

# Seguimiento a graduados del programa Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander mediante análisis multivariado y la red profesional LinkedIn

Henry Lamos-Díaz, Yuly Andrea Ramírez-Sierra & Magda Lorena Rangel-Granados

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. [hldiaz@uis.edu.co](mailto:hldiaz@uis.edu.co),  
[yandrea.ramirez@gmail.com](mailto:yandrea.ramirez@gmail.com), [lore069522@gmail.com](mailto:lore069522@gmail.com)

**Resumen**— En la necesidad de analizar el impacto de los egresados en la sociedad, la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales realiza un estudio de seguimiento desde la perspectiva de sus graduados con el fin de evaluar su desempeño en el mercado laboral, la calidad y pertinencia del programa académico. La metodología del estudio se basa en las fases del proceso de descubrimiento del conocimiento (KDD), en donde a partir de métodos como análisis factorial, agrupamiento y minería de texto se construye el perfil de los graduados de Ingeniería Industrial entre los años 2013-2018, con el fin de identificar aspectos importantes y de apoyo a la toma de decisiones estratégicas por parte de las directivas del programa académico.

**Palabras Clave**— Seguimiento a graduados; pertinencia; calidad de la educación; análisis multivariado; minería de datos.

Recibido: 16 de septiembre de 2019. Revisado: 10 de diciembre de 2019.  
Aceptado: 19 de febrero de 2020.

## Follow-up to graduates of the Industrial Engineering program of the Industrial University of Santander through a multivariate analysis and the professional network LinkedIn

**Abstract**— From the need to analyze the impact of graduates in society, the School of Industrial and Business Studies did a follow-up study from the perspective of its graduates in order to evaluate their performance in the working market, quality and relevance of the academic program.

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

**Keywords**— Graduates follow-up; pertinence; education quality; multivariate analysis; data mining.

## 1. Introducción

Las universidades tienen como compromiso la evaluación continua de la calidad de la educación que ofrecen. Los estudios de seguimiento a graduados apoyan al proceso de la evaluación de la calidad, debido a que permite recopilar información sobre la calidad y pertinencia de la educación recibida por medio de sus egresados.

En Colombia, el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) es un sistema que ofrece a las Instituciones de Educación

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

En el presente estudio se presenta un nuevo marco de trabajo de seguimiento a los graduados de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE), para así poder dar continuidad al trabajo realizado en el año 2014 titulado “Framework para el proceso de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander” [1].

La información recolectada abarca los periodos comprendidos entre 2013 y 2018, usando un instrumento de medición tipo encuesta con preguntas estructuradas y abiertas, adicionalmente, se recolecta información de los graduados que reposa en la red de profesionales LinkedIn, que complementa la información primaria. Los análisis se realizaron usando diferentes métodos para datos estructurados y no estructurados.

El presente documento consta de las siguientes partes, marco de referencias que presenta los antecedentes de los estudios de seguimiento de graduados de la EEIE y de algunas universidades a nivel nacional, la importancia de estos estudios en diferentes países, y la base teórica que soporta la importancia de la realización del seguimiento a graduados en las IES; posteriormente, se presenta el enfoque desarrollado para el seguimiento, la metodología basada en las fases del proceso de descubrimiento de conocimiento y finalmente, se presentan las conclusiones.

## 2. Marco teórico

Según el OLE [2] la calidad es un atributo del servicio público de la educación en general, y en particular, al modo como ese servicio se lleva a cabo, expresado en el grado de cumplimiento de

**Cómo citar este artículo:** Lamos-Díaz, H., Ramírez-Sierra, Y.A. and Rangel-Granados, M.L., Seguimiento a graduados del programa Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander mediante análisis multivariado y la red profesional LinkedIn. Educación en Ingeniería, 15(29), pp. 73-82, Agosto 2019 - Febrero 2020.

un conjunto de características que exponen las condiciones que sería deseable lograr por un programa o una institución.

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

Según Tunnermann [3] la pertinencia es el papel que la educación desempeña en la sociedad y lo que ésta espera de ella. Así, la pertinencia de la educación superior se debe evaluar en la función del “deber ser” enlazado con lo que la sociedad espera de la manera en que las IES fomentan la educación responsablemente, buscando interactuar con la sociedad y el mundo laboral.

La pertinencia educativa es la forma en que las IES y el entorno se relacionan, mediante la concordancia que hay entre la misión de la institución educativa y las expectativas de la sociedad sobre una educación ideal [4]; esta relación se da por medio de diferentes vías de la estructura interna de la Universidad y del entorno social [5].

La Educación Superior es un factor de desarrollo que genera profesionales como un elemento de crecimiento social [6]; también, la Educación Superior es un factor que influye en el desarrollo de la producción y los servicios, en el crecimiento económico, en la lucha contra la pobreza, y la promoción de la paz [7]; así que, la evaluación continua y sistemática de la institución universitaria es una actividad esencial para innovar, descubrir nuevos métodos de enseñanza - aprendizaje y optimizar recursos, a lo cual contribuyen los estudios de seguimiento graduados. Estos estudios permiten conocer información acerca del desempeño profesional, opiniones y sugerencias acerca de la calidad de la educación recibida y de las nuevas demandas del mercado laboral y del medio social [8].

Según la Universidad Nacional de la Plata UNLP [9], los estudios de seguimiento de graduados son una herramienta importante para analizar los caminos que siguen los nuevos profesionales, no solo en lo que respecta a su inserción laboral, sino al entorno y contexto en que se desenvuelven. Son también mecanismos poderosos de diagnóstico de la realidad con el potencial de inducir en las instituciones la reflexión sobre sus fines y valores, aportan elementos para analizar las ventajas y desventajas de los diferentes modelos y opciones educativas que permitan su fortalecimiento o revisión.

