda la sociedad.

C6: Considera relevante su papel como ciudadano ético, teniendo en cuenta un elevado sentido de su responsabilidad política y social; además del compromiso inherente al desarrollo económico y ambiental del país.

C7: Argumenta lógicamente en la toma de decisiones de forma verbal y escrita con propiedad, claridad, coherencia y corrección.

C8: Asume una posición crítica frente a las ideas y teorías, tanto en la investigación como en las perspectivas del desarrollo sostenible.

C9: Se actualiza permanentemente para mejorar su desempeño personal, académico y social.

C10: Asume procesos de liderazgo participando o apoyando proyectos claros, precisos y coherentes.

- **Momento 0**

Los resultados arrojados al realizar la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett para las 10 competencias del programa de Matemáticas en el momento 0, se pueden evidenciar en la Tabla 4:

Tabla 4

Prueba de KMO y Bartlett Matemáticas M0

KMO y prueba de Bartlett	
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.	0.677

Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	115.864
	gl	45
	Sig.	0

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

Como se puede observar la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) indicó un valor estadístico de (0,677), lo cual denota que es un valor alto al ser superior de 0,5, regla teórica para determinar si la técnica de análisis factorial es adecuado para el estudio. La prueba de esfericidad de Bartlett rechaza la hipótesis nula de que la matriz de correlación de la población es una matriz de identidad. El chi cuadrado aproximado es de 115.864 con 45 grados de libertad, con un nivel de significancia menor a 0.05, por lo que se considera que el análisis factorial es adecuado para analizar la matriz de correlación de las variables.

Siguiendo la verificación de los resultados, la adecuación del muestreo (MSA) en la matriz de correlación anti-imagen es una medida que permite corroborar, variable por variable, si es propicio realizar el análisis factorial. Según lo anterior, se identifica que la competencia C2 obtiene valores bajos a los esperados en la diagonal de dicha matriz, (Ver apéndice J. Análisis factorial M0-MAT. Matriz anti-imagen), siendo este de (0,398) menor al límite teórico de 0,5, lo que implica que posteriormente se elimine de las variables a usar y se repita el ejercicio del análisis factorial.

Una vez realizado el análisis factorial con las variables finalmente definidas, como se observa en la tabla 5 el número de componentes obtenidos es dos, con una representatividad del 77,752% de la varianza acumulada.

Tabla 5

Varianza total explicada Matemáticas M0

Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	5.510	61.221	61.221
2	1.488	16.530	77.752
3	,951	10.562	88.313
4	,398	4.424	92.738
5	.251	2.787	95.525
6	.240	2.665	98.190
7	.087	.970	99.159
8	.052	.575	99.734
9	.024	.266	100.000

Método de extracción: Análisis de Componentes
principales.

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

Posteriormente, se lleva a cabo la descripción de los factores usando las cargas de la matriz de componentes rotados (Ver Apéndice K. Matriz de componentes rotados MAT-M0) de la siguiente manera:

Factor 1: C1, C4, C5, C6, C8 Competencias de pensamiento crítico y resolución de problemas que demanda la sociedad través de métodos matemáticos

Factor 2: C7, C9, C10 Competencias de formación integral que impulsan el liderazgo y el trabajo en equipo por medio de habilidades blandas y conocimiento matemático

- **Momento 1 y 5**

Los resultados encontrados al realizar la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett, para las competencias del programa de Matemáticas en el momento 1 y 5, se pueden observar en la tabla 6:

Tabla 6

Prueba de KMO y Bartlett Matemáticas M1-M5

KMO y prueba de Bartlett		
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0.743
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	292.855
	gl	45
	Sig.	0.00

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

Como se puede observar la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) indicó un valor estadístico de 0,743, lo cual denota que es un valor alto al ser superior de 0,5, regla teórica para determinar que la técnica de análisis factorial es adecuado para el estudio. La prueba de esfericidad de Bartlett rechaza la hipótesis nula de que la matriz de correlación de la población es una matriz de identidad. El chi cuadrado aproximado es de 292.855 con 45 grados de libertad, con un nivel de significancia menor a 0.05, por lo que se considera que el análisis factorial es adecuado para analizar la matriz de correlación de las variables.

El análisis factorial como se muestra en la tabla 7, determinó que el número de componentes obtenidos es dos, con una representatividad del 88.591% de la varianza acumulada.

Tabla 7*Varianza total explicada Matemáticas M1-M5*

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	8.204	82.042	82.042
2	0.655	6.549	88.591
3	0.303	3.026	91.617
4	.269	2.693	94.309
5	.235	2.354	96.663
6	.194	1.939	98.602
7	.081	0.806	99.409
8	.043	.433	99.842
9	.013	.128	99.970
10	.003	.030	100.000

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

Seguidamente, se lleva a cabo la descripción de los factores usando las cargas de la matriz de componentes rotados (Ver Apéndice L. Matriz de componentes rotados MAT-M1-M5) de la siguiente manera:

Factor 1: C1, C3, C7, C8, C9, C10 Competencias en razonamiento lógico y conocimiento en campos de la Matemática apoyados de habilidades interpersonales.

Factor 2: C2, C4, C5, C6 Competencias de investigación en el área de Matemáticas para problemáticas de una sociedad en pro del desarrollo sostenible.

- **Análisis factorial programa Lic. en Matemáticas**

Los siguientes elementos representan las variables usadas para el análisis factorial teniendo en cuenta las competencias descritas en el PEP del programa de Lic. en Matemáticas:

C1: Asume la responsabilidad personal, el trabajo en equipo y la capacidad de liderazgo como elementos que le permiten desempeñarse con éxito en sus interacciones sociales.

C2: Expresa sus ideas de forma oral y escrita con propiedad, claridad, coherencia y corrección.

C3: Implementa acciones educativas que responden a la diversidad sociocultural y posibilitan la inclusión social de personas con necesidades educativas especiales, y poblaciones en situación de vulnerabilidad.

C4: Desarrolla procesos de investigación en educación que permitan innovar y cualificar el ejercicio de su profesión.

C5: Convierte el conocimiento matemático en potencial formativo, a partir de su estructura y contenido, resaltando su valor social y cultural.

C6: Analiza y asume una posición crítica y propositiva frente a las políticas educativas que rigen la educación en cada momento histórico.

C7: Planifica sus actividades en forma sistemática y oportuna.

C8: Crea ambientes que favorecen los procesos de enseñanza y aprendizaje que atiendan las diferencias individuales y los procesos de desarrollo cognitivo, afectivo y social de los estudiantes.

C9: Dada su formación en una segunda lengua, investiga y aplica temas propios de su profesión, desde un marco de referencia internacional y multicultural.

C10: Implementa diversos procesos de evaluación coherentes con las estrategias de enseñanza y de aprendizajes.

C11: Descubre y difunde el aspecto lúdico de las Matemáticas creando ambientes y situaciones pedagógicas que les permitan a él y al alumno explorar el mundo matemático de manera creativa y entusiasta.

- **Momento 0**

Para el programa de Lic en Matemáticas en el momento 0, los resultados obtenidos al realizar la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett para las competencias del programa, se pueden evidenciar en la Tabla 8:

Tabla 8

Prueba de KMO y Bartlett Lic. en Matemáticas M0

KMO y prueba de Bartlett		
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0.786
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	260.218
	gl	55
	Sig.	0.00

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 25

El resultado de la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) indicó un valor estadístico de 0,786, lo cual denota que es un valor alto al ser superior de 0,5, regla teórica para determinar que la técnica de análisis factorial es adecuado para el estudio. La prueba de esfericidad de Bartlett rechaza la hipótesis nula de que la matriz de correlación de la población es una matriz de identidad. El chi cuadrado aproximado es de 260,218 con 55 grados de libertad, con un nivel de significancia menor a 0.05, por lo que se considera que el análisis factorial es adecuado para analizar la matriz de correlación de las variables.

El número de componentes obtenidos según el resultado del análisis factorial es dos, con una representatividad del 78.373% de la varianza acumulada. (Ver Apéndice M. Tabla varianza total explicada LIC M0).

A continuación, se lleva a cabo la descripción de los factores usando las cargas de la matriz de componentes rotados (Ver Apéndice N. Matriz de componentes rotados LIC-M0) de la siguiente manera:

Factor 1: C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C10, C11 Competencias de profesionales que emplean la didáctica y la pedagogía en el área de Matemáticas mediante estrategias de aprendizaje.

Factor 2: C9 Competencias de profesionales que se actualizan permanentemente investigando en su área de conocimiento y formación a partir de un segundo idioma.