Según Schomburg [10], los estudios de graduados constituyen una forma de estudio empírico que puede proveer información valiosa para evaluar los resultados de la educación y entrenamiento de una Institución de Educación Superior específica. Esta información puede ser utilizada para un mayor desarrollo de la institución en el contexto de una garantía de calidad. Estos estudios proponen un enfoque avanzado de seguimiento que permita, a la institución de educación superior, obtener información para indicar posibles deficiencias en un programa educativo dado y servir de base para futuras actividades de planificación. Por lo tanto, la información acerca del éxito profesional (carrera, posición, ingreso) de los graduados es

tan necesaria como la información sobre la relevancia del conocimiento y las destrezas (relaciones entre el conocimiento y las destrezas y los requisitos de trabajo, área de empleo, posición profesional). A los graduados también se les puede pedir evaluar retrospectivamente las condiciones del estudio y las facilidades (apoyo) que hayan recibido (evaluación en un sentido estrecho).

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

- Una mirada a los temas del mercado de empleo, por ejemplo: datos cuantitativos y estructurales sobre empleo y carreras.
- Un enfoque más comprometido con el carácter del trabajo y las competencias relacionadas.
- Una evaluación directa de las condiciones de estudio y los recursos de acuerdo con la experiencia de los graduados.
- Una comprensión de los valores y las orientaciones de los graduados.
- La recolección de información, con enfoque retrospectivo, de la educación superior.

En el anexo 1 se encuentra el marco de trabajo que fue desarrollado por los autores basándose en el “Framework para el proceso de seguimiento a graduados del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander” [1].

El proceso de KDD consta de cinco fases como se ilustra en la Fig. 1. En la fase de integración y recopilación de datos se determinan las fuentes de información que pueden ser útiles y donde conseguirlas. A continuación, se transforman todos los datos a un formato común, frecuentemente mediante un almacén de datos que consiga unificar de manera operativa toda la información recogida, detectando y resolviendo las inconsistencias. Este almacén de datos facilita enormemente la “navegación” y visualización previa de sus datos, para discernir que aspectos puede ser interesante estudiar.

Dado que los datos provienen en diferentes fuentes, pueden contener valores erróneos o faltantes. Estas situaciones se tratan en la fase de selección, limpieza y transformación, en la que se eliminan o corrigen los datos incorrectos y se decide la estrategia a seguir con los datos incompletos. Además, se proyectan los datos para considerar únicamente aquellas variables o atributos que van a ser relevantes, con el objetivo de hacer más fácil la tarea propia de la minería y para que los resultados de la misma sean más útiles. La selección tanto una criba o fusión horizontal (filas/registros) como vertical (columnas/atributos). Las dos primeras fases se suelen englobar bajo el nombre de “preparación de datos”.

En la fase de minería de datos, se decide cuál es la tarea a realizar (clasificar, agrupar, etc.) y se elige el método que se va a utilizar. En la fase de evaluación e interpretación se evalúan los patrones y analizan por expertos, y si es necesario se vuelve a las fases anteriores para una nueva iteración. Esto incluye resolver posibles conflictos con el conocimiento que se disponía anteriormente. Finalmente, en la fase de difusión se hace uso

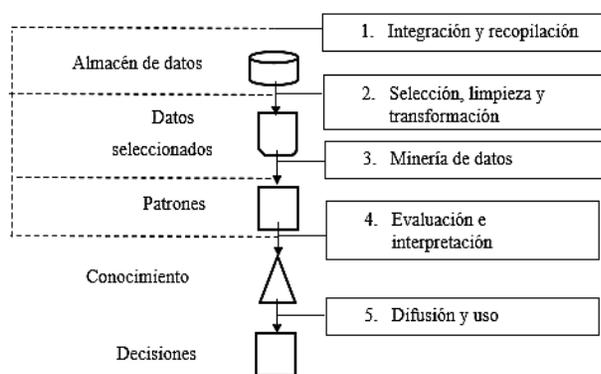


Figura 1. Fases del proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos, KDD.

Fuente: Introducción a la minería de datos. [11]

del nuevo conocimiento y se hace partícipe de él a todos los posibles usuarios. Para cada una de estas fases se emplean distintas técnicas de diferentes disciplinas.

### 3. Metodología y análisis de resultados

Para la construcción de los instrumentos de medición se tuvo en cuenta algunas partes de los formularios propuestos por el OLE para los momentos: cero, uno, tres y cinco, que corresponden a evaluaciones en el instante de la graduación, uno, tres y cinco años después del grado, respectivamente; se diseñaron preguntas que tienen que ver con la evaluación de las competencias que se desarrollan en el estudiante expresadas en el PEP; se incluyeron preguntas sobre el desarrollo de la vida; como por ejemplo, reconocimientos académicos y laborales, descripción personal por medio de una autobiografía. Adicionalmente, se agregaron preguntas relacionadas al uso de las redes sociales. En el anexo 2 se presenta la encuesta diseñada para los cuatro momentos evaluados. La encuesta para el momento de grado consta de las siguientes secciones: información personal y familiar, información académica y financiación, competencias, situación laboral, nivel de identidad con la UIS y satisfacción con los recursos ofrecidos por la UIS; para los otros tres momentos se eliminan las siguientes partes de la encuesta: información familiar, financiación y satisfacción con los recursos ofrecidos por la UIS.