- **Momento 1 y 5**

Los resultados encontrados al realizar la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett, para las competencias del programa de Matemáticas en el momento 1 y 5, se pueden observar en la Tabla 9:

Tabla 9

Prueba de KMO y Bartlett Lic. en Matemáticas M0

KMO y prueba de Bartlett		
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		
		0.912
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	346.569
	gl	55
	Sig.	0.00

Como se puede observar la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) indicó un valor estadístico de 0,912, lo cual denota que es un valor alto al ser superior de 0,5, regla teórica para determinar que la técnica de análisis factorial es adecuado para el estudio. La prueba de esfericidad de Bartlett rechaza la hipótesis nula de que la matriz de correlación de la población es una matriz de identidad. El chi cuadrado aproximado es de 346,569 con 55 grados de libertad, con un nivel de significancia menor a 0.05, por lo que se considera que el análisis factorial es adecuado para analizar la matriz de correlación de las variables.

Una vez realizado el análisis factorial el número de componentes obtenidos es dos, con una representatividad del 82,561% de la varianza acumulada. (Ver Apéndice O. Tabla varianza total explicada LIC-M1-M5).

A continuación, se lleva a cabo la descripción de los factores usando las cargas de la matriz de componentes rotados (Ver Apéndice P. Matriz de componentes rotados LIC-M1-M5) de la siguiente manera:

Factor 1: C7, C8, C11, C5, C4, C2 Competencias de profesionales que emplean la didáctica y la pedagogía en el área de Matemáticas mediante estrategias de aprendizaje.

Factor 2: C9, C6, C3, C10, C1 Competencias de desarrollo integral de habilidades pedagógicas, sociales y multiculturales que mejoran el desempeño como licenciado.

6.3.2.2. Análisis de conglomerados.

A continuación, se utiliza el análisis de conglomerados como parte de las técnicas de minería de datos, el proceso consta de dividir los datos en grupos, también conocidos como clusters, basado en patrones de comportamiento, el objetivo es identificar grupos de objetos similares dentro de un conjunto de datos de interés. Un cluster es una agrupación de objetos de datos que son muy similares entre sí dentro del mismo grupo, clase o categoría, y a su vez son muy diferentes de los objetos de los otros clústeres. La clave en este tipo de técnica es encontrar una métrica adecuada para medir las distancias entre los datos y así formar los clusters más acordes para una solución que resulte óptima.

El presente análisis de conglomerados tiene definido como variables de segmentación a las competencias descritas en los PEPs de los programas de Matemática y Lic. en Matemáticas. El método jerárquico de Ward es el seleccionado para obtener una solución inicial de la conglomeración, este método se caracteriza por ser uno de los más usados al ser muy discriminativo en la determinación de los niveles de agrupación, al tomar en cuenta

el menor incremento de las distancias que hay entre los individuos contenidos en cada cluster y el centro de gravedad del cluster en que permanecen.

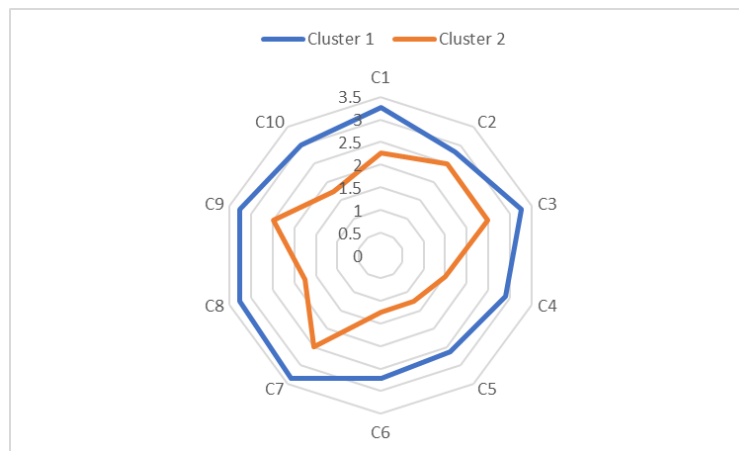
Para cada uno de los momentos de los dos programas, se escoge el número de clusters según la interpretación del gráfico dendrograma de la solución inicial, extrayendo así para el programa de matemáticas 2 y 3 clusters en el momento 0 y momento 1 y 5 respectivamente. Por otro lado, en el programa de Lic. en Matemáticas se obtuvieron 3 clusters para cada momento. Con el propósito de evaluar la satisfacción de los cluster, se ha definido un criterio de valoración según los promedios de las medias de la siguiente manera: Muy satisfecho (3,26-4), Satisfecho (2,51-3,25), Insatisfecho (1,76-2,5), Muy insatisfecho (1-1,75).

A continuación, se exponen los gráficos radiales que indican la heterogeneidad de los promedios de satisfacción de los clusters, teniendo como base las respuestas recolectadas de los graduados según su programa profesional y el momento de su graduación:

Programa de Matemáticas

Figura 6

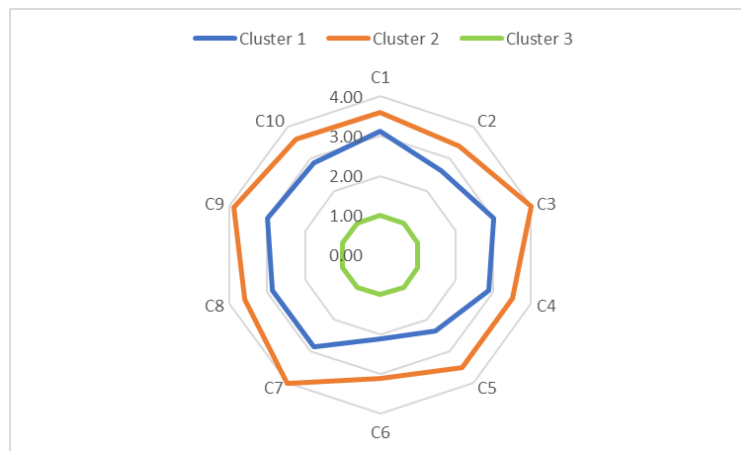
Conglomerados según competencias para Matemáticas - M0.



En la figura 6 se muestran los promedios de satisfacción de las competencias para cada uno de los clusters extraídos del análisis de conglomerados. En este momento 0, el cluster 1 está compuesto por graduados del programa de Matemáticas que se encuentran satisfechos con las competencias adquiridas, con una media de 3,05 , la competencia con mayor satisfacción en promedio, corresponde a la competencia 7 “*Argumenta lógicamente en la toma de decisiones de forma verbal y escrita con propiedad, claridad, coherencia y corrección*” con una media de 3,36. El cluster 2 representan aquellos graduados que se encuentran insatisfechos con las competencias con una media de 1,98, la competencia con menor satisfacción en promedio corresponde a la competencia 5 y 6 con una media de 1,25.

Figura 7

Conglomerados según competencias para Matemáticas - M1 y M5.

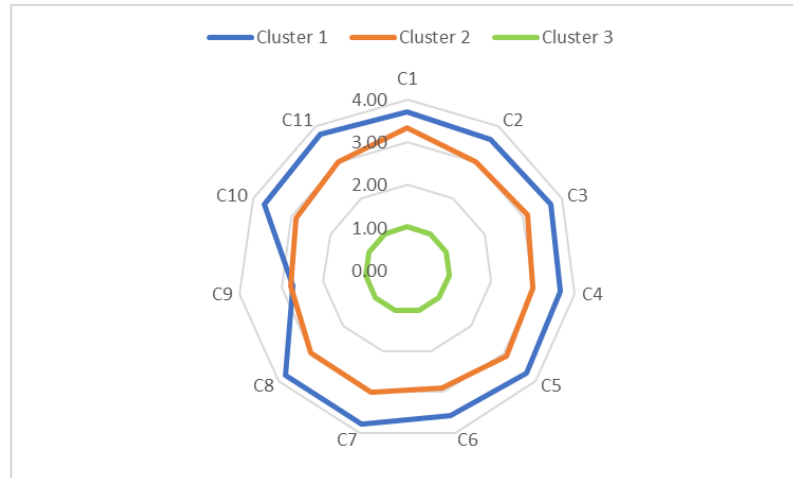


Para los graduados del momento 1 y 5, en la figura 7 se muestran los promedios de satisfacción de las competencias para cada uno de los clusters extraídos. El cluster 1 está compuesto por graduados del programa de matemáticas que se encuentran satisfechos con las competencias adquiridas, con una media de 2,78, la competencia con mayor satisfacción en promedio en este y los demás clusters, corresponde a la competencia 6 “*Identifica problemas en situaciones reales o abstractas y propone soluciones factibles soportadas en métodos matemáticos.*” con una media de 3,13. El cluster 2 representan aquellos graduados que se encuentran muy satisfechos con las competencias con una media de 3,62 la competencia con mayor satisfacción en promedio corresponde a la competencia 3 y 7 con una media de 4. El cluster 3 representa aquellos graduados que se encuentran muy insatisfechos con las competencias con una media de 1,00, en general los graduados calificaron todas las competencias con un valor de insatisfacción significativo.

Programa de Licenciatura en matemáticas

Figura 8

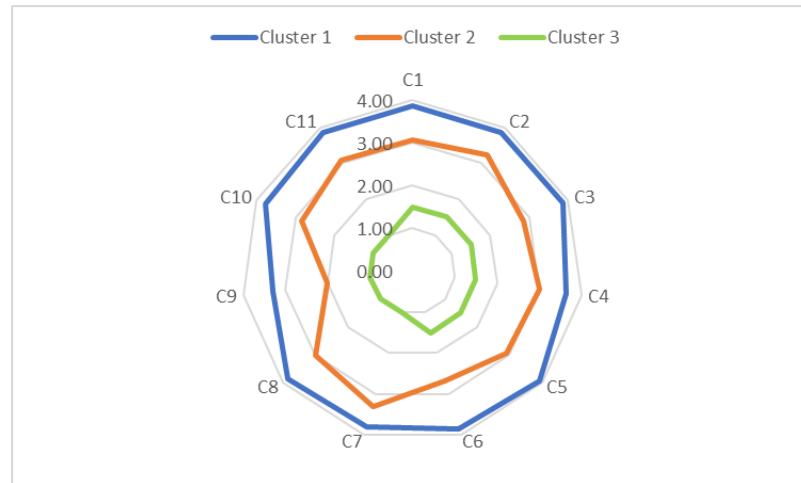
Conglomerados según competencias para Lic. en matemáticas - M0.



En el caso de los graduados del momento 0 de Licenciatura en matemáticas, en la figura 8 se muestran los promedios de satisfacción de las competencias para cada uno de los tres clusters extraídos. El cluster 1 está compuesto por graduados que se encuentran muy satisfechos con las competencias adquiridas, con una media de 3,61, la competencia con mayor satisfacción, corresponde a la competencia 11 *“Descubre y difunde el aspecto lúdico de las matemáticas creando ambientes y situaciones pedagógicas que les permitan a él y al alumno explorar el mundo matemático de manera creativa y entusiasta.”* con una media de 3,79. El cluster 2 representan aquellos graduados que se encuentran satisfechos con las competencias con una media de 2,98 la competencia con mayor satisfacción en promedio corresponde a la competencia 9 *“Asume la responsabilidad personal, el trabajo en equipo y la capacidad de liderazgo como elementos que le permiten desempeñarse con éxito en sus interacciones sociales”* con una media de 3,33. El cluster 3 representa aquellos graduados que se encuentran muy insatisfechos con las competencias con una media de 1,00, en general los graduados calificaron todas las competencias con un valor de insatisfacción.

Figura 9

Conglomerados según competencias para Lic. en matemáticas - M1 y M5.



En el caso de los graduados del momento 1 y 5 de Licenciatura en matemáticas, en la figura 9 se muestran los promedios de satisfacción de las competencias para cada uno de los tres clusters extraídos. El cluster 1 está compuesto por graduados que se encuentran muy satisfechos con las competencias adquiridas, con una media de 3,77, la competencia con mayor satisfacción en promedio corresponde a la competencia 5 “*Convierte el conocimiento matemático en potencial formativo, a partir de su estructura y contenido, resaltando su valor social y cultural*” con una media de 3,93. El cluster 2 representan aquellos graduados que se encuentran satisfechos con las competencias con una media de 2,89 la competencia con mayor satisfacción en promedio corresponde a la competencia 9 “*Expresa sus ideas de forma oral y escrita con propiedad, claridad, coherencia y corrección.*” con una media de 3,23. El cluster 3 representa aquellos graduados que se encuentran muy insatisfechos con las competencias con una media de 1,25, en general los graduados calificaron todas las competencias con un valor de insatisfacción significativo.

A Continuación, se muestra en la tabla 10 el porcentaje de participación para cada uno de los clusters en su correspondiente programa y momento:

Tabla 10

Porcentaje de participación de los clusters

Programa	Momento	Clúster	% Participación
Matemáticas	M0	CL1	73.33%
		CL2	26.67%
	M1-M5	CL1	40%
		CL2	50%
		CL3	10%
Lic. en matemáticas	M0	CL1	58.33%
		CL2	37.50%
		CL3	4.17%
	M1-M5	CL1	48.28%
		CL2	44.83%
		CL3	6.90%

6.3.2.2.1. Perfiles de agrupamiento.

A partir de los resultados generados del análisis de conglomerados, se procede a construir los perfiles de cada uno de los clusters teniendo en cuenta las respuestas recolectadas. En el apéndice I se encuentra una caracterización de algunas de las aptitudes de los clusters hallados, en el análisis de conglomerados para todos los momentos de los programas de la escuela de Matemáticas.

Perfiles Matemáticas M0

A continuación, se detalla una descripción para cada uno de los clusters encontrado:

- **Cluster 1**

Los individuos de este agrupamiento, los cuales se encuentran satisfechos con las competencias del PEP de su programa, tienen una distribución porcentual conformada por el sexo femenino 54,55% y masculino 45,45%, la mayoría poseen un estrato socioeconómico de 3 y no cuentan con personas que dependan económicamente de ellos. En cuanto a planes a mediano plazo, los graduados contemplan predominantemente estudiar un posgrado a nivel internacional o nacional, al indagar sobre la posibilidad de cursar un programa de posgrado en la Universidad Industrial de Santander, el programa de Maestría en Matemáticas destacó entre los demás con un 81,82% de interés, seguido de la Especialización en Estadística y la Maestría en Matemática aplicada. Dentro de los programas de extensión que ofrece la escuela, el Diplomado en el uso de material didáctico para la enseñanza de la Matemática y el Diplomado en el uso de tecnología (calculadora gráfica) para la enseñanza de la Matemática fueron los que captaron el mayor interés en los graduados. Por otro lado, el idioma más estudiado fue el inglés, sin embargo, el dominio de este en competencias de escucha, escritura, lectura y habla, en general los individuos tienen un nivel bajo-medio.

La mayoría de los graduados que conforman este cluster ocupa su tiempo estudiando, sólo el 18,18% se encuentran trabajando la mayor parte de su tiempo. Una gran parte de este porcentaje son trabajadores independientes o empleados de una empresa particular, el nivel jerárquico de los cargos que desempeñan principalmente es nivel operativo y administrativo, entre los campos de acción en los que se desempeñan destacan la enseñanza, edición de textos o recursos didácticos y la investigación. El ingreso laboral fluctúa entre 1 SMMLV y 3 SMMLV, todos los graduados que se encuentran laborando consideran que deberían estar ganando mejores ingresos y el 20% considera cambiar de

trabajo por tal motivo. Por otro lado, el tipo de contratación con el que están vinculados, el 50% corresponde a término indefinido y el restante por prestación de servicios.

La mayor fortaleza que se tiene del programa de matemáticas, desde la perspectiva de los graduados es, la diversidad de áreas de la matemática. Por otro lado, en aspectos a mejorar desde el ámbito social y académico se encuentra la gestión de prácticas empresariales, la inclusión de lenguajes de programación diferentes a C ++ y la inclusión de problemas sociales visto desde las matemáticas.

- **Cluster 2**

Los graduados de este agrupamiento, se caracterizan por estar insatisfechos con las competencias del PEP de su programa, el grupo está conformado por 25% sexo femenino y 75% masculino, ubicados mayoritariamente en Santander, poseen un estrato socio económico de 3 y no cuentan con personas que dependan económicamente de ellos. La mayoría de los graduados que conforman este cluster ocupa su tiempo estudiando, el 25% se encuentran trabajando la mayor parte de su tiempo. El individuo de este cluster es un empleado de una empresa particular, el nivel jerárquico de cargos que desempeñan es a nivel operativo y el campo de acción en el que se desempeñan es la asesoría y consultoría, su ocupación está relacionada con ventas y servicios, no obstante, no se encuentra relacionada con el programa que estudió. El ingreso laboral de este cluster es entre 2 SMMLV y 3 SMMLV, esta persona considera que deberían estar ganando mejores ingresos, también planea cambiar de trabajo para aplicar los conocimientos adquiridos. El tipo de contratación con la cual se encuentra vinculado corresponde a término indefinido.

Para los planes a mediano plazo, los graduados contemplan en su totalidad estudiar un posgrado a nivel internacional o nacional, al indagar sobre la posibilidad de cursar un programa de posgrado en la Universidad Industrial de Santander, el programa de Maestría en Matemáticas destacó entre los demás con un 50% de interés, dentro de los programas de extensión que ofrece la Escuela los que captaron mayor interés son, el Diplomado en métodos estadísticos multivariados y el Diplomado en el uso de tecnología (calculadora gráfica) para la enseñanza de la Matemática. Por otro lado, el idioma más estudiado fue el inglés, sin embargo, el dominio de este, en gran proporción de los individuos en competencias de escucha, escritura, lectura y habla, tienen un nivel bajo.

La mayor fortaleza que se tiene del programa de Matemáticas desde su perspectiva, es la calidad y compromiso del cuerpo docente. Por otro lado, en aspectos a mejorar desde el ámbito social y académico se encuentra la oportunidad de aplicar conocimientos por medio de pasantías.