La encuesta por internet es la más adecuada para realizar el seguimiento a graduados pues, es un método rápido para recolectar información, permite personalizar los cuestionarios y los egresados pueden acceder en cualquier momento y lugar. La encuesta fue activa y pasiva pues se envió por correo electrónico usando la base de datos disponible en la oficina de Alianza Industrial (oficina encargada de realizar los convenios para las pasantías y prácticas empresariales y también de mantener contacto con los egresados) y se realizó una fuerte campaña a través de las redes sociales de la Universidad y de la escuela, adicional se publica como noticia en la página web de la EEIE.

El estudio de seguimiento a graduados se realiza mediante una investigación exploratoria y descriptiva, la primera de ellas tiene como objetivo principal brindar información y comprensión sobre la situación del problema [12], que para este caso particular sería determinar la respuesta sobre la calidad y

Tabla 1.

Registros recolectados.

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

Fuente: Los autores

pertinencia del programa de Ingeniería Industrial a través del perfil de los graduados. La investigación descriptiva es concluyente y tiene como finalidad describir algo, por lo regular las características de lo que se está analizando, como lo son las variables que intervienen en la creación del perfil de los egresados, adicional a esto se realiza un diseño transversal que se caracteriza por recopilar información en un solo momento y durante un tiempo determinado. El enfoque del proyecto es cualitativo y cuantitativo.

El tipo de muestreo utilizado es muestreo por conveniencia, ya que se seleccionan los elementos muestrales más adecuados (los que responden a la solicitud y relacionamiento entre ellos) y la "representatividad" se hace de manera que haya la mayor cantidad de respuestas de egresados durante los periodos de estudio. La población objeto de estudio está conformada por los 1262 graduados del programa de Ingeniería Industrial en el periodo comprendido entre los años 2013 y 2018.

Los registros obtenidos para cada momento durante los tres meses de recolección de la información se muestran en la Tabla 1.

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

#### 3.2. Análisis preliminar

A continuación, se describe brevemente los resultados obtenidos del instrumento de medición para los cuatro momentos.

**Momento cero:** El único país de residencia de los graduados de este momento es Colombia, el 59,2% son mujeres y el 87,8% es soltero(a).

El idioma extranjero más estudiado es inglés (89,8%) y el nivel en habilidades de habla, lectura, escucha y escritura es medio; otros idiomas estudiados son: portugués, francés, alemán e italiano. La competencia que presenta mayor satisfacción en los graduados del M0 es: compromiso con el desarrollo humano, social, económico y sostenible del entorno.

El 69,39% de los graduados encuestados se encuentra trabajando y el 63,89% de ellos están en un cargo operativo. Los campos de acción predominantes son: planeación (36,31%), costos y finanzas, asesoría y consultoría y gestión de la calidad están presentes con el 22,2% cada uno; en cuanto a técnicas de Ingeniería Industrial que utilizan en sus labores se destacan: mejoramiento continuo (47,2%), normas de calidad

(38,9%) y modelos de pronósticos (16,7%).

El 66,7% de los graduados se encuentran en un trabajo que requiere el nivel de estudios obtenido y el 16,7% están en un trabajo que demanda un título inferior al pregrado.

Las ocupaciones con mayor presencia de Ingenieros Industriales son: finanzas y administración (48%) y ventas-servicios (28%). De lo sectores económicos predominan: comercio (17,14%), educación (17,14%), asesoría-consultoría (11,43%) e industrias manufactureras (11,43%).

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

Alrededor del 24,5% se encuentran buscando trabajo.

**Momento uno:** Nuevamente el único país de residencia es Colombia, el 57,9% son mujeres y el 68,4% está soltero(a).

El idioma extranjero más estudiado es inglés (78,9%) y el nivel en habilidades de habla, lectura, escucha y escritura es medio; otros idiomas estudiados son: portugués y alemán. La competencia que presenta mayor satisfacción en los graduados del M1 es: diseñar, dirigir, transformar y mejorar los procesos.

El 84,21% de los graduados encuestados se encuentra trabajando y el 50% de ellos están en un cargo con nivel de mandos medios y el 31,25% en un nivel operativo. Los campos de acción predominantes son: logística (31,3%), costos y finanzas, asesoría y consultoría y planeación están presentes con el 25% cada uno; en cuanto a técnicas de Ingeniería Industrial que utilizan en sus labores se destacan: mejoramiento continuo (68,8%), normas de calidad (25%) y estudio de métodos y tiempos (25%).

El 68,75% de los graduados están en un trabajo cuyo nivel de estudios es igual al título obtenido y sólo el 6,25% se encuentran en un empleo que requiere estudios inferiores (tecnológicos).

Las ocupaciones con mayor presencia de Ingenieros Industriales son: finanzas y administración (25%) y ventas-servicios (43,75%). De lo sectores económicos predominan: comercio (18,75%) y asesoría-consultoría (25%).

El nivel de pertenencia con la UIS es alto (84,2%), medio (10,5%) y bajo (5,3%). Las posibilidades laborales como egresado UIS se consideran buenas y moderadas con un 36,84% cada una. El 63,16% cursaría otros estudios en la UIS, en su gran mayoría especialización y maestría, los dos con un porcentaje de 41,67%.

Un dato relevante de los resultados es que hay un 10,53% que se encuentran inconformes con la profesión. El 94,7% recomendaría el programa. El 15,79% está buscando trabajo.

**Momento tres:** Los graduados de este momento se encuentran en Colombia (93,5%) y México. El 54,8% son mujeres y el estado civil que predomina (87%) es soltero(a).

El idioma extranjero más estudiado es inglés (67,7%) y el nivel en habilidades de habla, lectura, escucha y escritura es medio; otros idiomas estudiados son: francés, portugués, italiano y alemán. La competencia con mayor satisfacción es: desarrollo pleno de potencialidades.