Perfiles Matemáticas M1 y M5

En el apéndice I se encuentra una caracterización de algunas de las aptitudes de los clusters hallados en el análisis de conglomerados para el momento 1 y 5 del programa de Matemáticas. A continuación, se detalla una descripción para cada cluster encontrado:

- **Cluster 1**

Este cluster está conformado por los graduados que están satisfechos con las competencias del PEP de su programa, el 25% corresponde al sexo femenino y el 75% al masculino, están ubicados principalmente en Colombia en el departamento de Santander,

aunque dos graduados residen en Chile y Brasil. La mayoría posee un estrato socioeconómico de 3 y 2, adicional a esto, no cuentan con personas que dependan económicamente de ellos. En cuanto a planes a mediano plazo, los graduados contemplan principalmente trabajar dentro y fuera de Colombia, entre las actividades de formación realizadas hasta el momento, el 50% corresponden a maestrías, el 25% seminarios y cursos y el 16,67% a doctorado. Las áreas de desempeño de los estudios cursados son principalmente Matemáticas, análisis de datos, Álgebra y procesos estocásticos. La situación laboral de los graduados es positiva, el 62,5% se encuentra trabajando la mayor parte de su tiempo y el porcentaje restante está estudiando. La mitad de los graduados que están trabajando son empleados de una empresa privada y un tercio son empleados del gobierno. Para el tipo de contratación con la cual se encuentran vinculados, el 40% es a término indefinido y el 40% por prestación de servicios. La enseñanza es el campo de acción principal en la que se desenvuelven los graduados, mientras que el nivel jerárquico en el que se desempeñan es el operativo. Las técnicas, temas o metodologías más usadas son Álgebra lineal, Álgebra abstracta, Topología, Cálculo y Estadística. El ingreso laboral fluctúa entre 1 SMMLV y 3 SMMLV. El idioma más estudiado fue el inglés, los graduados tienen un dominio alto en su mayoría en competencias de escucha, escritura, lectura y habla, el portugués es otro idioma de interés de los graduados con un dominio medio en cada componente.

Gran porcentaje de los graduados califica su nivel de pertinencia con la UIS en un nivel alto, así mismo considera que sus posibilidades laborales por su condición de graduado UIS son entre buenas y moderadas. La mayor fortaleza que se tiene del programa de matemáticas desde la perspectiva de los graduados es la calidad de sus docentes. Por otro

lado, en aspectos a mejorar desde el ámbito social y académico los graduados afirman que se debería hacer una reforma en el plan de estudios profundizando en áreas computacionales y de programación para ser competitivo en el mercado laboral.

- **Cluster 2**

Los graduados de este agrupamiento, se caracterizan por estar muy satisfechos con las competencias del PEP de su programa, el 30% corresponde a sexo femenino y el 70% a masculino, están ubicados principalmente en Colombia en el departamento de Santander, sin embargo, uno de los graduados reside en Noruega. La mayoría posee un estrato socioeconómico de 3 y 2, adicional a esto, el 60% no cuentan con personas que dependen económicamente de ellos. En cuanto a planes a mediano plazo, los graduados mayoritariamente esperan trabajar y estudiar fuera de Colombia, entre las actividades de formación realizadas hasta el momento, el 38,89% corresponden a maestrías, el 33,33% seminarios y cursos y el 16,67% diplomados, siendo la UIS la institución más escogida para la realización de estos. Al indagar sobre la posibilidad de cursar un programa de posgrado y extensión que ofrece la Escuela de Matemáticas la mayoría admitió no estar interesados en estos. Las áreas de desempeño de los estudios cursados son principalmente Matemáticas, educación, Álgebra y programación.

El 50% de los graduados se encuentra trabajando la mayor parte de su tiempo, el 30% está estudiando y el 20% buscando trabajo. 8 de los 10 graduados que están trabajando son empleados de una empresa particular y el resto son empleados independientes. La docencia y la investigación son los campos de acción principales en que se desenvuelven los graduados, mientras que el nivel jerárquico en que se desempeñan es el operativo. Las

técnicas, temas o metodologías más usadas son, metodología de clase constructiva y conductiva, Álgebra lineal, Cálculo y formación en el área de las Matemáticas. El ingreso laboral fluctúa entre 1 SMMLV y 3 SMMLV, la gran mayoría considera que debería estar ganando mejores ingresos y señalan que su trabajo aporta para su desarrollo y crecimiento personal. El inglés es el idioma con mayor dominio de los graduados, y tienen un nivel medio en general en competencias de escucha, escritura, lectura y habla.

La mayor fortaleza que tiene el programa de Matemáticas desde la perspectiva de los graduados, es la calidad de sus docentes. Por otro lado, en aspectos a mejorar desde el ámbito social y académico, los graduados afirman que el plan de estudios podría ser más profundo en áreas de programación, investigación y en la aplicación del conocimiento matemático en otras áreas, también puntualizan sobre la posibilidad de permitirle a los estudiantes exponer en espacios temas de interés, participar en eventos de investigación locales y crear espacios de formación en líneas asociadas a la programación, aplicación y modelado.

- **Cluster 3**

Los individuos de este agrupamiento, los cuales se encuentran muy insatisfechos con las competencias del PEP de su programa, están conformados el 100% por sexo masculino, el promedio de edad está entre los 29 años, residen entre Colombia e Inglaterra. La mayoría poseen un estrato socio económico de 4 y 3, el 50% cuentan con personas que dependen económicamente de ellos. En cuanto a planes a mediano plazo, los graduados mayoritariamente esperan crear una empresa, estudiar un doctorado y trabajar fuera y dentro de Colombia, entre las actividades de formación realizadas hasta el momento, el

40% corresponden a maestrías, el 20% seminarios y cursos, el 20% diplomados y 20% doctorados, siendo la UIS una de las instituciones escogidas para la realización de estos. El área de desempeño de los estudios cursados está enfocada en docencia e ingeniería electrónica - Matemática aplicada. Al indagar sobre la posibilidad de cursar un programa de posgrado y extensión que ofrece la Escuela de Matemáticas, los graduados sólo mostraron interés por la Maestría en Matemáticas y la Especialización en Estadística.

La totalidad de los graduados se encuentra trabajando la mayor parte de su tiempo, son empleados en una empresa particular y la docencia y la investigación son los campos de acción principales en que se desenvuelven. El nivel jerárquico en el que se desempeñan es el operativo y administrativo. Las técnicas, temas o metodologías más usadas son análisis matemático, variable compleja, optimización numérica, pensamiento aleatorio y teoría de números. El 50% tiene un ingreso laboral entre 1 SMMLV y 2 SMMLV, trabaja en jornada completa con un contrato a término fijo y el otro 50% devenga más de 5 SMMLV, trabaja media jornada con un contrato por prestación de servicios. Todos los graduados consideran que debería estar ganando mejores ingresos y señalan que se encuentran satisfechos con su trabajo, y además este, aporta para su desarrollo y crecimiento personal. El inglés es el idioma con mayor dominio de los graduados, tienen un nivel medio en su mayoría en competencias de escucha, escritura, lectura y habla.

Las mayores fortalezas que tiene del programa de Matemáticas desde la perspectiva de los graduados son el contenido de los cursos actuales, considerando son de buena calidad y que el balance en tiempos y cursos del programa es bastante bueno, mencionando que sólo son 4 años de formación. Por otro lado, en aspectos a mejorar desde el ámbito social y académico los graduados afirman que se debería profundizar en áreas de probabilidad y

estadística, también señalan sobre el acceso a pasantías o algún tipo de inducción a la vida laboral, y finalmente, expandir los convenios de intercambio a otras universidades fuera de Colombia diferentes a Brasil.

Perfiles Lic. en Matemáticas M0

A continuación, se detalla una descripción para cada cluster encontrado:

- **Cluster 1**

Este cluster está conformado por los graduados que están muy satisfechos con las competencias del PEP de su programa, el 64,29% corresponde sexo masculino y el 35,71% femenino, están ubicados en su totalidad en Colombia. La mayoría poseen un estrato socioeconómico de 3 (35,71%), 2 (28,57%) y 1(28,57%), el 57,14% no cuentan con personas que dependan económicamente de ellos, el 42,86% sí. En cuanto a planes a mediano plazo, los graduados contemplan mayormente estudiar un posgrado en Colombia, seguido de trabajar en Colombia y estudiar un posgrado fuera de Colombia, al indagar sobre la posibilidad de cursar un programa de posgrado y extensión en la Universidad Industrial de Santander, los graduados no muestran interés en las ofertas, sin embargo, se presenta el 57,14% de favorabilidad por la Maestría en Educación Matemática, modalidad investigación. El idioma con predominancia es el inglés, arrojando medio-bajo como nivel de dominio en las competencias de escucha, escritura, lectura y habla. La mayor parte de los graduados está trabajando (57,14%) o estudiando (28,57%), seguido de buscando trabajo con 14,29%. La mayor parte de los empleados pertenecen a una empresa particular, el campo de acción del 90% de los trabajadores es la enseñanza y el 10% la asesoría y consultoría. El 100% de los empleados realiza tareas que tienen relación con el programa

y su ingreso salarial es de entre 1 SMMLV y 3 SMMLV; la totalidad de los empleados considera que teniendo en cuenta sus competencias debería estar ganando mejores ingresos; para el 100% de los profesionales que están buscando trabajo, encuentran que la principal dificultad para conseguir trabajo es carecer de experiencia laboral.