Al analizar la situación laboral de M3 se tiene que el 80,65% de los graduados se encuentran trabajando. El 6,45% están buscando trabajo. De los que están trabajando el 38,46% se

desempeñan en un nivel administrativo y en segundo lugar mandos medios y operativo con el 26,92% cada uno.

Los campos de acción destacados son: gestión de calidad (34,6%), asesoría-consultoría (30,8%) y planeación (26,9%). En cuanto a las técnicas de ingeniería industrial que se usan con mayor frecuencia se encuentra normas de calidad con el 65,4%, mejoramiento continuo (42,3%) y para modelos de pronósticos, planeación de la producción con ERP y justo a tiempo se tiene un porcentaje de 11,5% cada una.

Las ocupaciones con mayor presencia de graduados son: dirección-gerencia (31,58%) y finanzas y administración (21,1%). Los sectores económicos destacados son: asesoría-consultoría (23,1%) y educación (15,4%).

Alrededor del 50% de los graduados están en un trabajo cuyo nivel de estudios es superior al título obtenido en el pregrado. Como actividades de formación adicionales al pregrado, los egresados han realizado cursos (67,7%), diplomados (48,4%), especializaciones (29%) y maestrías (12,9%), las áreas de los estudios cursados han sido en su mayoría salud ocupacional, gestión de proyectos y calidad, aunque algunos de los egresados han estudiado mercadeo, control de inventarios, creación de empresas y planeación estratégica.

La pertenencia UIS para este momento es alta (74,2%), adicional a esto las posibilidades laborales como egresado UIS se consideran buenas (51,61%) y moderadas (35,48%). El 67,7% de los egresados registrados cursarían otros estudios en la UIS y el 12,9% ya lo está haciendo, en su gran mayoría el tipo de estudio a realizar sería maestría con un porcentaje de 71,43%, especialización (14,3%), diplomados (9,5%) y seminarios/cursos (4,8%).

El programa es recomendado por el 96,8% de los graduados registrados en este momento y la satisfacción con la profesión es 48,4% muy satisfecho y el 51,6% satisfecho.

**Momento cinco:** Los países de residencia de los graduados de este momento son Colombia (83,7%), Australia, Brasil, Chile, España y México. El 70,3% son mujeres y el estado civil que predomina (64,9%) es soltero(a).

El idioma extranjero más estudiado es inglés (89,2%) y el nivel en habilidades de habla, lectura, escucha y escritura es medio; otros idiomas estudiados son: francés, portugués y alemán. La competencia con mayor satisfacción es aplicar valores y ética profesional.

Como actividades de formación adicionales al pregrado, los graduados han realizado cursos (59,5%), diplomados (54,1%), especializaciones (43,2%) y maestría (24,3%). El área más común de los estudios mencionados anteriormente es gestión, evaluación y gerencia de proyectos, aunque también se encuentra: calidad, seguridad y salud en el trabajo, finanzas y administración, logística, costos, comercial y ventas, análisis de procesos y la creación y dirección de empresas.

La situación laboral que se presenta en este momento es que el 86,49% de los graduados se encuentran trabajando. El 2,7% están buscando trabajo. De los que están trabajando el 34,29% se desempeñan en mandos medios y en nivel administrativo el 31,43%. Los campos de acción destacados son: planeación (37,1%), gestión de la calidad (22,9%) y con el 20% está costos y finanzas. En cuanto a las técnicas de ingeniería industrial que se usan con mayor frecuencia se encuentra normas de calidad (55,9%) y mejoramiento continuo (50%).



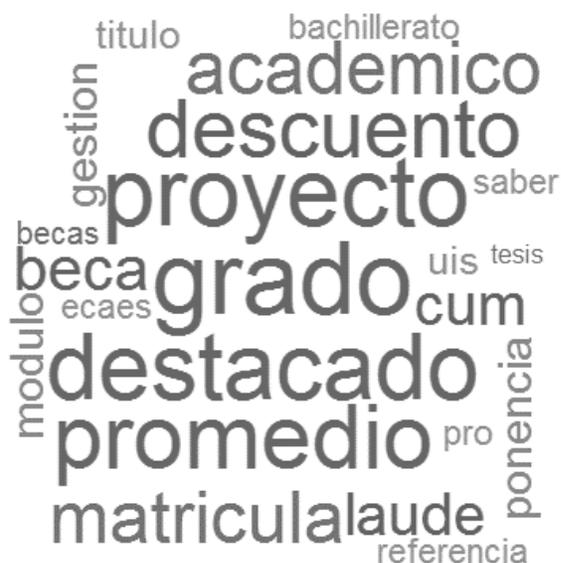


Figura 5. Nube de palabras del reconocimiento académico M0.  
Fuente: Rstudio.

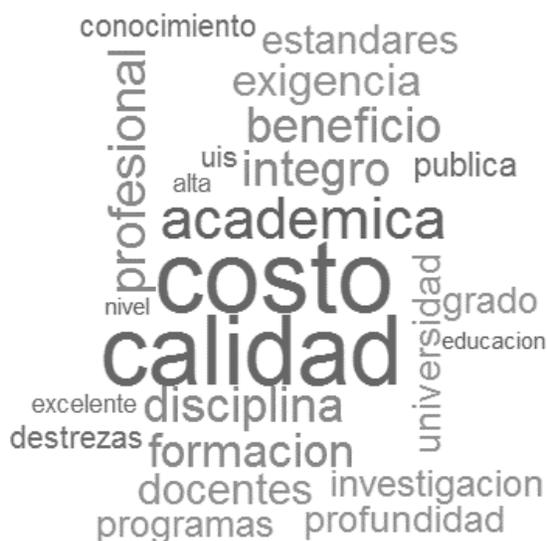


Figura 6. Nube de palabras sobre ventajas de estudiar en la UIS M5.  
Fuente: Rstudio.

### 3.3. Análisis factorial

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

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

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

Para cuantificar la opinión de los graduados sobre el nivel de desarrollo de las competencias, se asigna un valor numérico a la escala cualitativa: no sabe (1), muy insatisfecho (2), insatisfecho (3), satisfecho (4), muy satisfecho (5). Debido a que se está evaluando el nivel de satisfacción con las competencias, la alternativa de respuesta no sabe/no responde no se tiene en cuenta para los análisis multivariados.

Según Martínez & Sepúlveda [13], las etapas para la aplicación del análisis factorial exploratorio son:

- Objetivos: La reducción de variables es el principal objetivo, pero adicional a esto, se identifican las variables más relevantes (factores) para realizar otro tipo de análisis.
- Diseño: Evaluar el número y tipo de variables que harán parte del análisis. Lo ideal es trabajar con variables numéricas, de no ser así deben codificarse.
- Supuestos: Los supuestos del análisis factorial se basan en las correlaciones que existen entre las variables; para este caso, se examina la matriz de correlaciones que se genera de las variables originales (9 competencias del PEP), revisando el valor estadístico KMO, la prueba de esfericidad de Bartlett y las medidas de adecuación de nuestro MSA.
- Derivación de los factores y evaluación del ajuste global: Las metodologías más utilizadas son el análisis de componentes principales y el análisis de factores comunes. Los nuevos factores buscan la mejor combinación lineal para explicar así, la mayor variabilidad de las variables originales.
- Interpretación de los factores: Se realiza mediante el apoyo de la matriz de factores, la cual contiene las ponderaciones (cargas o pesos) de cada variable y la rotación de factores que para este estudio fue varimax porque cumple con los objetivos del análisis que es reducir el número de variables y facilitar la interpretación de los factores.
- Juzgamiento de la significancia de los factores: Se evalúan cómo fueron las ponderaciones, para que sea más fácil identificar el grado de aporte de cada una de las variables en los nuevos factores. En la Fig. 7 se resumen los pasos a seguir para realizar análisis factorial.

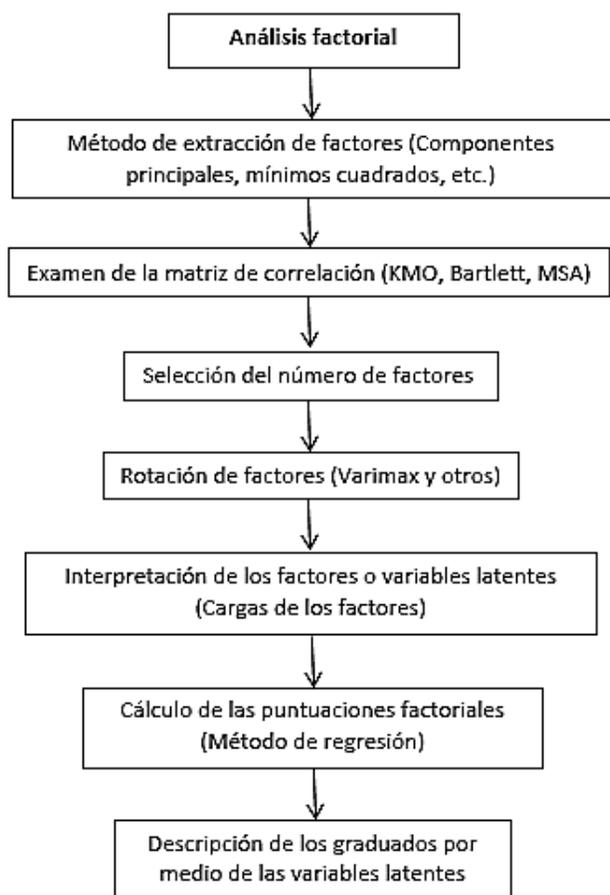


Figura 7. Pasos análisis factorial.  
Fuente: Los autores

A continuación, se presenta el análisis factorial:

**Momento cero:** El valor estadístico de KMO (0.704) refleja que se puede aplicar el análisis factorial con el propósito de encontrar un número menor de variables sin tanta pérdida de información. Por otro lado, la prueba de esfericidad de Bartlett rechaza la hipótesis nula de que la matriz de correlación de la población es una matriz de identidad. El chi cuadrado aproximado es de 58,787 con 21 grados de libertad, con un nivel de significancia menor a 0,05, debido a esto no se acepta la hipótesis nula, por lo que existen correlaciones significativas entre las variables y el modelo factorial es pertinente.

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

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

Los factores quedan así: factor uno está compuesto por CL7, CL1, CL4, CL2 que se podría describir como competencias

estratégicas e integrales en procesos para aumentar competitividad por medio de TICS y el factor dos conformado por CL9, CL8, CL3 que se refiere a habilidades de liderazgo apoyadas en la mejora de capacidades para buscar un desarrollo sostenible del entorno.

Se realiza un análisis factorial confirmatorio eligiendo las variables CL7, CL1, CL4, CL2 que componen el primer factor y las variables CL9, CL8, CL3 para el segundo factor. Los análisis de los resultados confirman las hipótesis. Así, que se procede hallar un score para cada individuo en cada una de las nuevas variables determinadas. El score se obtiene como la suma de calificaciones dadas en cada variable observada; teniendo en cuenta que la máxima calificación por competencia es 5, entonces, como el primer factor está representado por cuatro competencias, la máxima suma de calificaciones posible es 20, para el caso del segundo factor sería 15.

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

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

Momento uno: La prueba de esfericidad de Bartlett rechaza la hipótesis nula de que la matriz de correlación de la población es una matriz de identidad. El valor del estadístico de KMO es 0,703, por ende, se puede considerar que el modelo factorial es apropiado para los datos considerados. La varianza acumulada de los dos componentes que se obtienen representa el 69,490%.