El 85,71% de los graduados considera que su sentido de pertenencia con la UIS es de nivel alto y el 14,29% nivel medio, la totalidad dice tener interés por cursar estudios en la UIS, y que la mayor fortaleza que tiene el programa de Matemáticas desde la perspectiva de los graduados es el conocimiento matemático, el enfoque práctico de la carrera y la calidad de sus docentes. Por otro lado, en aspectos a mejorar desde el ámbito social y académico los graduados afirman que se debería fortalecer la formación estadística, mejorar el acceso a programas de intercambio, fomentar el uso del inglés, aumentar la enseñanza práctica en las aulas, dar un enfoque a las necesidades educativas y vincular la tecnología en los procesos de aprendizaje.

- **Cluster 2**

Los profesionales de este grupo están constituidos en su mayoría por el sexo femenino (55,56%), el masculino constituye un 44,44%, todos los miembros de este grupo son solteros(as) residentes en Colombia, los cuales se encuentran satisfechos con las competencias del PEP de su programa; la mayoría posee un estrato socioeconómico de 2, 3 y 1, distribuidos por 44,44%, 22,22% y 22,22% respectivamente, la mayoría no cuentan con personas a que dependan económicamente de ellos (66,67%) y el 33,33% sí. En cuanto a planes a mediano plazo, los graduados contemplan mayormente trabajar y estudiar en Colombia y un pequeño grupo realizar estas actividades fuera del país, al indagar sobre la

posibilidad de cursar un programa de posgrado en la Universidad Industrial de Santander, el programa de Maestría en Educación Matemática, modalidad profundización destacó entre los demás con un 55,56% de interés. Dentro de los programas de extensión que ofrece la Escuela, el Diplomado en el uso de material didáctico para la enseñanza de la Matemática fueron los que captaron el mayor interés en los graduados. Por otro lado, el idioma más estudiado fue el inglés, sin embargo el dominio de este, en competencias de escucha, escritura, lectura y habla, en general los individuos tienen un nivel bajo-medio.

La mayoría de los graduados que conforman este cluster ocupa su tiempo trabajando o buscando trabajo. Todos los trabajadores empleados pertenecen a una empresa particular, se ubican principalmente en el nivel jerárquico operativo y de mandos medios, entre los campos de acción en los que se desempeñan destacan la enseñanza, edición de textos o recursos didácticos y la investigación. El ingreso laboral fluctúa entre 1 SMMLV y 3 SMMLV, el 83,33% de los graduados que se encuentran laborando consideran que deberían estar ganando mejores ingresos y el 100% considera que su trabajo contribuye a su desarrollo y crecimiento personal. Por otro lado, los graduados que están buscando trabajo, consideran que las principales dificultades para conseguir empleo son carecer de experiencia y no encontrar un trabajo apropiado en su profesión.

La totalidad de los profesionales consideran alto su nivel de pertenencia con la UIS y consideran que la mayor fortaleza que tiene el programa de Licenciatura en Matemáticas es el componente didáctico y los profesores. Por otro lado, en aspectos a mejorar desde el ámbito social y académico se encuentra mejorar el vínculo entre los profesores y estudiantes, implementar más componentes matemáticos y tecnológicos y ofrecer más cursos sobre el manejo de la educación en Colombia.

- **Cluster 3**

Los miembros de este agrupamiento, los cuales están muy insatisfechos con las competencias del PEP de su programa, están constituidos en su totalidad por el sexo femenino, todos residen en estrato 2 y no cuentan con personas a que dependan económicamente de ellos. En cuanto a planes a mediano plazo, los graduados contemplan principalmente estudiar un posgrado en Colombia, al indagar sobre la posibilidad de cursar un programa de posgrado en la Universidad Industrial de Santander, resalta el interés en la maestría de Matemáticas. Dentro de los programas de extensión que ofrece la Escuela, resaltan el Diplomado en el uso de material didáctico para la enseñanza de la Matemática y el Semillero matemático. Por otro lado, el idioma más estudiado fue el inglés, obteniendo un nivel medio en el dominio de este, en competencias de escucha, escritura, lectura y habla.

La mayoría de los graduados que conforman este cluster ocupa su tiempo estudiando y desea iniciar un negocio con relación a lo que estudio.

La mayor parte de este grupo califica su sentido de pertenencia con la UIS como alto y considera que la mayor fortaleza que tiene el programa de licenciatura de Matemáticas es el desarrollo de la investigación. Por otro lado, en aspectos a mejorar desde el ámbito social y académico se encuentra, mayor capacitación en cómo trabajar con niños y la ruralidad colombiana.

Perfiles Lic. en Matemáticas M1 y M5

A continuación, se detalla una descripción para cada cluster encontrados:

- **Cluster 1**

Los individuos de este agrupamiento, los cuales se encuentran muy satisfechos con las competencias del PEP de su programa, tienen una distribución porcentual conformado en un 64,29% por sexo masculino y 35,71% femenino, todos residen en Colombia, la mayoría poseen un estrato socioeconómico de 3, 2 y 1, con porcentajes de 42,86%, 35,71% y 14,29% respectivamente, y en cuanto a personas que dependen económicamente de ellos, se distribuyen 50% sí y 50% no cuenta con ellas. En planes a mediano plazo, los graduados contemplan predominantemente estudiar y trabajar en Colombia, seguido por estudiar por fuera de Colombia y crear una empresa, al indagar sobre la posibilidad de cursar un programa de posgrado y extensión en la Universidad Industrial de Santander, el 92,86% dice conocer todas las ofertas de la Universidad, sin embargo no presentan ningún interés en cursar alguna de ellas, exceptuando el diplomado en métodos estadísticos multivariados con una favorabilidad del 50%. Por otro lado, el idioma más estudiado fue el inglés, sin embargo el dominio de este, en competencias de escucha, escritura, lectura y habla, en general los individuos tienen un nivel medio.

La mayoría de los graduados que conforman este cluster ocupa su tiempo trabajando o buscando trabajo. La mayor parte de los que trabajan son empleados del gobierno, todos se ubican en el nivel jerárquico operativo y entre los campos de acción en los que se desempeñan se destaca la enseñanza, seguido por la investigación y la asesoría y consultoría. El ingreso laboral principalmente es de entre 2 SMMLV y menos 4 SMMLV,

el 90% de los graduados que se encuentran laborando consideran que deberían estar ganando mejores ingresos. Por otro lado, el 50% de los graduados que están buscando trabajo considera que la principal dificultad para conseguir empleo es carecer de experiencia y el otro 50% que no hay trabajo disponible en su ciudad de residencia.

El 100% de los graduados considera alto su sentido de pertenencia con la UIS y que la mayor fortaleza que tiene el programa de Matemáticas es la formación y exigencia en el componente matemático, además resaltan la calidad de los profesores. Por otro lado, en aspectos a mejorar desde el ámbito social y académico se encuentra la gestión de prácticas empresariales, fomentar el uso de un segundo idioma, la modificación de los contenidos más enfocados en la labor docente.

- **Cluster 2**

Los profesionales en este grupo se consideran satisfechos con las competencias del PEP de su programa, se conforman en un 53,85% por sexo masculino y 46,15% femenino, en lo referente a su estado civil el 76,92% está soltero(a), 15,38% está casado y un 7,69% vive en unión libre. La mayoría reside en estrato socioeconómico 2 (38,46%), 4 (23,08%) y 1 (23,08%); el 69,23% cuentan con personas que dependen económicamente de ellos. En cuanto a planes a mediano plazo, los graduados contemplan mayormente trabajar en Colombia, estudiar un posgrado dentro y fuera de Colombia; al indagar sobre la posibilidad de cursar un programa de posgrado y extensión en la Universidad Industrial de Santander, se destaca que sólo el 53,85% de los graduados conoce las ofertas, además, los graduados no presentan interés por los programas de posgrado o extensión, exceptuando el diplomado en el uso de material didáctico para la enseñanza de la matemática con 53,85% de interés.

Por otro lado, el idioma más estudiado es el inglés, sin embargo en el dominio de este, los niveles en competencias de escucha, escritura, lectura y habla, en general son de nivel bajo-medio.