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

Así, se obtienen dos factores como resultado del análisis factorial y los scores correspondientes; el factor uno está conformado por las competencias CL6, CL4, CL7, CL2, CL3, CL1 que describe las habilidades estratégicas e integrales en procesos para aumentar la competitividad sostenible por medio de TICS y gestión del talento humano; el factor dos está representado por CL9, CL8 y CL5 que se relaciona con las competencias en emprendimiento apoyadas en las potencialidades de equipos interdisciplinarios. Por otro lado, como el factor uno lo representan seis competencias la máxima suma de calificaciones es 30 y para el factor dos sería 15.

Los individuos que calificaron superior a 25 las competencias relacionadas con el factor uno, se encuentran satisfechos, valoraciones inferiores a dicho valor no presentan buena satisfacción. En cuanto al factor dos, los graduados que realizaron calificaciones mayores a 12 están satisfechos con estas competencias, para valores menores a dicho valor la satisfacción es regular.

**Momento tres:** La prueba de esfericidad de Bartlett no acepta la hipótesis nula de que la matriz de correlación de la población es una matriz de identidad. El valor del estadístico de KMO (0,905), por ende, puede considerarse que el análisis

factorial es una técnica apropiada. La varianza explicada por el componente que se forma representa el 81,454%.

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

El score que se obtiene describe el nivel de satisfacción de las competencias de los Ingenieros Industriales UIS. Como se tienen en cuenta las nueve competencias la suma máxima de la calificación es 45. Las calificaciones y el valor del score se relacionan de manera lineal con corte en 35, así que en valoraciones mayores a dicho valor se encuentran los individuos satisfechos con las nueve competencias.

**Momento cinco:** La prueba de esfericidad de Bartlett no acepta la hipótesis nula de que la matriz de correlación de la población es una matriz de identidad. El valor del estadístico de KMO (0,739) considera que el modelo factorial es apropiado para los datos considerados.

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

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

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

### 3.4. Análisis de conglomerados

El análisis de conglomerados para la creación de los perfiles de los graduados realizado se basó en los pasos mostrados en la Fig. 8.

Las nueve competencias del PEP son las variables de segmentación. Se aplica el método jerárquico Ward, con el objetivo de realizar agrupamiento de los graduados para los cuatro momentos que se consideran en el estudio; este método se caracteriza por tener en cuenta la varianza dentro de los grupos y tiene tendencia a formar agrupamientos más compactos y de igual tamaño. En cada momento se generan 2, 3 y 4 conglomerados, y se elige el número de grupos en donde se presenta mayor diferencia de medias. Se genera una gráfica radial (Fig. 9) en donde se muestran los individuos promedio en las variables calificadas teniendo en cuenta las respuestas proporcionadas por los graduados del momento cero con respecto a la satisfacción de las competencias desarrolladas que tenían al momento de graduarse.

A partir de la Fig. 9 se describe el perfil de los graduados del momento cero en cada grupo respecto a la satisfacción en



Figura 8. Pasos análisis de conglomerados. Fuente: Los autores

cada competencia: el grupo 1 está constituido por los egresados que están muy satisfechos con las competencias con una calificación media igual a 4,39; en el grupo 3 está constituido por aquellos graduados satisfechos con media de 3,98 y por último el grupo 2 con media de 3,67. Para este momento las competencias CL4 y CL9 obtienen la mejor calificación en todos los grupos, superior a 4,11.

Para el momento uno, en la Fig. 10 se muestra el promedio de nivel de satisfacción en las competencias para cada grupo, por ejemplo, el grupo 1 está constituido por los egresados que están insatisfechos con las competencias con una media de 3,26. En el grupo 2 aumenta la satisfacción a 4,38. Las competencias mejor evaluadas en los dos grupos son: CL7, CL8 y CL9; y la que presenta mayor insatisfacción es la competencia CL5.

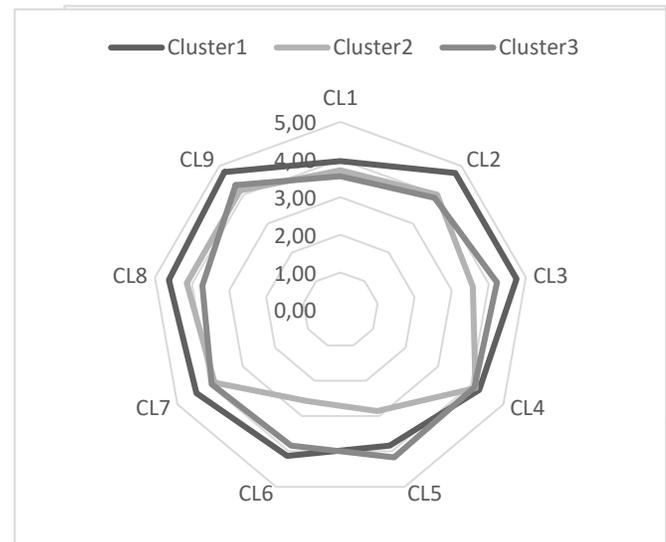


Figura 9. Conglomerados según competencias para el Momento Cero. Fuente: Los autores

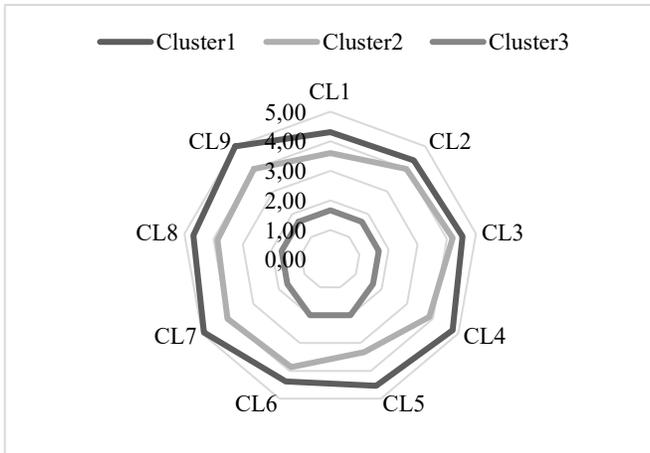


Figura 10. Conglomerados según competencias para el Momento Uno. Fuente: Los autores

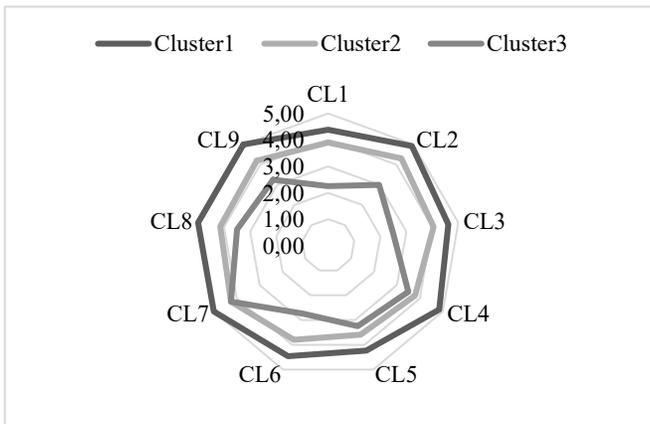


Figura 11. Conglomerados según competencias para el Momento Tres. Fuente: Los autores

En la Fig. 11 se muestra los grupos del momento tres, el grupo 3 presenta la mayor insatisfacción con una media de las competencias del individuo promedio de 1,74, para el grupo 2 la satisfacción aumenta a 3,86 y en el caso del grupo 1 sigue aumentando hasta 4,62. Las competencias CL7 y CL9 son las que tienen mayor satisfacción en los graduados.

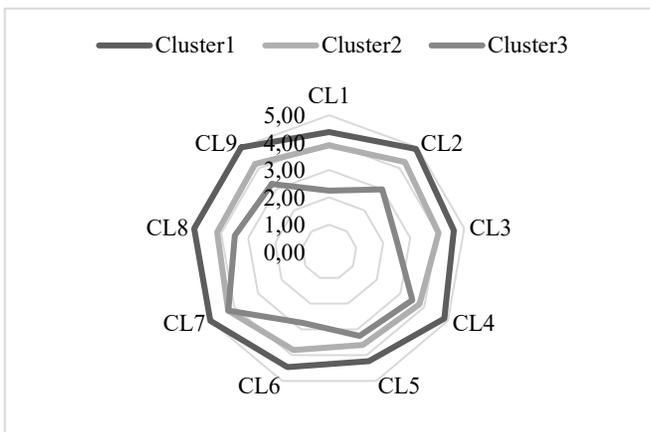


Figura 12. Conglomerados según competencias para el Momento Cinco. Fuente: Los autores

Tabla 2.

Número de graduados por momento en cada grupo

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

Fuente: Los autores

En el diagrama radial de conglomerados (Fig. 12) para el momento cinco se presenta el comportamiento de tres grupos, de los cuales el primer grupo se encuentra muy satisfecho con media de 4,72, el grupo 2 están satisfechos con media de 4,01 y el último grupo presenta menor satisfacción con media de 3,14. Nuevamente las competencias CL7, CL8 y CL9 presentan mejor satisfacción y según los graduados de este momento las competencias que se deben mejorar son CL1 y CL5.

De acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente en cuanto al agrupamiento, en la Tabla 2 se muestra el número de egresados que pertenecen a cada grupo por cada uno de los cuatro momentos.

#### 4. Conclusiones

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales se ha caracterizado por realizar seguimiento de graduados en periodos pertinentes para el proceso de acreditación, conociendo así la situación de los egresados en el mercado laboral lo que permite evaluar constantemente la pertinencia del programa. En este estudio se diseñó un nuevo instrumento de medición con el cual se logró mejorar el perfil actual del egresado de Ingeniería Industrial, se realizó un análisis de los datos estructurado y no estructurado usando diferentes herramientas computacionales. Los cuatro instrumentos de medición permitieron recolectar información relevante de los profesionales de Ingeniería Industrial UIS en ámbitos como: trayectoria académica y profesional, datos sociodemográficos y económicos, satisfacción profesional y personal, situación laboral, y pertinencias relacionadas con la Universidad.

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

El análisis factorial permitió reducir el número de variables de las competencias mediante el método de componentes principales para cada momento, creando nuevas variables latentes (factores) que ayudan a construir los perfiles en cada uno de los momentos.

Se realizó un análisis de conglomerados mediante el método de Ward, donde se tuvo en cuenta las medias para cada competencia obteniendo así los diferentes grupos para cada momento; el momento cero se compone por el 48,98% de los graduados que se encuentran muy satisfechos con las

competencias para el grupo uno, el 14,286% para el dos que se encuentran insatisfechos con las competencias y 36,735% para el tres que están satisfechos, para el momento uno se compone así: 31,579% para el grupo uno que se encuentran en un nivel de insatisfacción con las competencias y el 68,421% para el dos que se encuentran satisfechos, para el momento tres, el grupo uno está compuesto por 41,935% encontrándose muy satisfechos, el dos por el 48,387% quienes están satisfechos y el tres con 9,67% que se encuentran muy insatisfechos. Para el momento cinco la composición de los grupos es: 35,135% grupo 1 encontrándose muy satisfechos, 54,054% para el dos quienes están satisfechos y el 10,811% para el tres encontrándose en un nivel insatisfecho.