La mayoría de los graduados que conforman este cluster ocupa su tiempo trabajando (76,82%), el resto ocupa su tiempo buscando trabajo, estudiando y haciendo oficios del hogar en partes iguales de 7,69%. Una gran parte de este porcentaje son trabajadores empleados del gobierno o empleados de una empresa particular, un reducido grupo es de trabajadores independiente, el nivel jerárquico de los cargos que desempeñan están a nivel operativo y de mandos medios, y el 100% de los trabajadores labora en el campo de acción de la enseñanza. El ingreso laboral es principalmente de entre 2 SMMLV y menos de 3 SMMLV, seguido por salarios de entre 4 SMMLV y menos de 5 SMMLV, el 100% de los graduados que trabajan de manera independiente reciben ingresos de entre 1 SMMLV y menos de 2 SMMLV; todos los graduados que se encuentran laborando consideran que deberían estar ganando mejores ingresos, aunque están principalmente satisfechos o muy satisfechos con su trabajo actual, pues el 88,89% considera que su trabajo está contribuyendo a su desarrollo y crecimiento personal.

La mayor fortaleza que tiene el programa de Matemáticas desde la perspectiva de los graduados, es la formación de los profesores y cómo esta se refleja en la calidad impartida a los estudiantes, el 90,91% de los miembros de este grupo recomendaría su programa. Por otro lado, en aspectos a mejorar desde el ámbito social y académico se encuentra aumentar las prácticas de los estudiantes, profundizar en pedagogía e investigación, además de fortalecer el uso de un segundo idioma.

- **Cluster 3**

Los miembros de este agrupamiento, los cuales se encuentran muy insatisfechos con las competencias del PEP de su programa, tienen una distribución porcentual constituida por 50% sexo femenino y 50% masculino, estos residen en Colombia, la mayoría poseen un estrato socioeconómico 4 y 3, y cuentan con personas que dependen económicamente de ellos. En cuanto a planes a mediano plazo, los graduados contemplan estudiar un posgrado a nivel internacional o nacional y trabajar por fuera del país, al indagar sobre la posibilidad de cursar un programa de posgrado en la Universidad Industrial de Santander, no demuestran ningún interés. En cuanto a los programas de extensión que ofrece la escuela, les llama la atención todos los cursos en un 50%. Por otro lado, el idioma más estudiado fue el inglés, seguido del portugués; sin embargo, en el dominio de ambos idiomas, en competencias de escucha, escritura, lectura y habla, en general los individuos tienen un nivel bajo-medio.

Todos los graduados que conforman este cluster ocupan su tiempo trabajando en una empresa particular, el nivel jerárquico de los cargos que desempeñan son a nivel operativo y entre los campos de acción en los que se desempeñan destacan la enseñanza y la investigación. El ingreso laboral fluctúa entre 1 SMMLV y menos 3 SMMLV, el 50% de los graduados consideran que deberían estar ganando mejores ingresos y el 100% considera que su trabajo está contribuyendo a su desarrollo y crecimiento personal. Por otro lado, el 100% se encuentra vinculado con contrato a término indefinido.

Se resalta que la totalidad de los miembros de este grupo están muy satisfechos con su profesión, identifican que la mayor fortaleza que tiene el programa de licenciatura en

Matemáticas es la representatividad presencial de la Universidad en diferentes espacios nacionales e internacionales. Por otro lado, en aspectos a mejorar desde el ámbito social y académico se encuentra iniciar las prácticas y la formación docente desde niveles más tempranos en la carrera, además de gestionar más prácticas empresariales.

6.3.3. Minería de texto con Power Bi

A continuación, se realiza el proceso de tratamiento de datos textuales, por lo que se procede a aplicar minería de texto a los datos origen ya minados y estructurados, los cuales identifican líneas de caracteres que en conjunto forman palabras; con ello se extrae más información que profundiza la caracterización de los subgrupos identificados previamente. En seguida se muestra la visualización de nube de palabras que se obtiene de la minería de texto, desarrollada en la herramienta de análisis de datos Power Bi para las preguntas abiertas de M0 y M1 – M5 de los programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas.

- **Competencias desarrolladas adicionales al PEP**

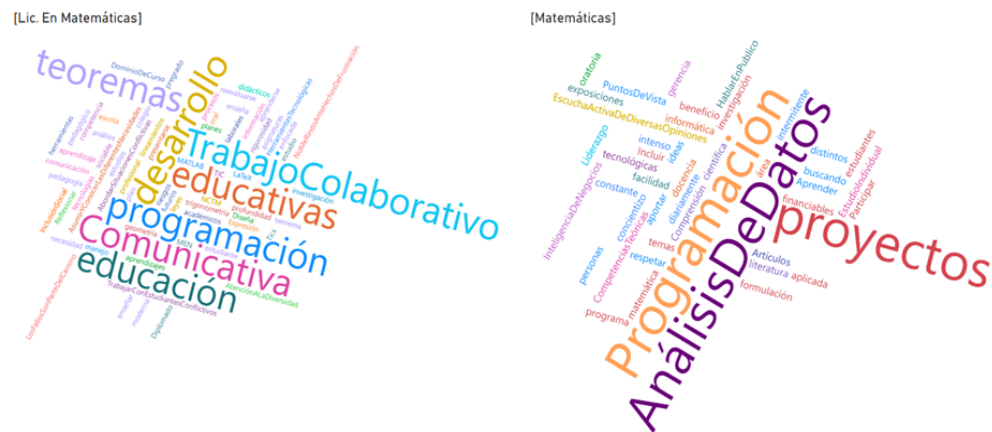
En la figura 10, se muestran las palabras con mayor frecuencia dentro de las observaciones propuestas por los graduados, en relación con las competencias que han desarrollado, diferentes a las contenidas en el PEP. Las palabras que más se destacan en Licenciatura en Matemáticas son: *trabajo colaborativo, programación, competencias comunicativas, teoremas*. Los profesionales hicieron énfasis en las siguientes competencias: desarrollo y educación constante, inclusión social, trabajo con estudiantes conflictivos, herramientas tecnológicas, MATLAB, LaTeX, reflexionar, Dominio de Curso, leyes de la NCTM y el MEN, TICs, entre otras. Las palabras que más resaltan los

profesionales de Matemáticas son: *programación, análisis de datos, proyectos*. Los graduados hicieron énfasis en las siguientes competencias: inteligencia de negocios, investigación, escucha activa de diversas opiniones, liderazgo, tecnologías, competencias teóricas, comprensión, estudio individual, hablar en público, exposiciones, educación basada en proyectos, entre otras.

Figura 10

Nube de palabras de competencias desarrolladas adicionales al PEP. Power Bi.

¿Qué otras competencias, adicionales a las mencionadas anteriormente, ha desarrollado?



- **Técnicas, temas o metodologías usadas con frecuencia en su labor.**

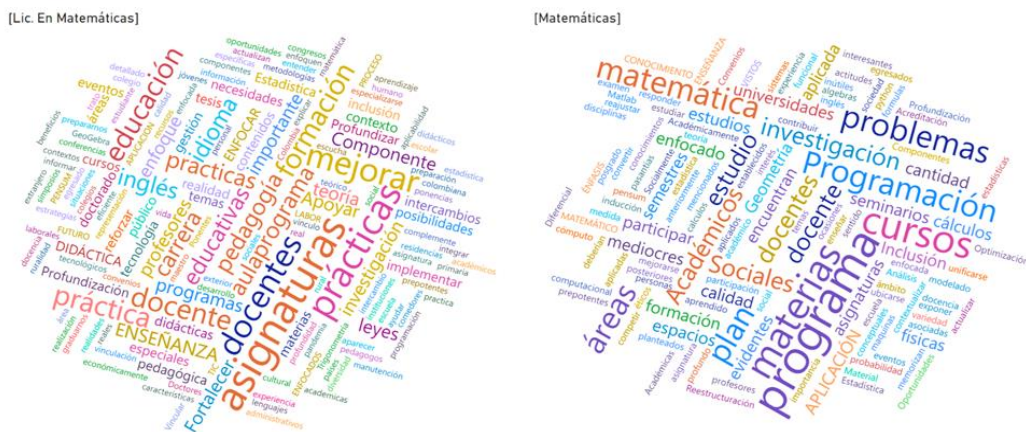
En la figura 11, se observan las palabras que los graduados más utilizan cuando se les solicita mencionar técnicas, temas o metodologías que usen con mayor frecuencia en la labor que desempeñan, ya sea que las hubieran adquirido durante la carrera o en el ámbito laboral. Las palabras que más se destacan en Licenciatura en Matemáticas son: *trabajo colaborativo, tecnología, planear, Resolución de problemas, juego, actividades, talleres,*

En la figura 13, se contienen las principales palabras que utilizan los graduados en las observaciones de puntos de mejora que identifican los graduados. Las palabras que más resaltan en el programa de Licenciatura en Matemáticas son: *asignaturas, prácticas, programa, docente, idioma, inglés, estadística, enfoque, leyes*. Los profesionales hicieron énfasis en los siguientes puntos de mejora: *didácticas, apoyo, aulas, investigación, pedagogos, TIC, profundización, público, eventos, pensum, trigonometría, vínculos, convenios, acoplamiento a la realidad, necesidades, entre otras*. Las palabras que más se resaltan en el programa de Matemáticas son: *programa, materias, cursos, plan, docentes, sociales, problemas, áreas, mediocres, participar, aplicación, espacios, calidad, investigación*. Los matemáticos hicieron énfasis en los siguientes puntos de mejora: *convenios, cálculos, físicas, variedad, actualización, formación, semestres, estadística, Matlab, inclusión, sociales, python, posgrado, pensum, éticos, competir, reestructuración, geometría, entre otras*.