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

El análisis de conglomerados permitió realizar el perfilamiento en todos los momentos pues la creación de los grupos evidenció la diferenciación en cuanto a la satisfacción con las competencias, una vez agrupados por el nivel de satisfacción de las competencias, se realizó el cruce entre variables pertinentes para describir el perfil de los egresados.

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

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

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

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

## Referencias

- [1] Lamos-Díaz, H., Aguilar-Imitola, K.J. y Ramírez-Sierra, Y.A., Framework para el proceso de seguimiento a graduados del programa ingeniería industrial de la Universidad Industrial de Santander, *Revista Educación En Ingeniería*, [en línea]. 11(21), pp. 14-20, 2016. Disponible en: <https://educacioningenieria.org/index.php/edi/article/view/595/281>. DOI: 10.26507/REI.V11N21.595
  - [2] OLE. Estudios y documentos - Glosario. [en línea]. 2018. Disponible en: <https://ole.mineducacion.gov.co/portal/Estudios-y-documentos/Glosario/>
  - [3] Tunnermann-Bernheim, C., Pertinencia y calidad de la educación superior. Lección inaugural. Guatemala, [en línea]. 2006. Disponible en: <http://iep.udea.edu.co:8180/entornoPGU/bitstream/123456789/258/1/Pertinencia%20Calidad%20Educacion%20Superior%20-CarlosTunnermann.pdf>
  - [4] Sánchez-Hernández, O. y Valenzuela-Ojeda, G.A., Aportaciones para los estudios de pertinencia en la educación superior. Un camino hacia la calidad. En: *Debates en Evaluación y Currículum/Congreso Internacional de Educación Currículum*. [en línea]. (3) pp. 1-13, 2018. Disponible en: <https://posgradoeducacionuatx.org/pdf/2017/D039.pdf>.
  - [5] Ricardo, J.E., Coloma, M.A.V., Maldonado, A.T.C. y Hurtado, L.A.C., (). Reflexiones acerca de la pertinencia e impacto de la educación superior en Ecuador desde su perspectiva actual. *Revista Órbita Pedagógica*, [en línea]. 3(3), pp. 81-92, 2016. Disponible en: <http://revista.isced-hbo.ed.ao/rop/index.php/ROP/article/view/80>
  - [6] Flores, J.A. y Pernía, E.D., Tendencias globales que marcan el desarrollo de la educación superior en el Ecuador: pertinencia, regionalización y expansión de la oferta académica. *Universitas, Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, (29), pp. 217-239. 2018. DOI: 10.17163/uni.n29.2018.10
  - [7] Abad-Peña, G., López-Franco, M.L. y Fernández-Rodríguez, K.L., (). El sistema de educación superior ecuatoriano visto desde los principios de pertinencia y calidad. *Universidad y Sociedad*, [en línea]. 9(5), pp. 46-53, 2017. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/710>
  - [8] Aldana-de Becerra, G., Morales-González, F., Aldana-Reyes, J., Sabogal-Camargo, F. y Ospina-Alfonso, Á., Seguimiento a egresados. Su importancia para las instituciones de educación superior. *Teoría y Praxis Investigativa*, [en línea]. 3(2), pp. 61-65, 2008. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3701001>
  - [9] Medina, M.M., Mosconi, E., Albarracín, S., Coscarelli, N., Rueda, L. y Irigoyen, S., Modelo para la evaluación y seguimiento de los egresados aplicado en la facultad de odontología de la UNLP, [en línea]. 2005. Disponible en: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/96845>
  - [10] Schomburg, H., Manual para estudios de seguimiento a graduados universitarios (versión 3), [en línea]. 2004) 345 P. Disponible en: [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-136797\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-136797_pdf.pdf)
  - [11] Hernandez-Orallo, J., Ramírez-Quintana, M.J. y Ferri-Ramírez, C., *Introducción a la minería de datos*, Pearson Educación, Madrid, España, 2004.
  - [12] Malhotra, N.K., *Investigación de mercados*, 5ª ed., Pearson Educación, México, 2008.
  - [13] Martínez, C.M. y Sepúlveda, M.A.R. (). *Introducción al análisis factorial exploratorio*. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 41(1), pp. 197-207, 2012. DOI: 10.1016/s0034-7450(14)60077-9
- H. Lamos-Díaz**, es PhD. en Matemática - Física en 1997 de la Universidad Estatal de Moscú (LOMONOSOV), Rusia, MSc. en Informática en 1990 de la Universidad Industrial de Santander, Colombia, MSc. en Matemáticas en 1982 de la Universidad de la Amistad, Moscú, Rusia, y Matemático en 1981 de la Universidad de la Amistad, Moscú, Rusia. Es docente investigador del Grupo de Investigación en Optimización y Organización de Sistemas Productivos y Logísticos-OPALO; pertenece a la Asociación Colombiana de Investigación de Operaciones ASOCIO, es profesor titular de la Universidad Industrial de Santander adscrito a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander, Colombia.  
ORCID: 0000-0003-1778-9768
- Y.A. Ramírez-Sierra**, es Ing. Industrial en 2014 de la Universidad Industrial de Santander, Colombia, MSc. en Ingeniería Industrial en 2019 de la misma Universidad. Integrante del Grupo de Investigación en Optimización y Organización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos -OPALO. Profesora de cátedra en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander.  
ORCID: 0000-0001-6447-2291
- M.L. Rangel-Granados**, es Ing. Industrial en 2019 de la Universidad Industrial de Santander.  
ORCID: 0000-0002-1767-8315