Figura 13

Aspectos por mejorar en el programa. Power Bi.

De acuerdo a su experiencia como profesional en el área de las Matemáticas, ¿qué aspectos académicos y sociales considera que deben mejorar en el programa?



6.3.4. Encuesta empleadores

Con el objetivo de conocer la visión de los empleadores sobre los graduados de la Escuela de Matemáticas, y el desempeño de estos dentro del mercado laboral, se realizó una encuesta a un total de 85 personas que ocupan cargos directivos o relacionados con el área de talento humano en empresas del territorio nacional, mayoritariamente del departamento de Santander. En total se obtuvieron 21 entradas en la plataforma Limesurvey de las cuales, se recolectaron al final 4 encuestas.

Una vez obtenidas las respuestas, se procedió a realizar una etapa de limpieza y de preprocesamiento de los datos, generando un archivo Excel adecuado para el análisis descriptivo de los resultados, el análisis se apoyó del programa Power Bi para las visualizaciones de las observaciones obtenidas. (Apéndice Q).

En totalidad se encuentran contratados 8 Matemáticos y 19 Licenciados en Matemáticas, en las 4 instituciones educativas que accedieron a contestar la encuesta, estas instituciones son de constitución privada, y en los dos últimos años han contratado profesionales recién graduados, el 75% han contratado para su plantilla profesionales de los dos programas, entre los canales de vinculación más usados se encuentran: concurso docente, avisos de periódicos y redes sociales. Los empleadores en su mayoría admiten que tienen una preferencia por los profesionales UIS de la Escuela de Matemáticas (75%) y la principal razón por la que los contratan es por su preparación académica (75%), seguido del prestigio de la institución (50%) y su desempeño como profesional (50%).

Al momento de preguntar el tipo de pruebas que realizan para la selección de sus profesionales, los empleadores indican que la aplicación de pruebas psicotécnicas (100%),

la valoración de hojas de vida (100%) y las entrevistas individuales (100%) son las más usadas, las entrevistas grupales (100%) seguidamente de la prueba del tablero (50%) son las menos usadas. Uno de los aspectos más importantes cuando se contrata un matemático o licenciado en Matemáticas, además de su desempeño en las pruebas realizadas, es el dominio de otros idiomas (100%), los empleadores consideran que este es un aspecto a mejorar para los graduados de la UIS, dado que, a largo plazo, en el sector educativo la mayoría de los colegios serán bilingües y se requiere que el nivel de idiomas como el inglés esté entre B2 y C1. En general este grupo de coordinadores (50%), líderes de área (25%) y docentes (25%) están satisfechos con el desempeño de los graduados de la Escuela de Matemáticas en habilidades como resolución de problemas, uso de herramientas didácticas para el desarrollo de clase, trabajo en equipo, habilidades investigativas y creatividad.

7. Conclusiones

La Escuela de Matemáticas de la Universidad Industrial de Santander con miras a alcanzar y mantener la acreditación de sus programas de Matemáticas y Licenciatura en Matemáticas ha optado por realizar un estudio de seguimiento a graduados con el propósito de conocer el impacto, pertinencia, desempeño y calidad de los graduados entre los años 2015 – I a 2020 – I, además de conocer la percepción de los empleadores de estos programas con respecto a la formación ofrecida por la Universidad; obteniendo así, la retroalimentación de los profesionales sobre información personal, financiera, demográfica, competencias, situación laboral, nivel de identidad y satisfacción con los recursos ofrecidos por la UIS.

Para la difusión del instrumento de medición la Facultad de Ciencias facilitó la herramienta LimeSurvey, siendo esta una aplicación de software desde la cual se realizan encuestas y permite el diseño, montaje, análisis y descarga de los resultados en diferentes formatos, entre ellos, Excel; facilitando la limpieza y preparación de los datos, para su posterior tratamiento en las herramientas de análisis de datos Power Bi y SPSS Statistics. Del estudio se recogieron 88 registros completos, de los cuales para el momento 1 y 5, 20 son matemáticos y 29 licenciados en Matemáticas, para el momento 0, 24 son licenciados en Matemáticas y 15 son matemáticos. A su vez se realizó búsqueda en las redes profesionales LinkedIn y ResearchGate, obteniendo 19 y 16 usuarios respectivamente, esto con el propósito de ampliar la caracterización usando técnicas de minería de texto.

Al interpretar los resultados de los niveles de satisfacción en lo referente a competencias, pertinencia y habilidades se observa que los graduados están satisfechos con la formación recibida en los programas de la Escuela. En el programa de Licenciatura en Matemáticas la competencia con mayor satisfacción es *“Asume la responsabilidad personal, el trabajo en equipo y la capacidad de liderazgo como elementos que le permiten desempeñarse con éxito en sus interacciones sociales”*, por el contrario, la competencia con menor satisfacción fue *“Dada su formación en una segunda lengua, investiga y aplica temas propios de su profesión, desde un marco de referencia internacional y multicultural”*, resultado que en concordancia a los comentarios tanto de empleadores como de graduados, demuestra que es importante que la Escuela fomente el aprendizaje de un segundo idioma, con predominancia el inglés, para aumentar su competitividad en el mercado laboral. En el programa de Matemáticas la competencia con mayor satisfacción es *“Identifica problemas en situaciones reales o abstractas y propone soluciones factibles*

soportadas en métodos matemáticos”, por el contrario, la competencia con menos satisfacción fue *“Participa en proyectos multidisciplinarios de investigación básica o aplicada, enfocados en los problemas prácticos que demanda la sociedad”*, observación que está de acuerdo con el perfilamiento de los graduados del programa, debido a que el principal campo de acción es la enseñanza con 62,96% , a comparación de la investigación con 22,22%, a su vez algunos profesionales perciben que el programa está dirigido a áreas de las Matemáticas que están más relacionadas con la docencia, prefiriendo estos tener un enfoque guiado a la investigación y a los campos de la Matemática aplicada.

Cabe resaltar que los graduados respecto a la formación brindada por la Escuela de Matemáticas, la consideran de gran calidad, gracias a que sus docentes están altamente calificados y reflejan esta cualidad sobre sus estudiantes, esto se demuestra cuando en torno sí recomendarían su programa en la UIS, el 96,15% afirma que lo haría. Sin embargo, el estudio también arrojó que los graduados perciben la necesidad de mejorar la relación docente – estudiante, pues reconocen las capacidades de los profesores, pero no están satisfechos con el trato de algunos educadores. Y a su vez mencionan falta en la gestión de prácticas o introducción al mercado laboral por parte de la Escuela.

El análisis de conglomerado se realizó mediante el método jerárquico de Ward, para cada uno de los momentos en los dos programas, generando los siguientes resultados: en el programa de Matemática; para el momento 0, se tuvieron 2 clusters con una participación del 73,33% y 26,67%, correspondientes a los grupos de personas que se encuentran satisfechas e insatisfechas con las competencias del PEP, respectivamente; para el momento 1 y 5, se tuvieron 3 clusters, cuya participación fue 40%, 50% y 10%, pertenecientes a los grupos de personas que se encuentran satisfechas, muy satisfechas y

muy insatisfechas. En cuanto al programa de Licenciatura en Matemáticas; para el momento 0, se generaron 3 clusters con una participación del 58,33%, 37,5% y 4,17%, correspondientes a los grupos de personas que se encuentran muy satisfechas, satisfechas y muy insatisfechas con las competencias del PEP, respectivamente; para el momento 1 y 5, se tuvieron 3 clusters, cuya participación fue 48,28%, 44,83% y 6,9%, pertenecientes a los grupos de personas que se encuentran muy satisfechas, satisfechas y muy insatisfechas.

A su vez, se menciona que en el ámbito del nivel de identidad con la UIS, los estudiantes demuestran tener un nivel alto y medio en su sentido de pertenencia con la Universidad, siendo estos 82,05% y 17,95% respectivamente; respaldando la cifras, el análisis de minería de texto, identifica que factores consideran los graduados como ventajas de estudiar en la UIS, entre ellos: Calidad de los docentes, recursos físicos y en educación, ofrecer una formación integral, la accesibilidad, la economía, las ayudas y apoyos financieros y educativos, la cercanía, la exigencia, el prestigio y renombre de la Universidad.

Gracias a la comparación con el proyecto “Estudio de Seguimiento a Egresados de la Escuela de Matemáticas al Programa de Licenciatura en Matemáticas y al Programa Matemáticas de la Universidad Industrial de Santander”, elaborado por Myriam Capataz y Yahaira Calderón, en el 2017; se obtuvieron observaciones significativas acerca de la evolución de los graduados del programa de Licenciatura en Matemáticas, pues en la sección “Selección, procesamiento y transformación de los datos. Programa de Licenciatura en Matemáticas”, en la cual tuvieron en cuenta únicamente a los graduados de Licenciatura en Matemáticas entre los años 2007 – 2016, se identifican las siguientes anotaciones: en el programa, según el proyecto del 2017, la población estaba constituida

en un 55% por el género femenino; para el proyecto actual, el género que predomina es el masculino con 56,6% y el femenino constituye el 43,4%, es decir, que el género femenino tuvo una reducción en su participación general del 21,09% (-21,09%). Con respecto a un posgrado realizado por los Licenciados, para el 2017, el 39% de la población no había realizado ninguno y solo el 4,6% de los graduados habían realizado un Doctorado; para el actual proyecto el 24,14% no ha realizado ningún posgrado, representando una reducción del 38,10% (-38,10%); pero, para el momento de este proyecto ninguno de los encuestados había realizado un doctorado, sin embargo, el análisis si arrojó la intención de cursar un doctorado. En el anterior proyecto una de las preguntas de la encuesta refería a, qué posgrado estaría interesado en cursar en la Escuela de Matemáticas, la Maestría en Educación Matemática (modalidad investigación) y Maestría en Educación Matemática (modalidad de profundización) obtuvieron mayor preferencia; siendo esta una pregunta similar a la utilizada en el instrumento del actual proyecto, se puede hacer la siguiente observación, en torno a la generalidad del interés de los graduados por las especializaciones de la escuela, es negativa, es decir los porcentajes de desinterés son superiores; sin embargo, los porcentajes de interés de la Maestría en Educación Matemática (modalidad investigación) y Maestría en Educación Matemática (modalidad de profundización) siguen siendo los mayores con 37,74% y 22,64% respectivamente, le siguen Especialización en Estadística con 20,75% y Maestría en Matemática con 16,98%; es importante mencionar que en torno a la oferta de los programas de extensión, la generalidad si muestra interés por el Diplomado en el uso de material didáctico para la enseñanza de la Matemática (54,72%). En lo referente a la situación laboral de los graduados, una cifra que preocupa es identificar que al momento del proyecto de 2017 la mayoría de los licenciados obtenía

su primer empleo antes de graduarse (53%), facilidad con la que hoy no cuentan los graduados, pues al momento del estudio, sólo el 21,05% de los graduados ya estaba trabajando al momento del grado, lo que supone una reducción del 60,28% (-60,28%). También se logró observar una tendencia en la actividad económica de los graduados la cual muestra que para el 2017 el porcentaje de licenciados ejerciendo en empresas privadas iba en aumento, aunque las empresas públicas tenían un 48,4% de participación de toda la población, este porcentaje iba decayendo al pasar los años; esta observación se repite en el actual proyecto, pues los graduados en el 2015 la totalidad son empleados del gobierno, del 2016 el 80% son empleados del gobierno, en 2017, 44,44% laboran para el gobierno, 44,44% laboran para empresa particular y el 11,11% es trabajador independiente, y ya para graduados en el 2018, el porcentaje que labora en empresa particular es el 50%, empleado del gobierno 25% e independiente 25%; este comportamiento continúa de la siguiente manera, 2019 (100%), 2020 (75%) y en el 2021, 75% son empleados de empresa particular y el 25% son trabajadores independientes; y en la generalidad, el porcentaje de graduados, que son empleados del gobierno, es del 36,84%, lo que indica una reducción del 23,88% (-23,88%).

8. Recomendaciones

Se recomienda a la Escuela de Matemáticas continuar desarrollando estudios de seguimiento a graduados que apoyen los procesos de acreditación de los programas ofrecidos y la pertinencia del plan de estudios.

Se sugiere fomentar la participación en los estudios de seguimiento de los estudiantes próximos a obtener su título profesional, además de fortalecer la relación con los graduados

con el propósito de que en el futuro se obtenga mayor participación en la toma de decisiones estratégicas al interior de la Escuela.

Se recomienda analizar e implementar acciones que fortalezcan las falencias identificadas por los empleadores y graduados como: mayor dominio de una segunda lengua, mayor gestión en prácticas, pasantías e intercambios, inclusión de herramientas tecnológicas.

Se sugiere para el programa de Matemáticas profundizar en las áreas de la Matemática aplicada y la investigación, así como también, la enseñanza de otros lenguajes de programación como Python.

Se sugiere para el programa de Licenciatura en Matemáticas profundizar en metodologías enfocadas en la pedagogía y didáctica que suplan las necesidades educativas en Colombia; además de aumentar la parte práctica desde el aula.

Se recomienda fomentar en los graduados la importancia de actualizar y enriquecer la calidad de los perfiles en las redes profesionales como LinkedIn y ResearchGate, con el fin de obtener networking entre los graduados.

Se sugiere a la Escuela la creación y aumento de la actividad en redes sociales y profesionales con el fin de mantener una comunicación activa con los graduados.

Se recomienda rediseñar el instrumento de medición para futuros estudios de seguimiento, teniendo en cuenta las tendencias, faltantes, necesidades, pertinencias y competencias exigidas por el mercado laboral en su momento.

Se sugiere fortalecer las competencias con menor grado de satisfacción mediante estrategias y acciones dentro del entorno académico y social de la Escuela.

Referencias bibliográficas

- ABET. (s. f.). *About ABET / ABET*. Recuperado 18 de febrero de 2021, de <https://www.abet.org/about-abet/>
- Acerca de la minería de textos. (s/f). IBM Knowledge Center. Recuperado el 22 de enero de 2021, de https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS3RA7_sub/ta_guide_ddita/textmining/shared_entities/tm_intro_tm_defined.html
- Alarcon, D. M. E. B. (2014). Seguimiento de Egresados: Una Excelente Estrategia Para Garantizar Una Educación de Calidad (Illustrated ed.). Palibrio.
- Aplique Data Science con IBM SPSS Modeler - Colombia | IBM. (s/f). IBM SSPS Modeler. Recuperado el 23 de enero de 2021, de <https://www.ibm.com/co-es/products/spss-modeler>
- Baeza-Yates, R. “Tendencias en minería de datos de la Web”. *El profesional de la información*, 2009, enero-febrero, v. 18, n. 1, pp. 5-10
- Balzarini, M., Bruno, C., Córdoba, M., & Teich, I. (2015). Herramientas en el análisis estadístico multivariado. *Escuela Virtual Internacional CAVILA. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.*
- Blanco, J. V., & Olmo, F. M. (2004). *ESTUDIO SOBRE LA INSERCIÓN LABORAL DE LOS GRADUADOS EN PEDAGOGÍA EN LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA. Barcelona: Universidad de Barcelona.*
- Borroto Cruz, Eugenio Radamés, & Salas Perea, Ramón Syr. (2004). Acreditación y evaluación universitarias. *Educación Médica Superior*, 18(3), 1. Recuperado en 20 de enero de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412004000300001&lng=es&tlng=pt.
- Braga, L. P. V., Valencia, L. I. O., Carvajal, R. S. S., & Medeiros, L. A. D. J. (2010). Introducción a la Minería de Datos (1.^a ed.). Editora E-papers.

- Buesaquillo Cuaicuan, W. F., & Paz Gamboa, R. M. (2016). Seguimiento a economistas egresados de la universidad de Nariño. *Tendencias*, 17(2), 13. <https://doi.org/10.22267/rtend.161702.1>
- Calderón, C. E. & Camacho Gómez, P. F. (2019). *Estudio de seguimiento a graduados del programa académico de Química de la Universidad Industrial de Santander* (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Capataz Pérez, M. L. & Calderón Iriarte, Y. (2017). *Estudio de Seguimiento a Egresados de la Escuela de Matemáticas al Programa Licenciatura en Matemáticas y al Programa Matemáticas de la Universidad Industrial de Santander* (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Casal, J., & Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo. *Rev. Epidem. Med. Prev*, 1(1), 3-7.
- Consejo Nacional de Acreditación. ¿Qué significa calidad en la educación superior? ¿Cómo se determina? - CNA. (n.d.). Obtenido de [1741/article-187264.html](https://www.cna.gov.co/1741/article-187264.html)
- Cuadras, C. M. (2007). NUEVOS MÉTODOS DE ANÁLISIS MULTIVARIANTE. de la Fuente Fernández, S. (2011). Análisis Factorial.
- Encuestas profesionales con LimeSurvey*. (s. f.). Grupo Spri. Recuperado 28 de enero de 2022, de <https://www.spri.eus/euskadinnova/error500.asp?aspxerrorpath=/home.aspx>