

Framework para el proceso de seguimiento a graduados del programa ingeniería industrial de la Universidad Industrial de Santander

Henry Lamos-Díaz ^a, Karin Julieth Aguilar-Imitola ^b & Yuly Andrea Ramírez-Sierra ^c

^a Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. hldamos@uis.edu.co

^b Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. karin.aguilar@correo.uis.edu.co

^c Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. yaramsie@uis.edu.co

Resumen— El propósito de este trabajo es construir un framework como una herramienta dinámica de apoyo a las instituciones de educación superior para realizar el seguimiento de sus graduados en lo relacionado con la calidad y pertinencia de sus programas. El framework está conformado por seis componentes: identificación del problema, antecedentes nacionales e internacionales, elaboración del instrumento de medición, recopilación de la información; después, se realiza el proceso de descubrimiento de conocimiento, aplicando técnicas de análisis multivariante y de minería de datos, con el fin de descubrir patrones y relaciones entre los datos, e identificar los perfiles de los graduados que permiten finalmente desarrollar estrategias enfocadas al mejoramiento de la calidad y la pertinencia educativa, y al fortalecimiento de las competencias de los graduados. Este trabajo presenta los resultados para el Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, en el periodo comprendido entre 2007 y 2013.

Palabras Clave— análisis multivariante, calidad y pertinencia educativa, competencias, minería de datos, seguimiento a graduados.

Recibido: 6 de septiembre de 2015. Revisado: 1 de noviembre de 2015.

Aceptado: 25 de noviembre de 2015.

Framework for follow-up industrial engineering graduates of Industrial University of Santander

Abstract— The purpose of this paper is to build a framework, as a dynamic tool to support higher education institutions to follow up their graduates in relation to the quality and relevance of their programs. The framework consists of six components: problem identification, national and international background, development of measuring instrument, collecting information; later, knowledge discovery process is performed by applying multivariate analysis techniques and data mining in order to discover patterns and relationships between data, and identify profiles of graduates eventually allow developing strategies focused at improving educational quality and relevance, and to strengthen the skills of graduates. In this paper are the results for the Universidad Industrial de Santander's Industrial Engineering Industrial program, in the period between 2007 and 2013.

Keywords— multivariate analysis, education quality and pertinence, competences, data mining, graduates follow-up

1. Introducción

Debido a la transición del mundo hacia la sociedad del conocimiento y los nuevos retos que ésta impone, así como el acelerado avance de las nuevas y mejoradas tecnologías de la información [1], se requiere una educación superior comprometida con las necesidades de la comunidad, del

mundo laboral, de la familia y de manera especial con las necesidades, intereses y expectativas de los futuros profesionales [2]. Así, las instituciones de educación superior (IES) han considerado ofrecer programas académicos congruentes con las condiciones de la demanda laboral y social, incrementar sus relaciones con el gobierno y los sectores productivos [2], incentivar en los estudiantes el emprendimiento [1], y realizar convenios institucionales [3], con el fin de consolidar una institución de calidad y con pertinencia educativa [4].

En relación con la educación en ingeniería, la Universidad no sólo debe estructurar la ingeniería en función de unos saberes científicos y tecnológicos, sino enfocarla en la solución de problemas de la sociedad [5]. La ingeniería es parte esencial del proceso de innovación y busca la integración de conocimientos apropiados para el desarrollo [6].

Por otro lado, en los procesos de selección las empresas actualmente les exigen a los aspirantes el talento, las habilidades, los conocimientos y las competencias que les permitan afrontar de forma flexible el mundo laboral [7]. Blas [3], afirma que hoy las competencias son un referente para los sistemas de formación profesional, una forma de darle la mejor interpretación a los desempeños laborales y profesionales, un indicador para los sistemas de promoción e incentivos y un objetivo de evaluación y acreditación del trabajo profesional. Algunas de las competencias que se requieren de los ingenieros a escala mundial son el liderazgo, la capacidad de innovar, el emprendimiento, el trabajo interdisciplinario, la relación teórico-práctica, la investigación, el trabajo en equipo, las habilidades comunicativas, el compromiso social, el uso de tecnologías y el desarrollo socioeconómico [8].

Es fundamental que las IES analicen los efectos o impactos de la educación que ofrecen a los estudiantes [2], y den garantías suficientes para la empleabilidad y la competitividad de sus profesionales [9]. Entre algunas iniciativas de mejoramiento a la educación superior se encuentra el Proyecto Tunning Educational Structures in Europe (2000-2002), también implementado en América Latina [10], que permite mediante debates entre universidades lograr un consenso

sobre los aspectos claves que contribuirán a fortalecer la educación y a generar desarrollo socioeconómico [11].

Una de las formas de evaluar el impacto de los graduados en el entorno es por medio de estudios de seguimiento, que permiten conocer información acerca del desempeño profesional, y opiniones de los graduados y empleadores sobre la calidad de la educación recibida y las demandas del mercado laboral y del medio social [12] para que, con base en su análisis, los directivos de las IES y de los programas académicos tomen decisiones alineadas con sus planes estratégicos. En este sentido, los graduados son el resultado del proceso de formación y están en capacidad de reflexionar y analizar, si este proceso formativo fue efectivo [1].

En Colombia, en el 2005, con el fin de establecer políticas de seguimiento y vinculación a los graduados de las IES, el MEN crea el Observatorio Laboral para la Educación (OLE), sistema de información que permite analizar la calidad, las brechas y la pertinencia educativa a partir de los perfiles y el nivel de empleabilidad de los graduados, recolectando información de los empleadores y estudios sectoriales, y de los graduados en cuatro momentos, usando un enfoque longitudinal [13].

El propósito del trabajo de investigación es desarrollar un framework para el proceso de seguimiento a graduados con el fin de determinar la calidad y pertinencia del Programa de Ingeniería Industrial de la UIS en el periodo comprendido entre 2007 y 2013.

El *framework* está conformado por seis componentes (Fig. 1): identificación del problema, antecedentes nacionales e internacionales, elaboración del instrumento de medición, recopilación de la información, proceso de descubrimiento de conocimiento y desarrollo de estrategias. A continuación se describe la metodología para el desarrollo de la investigación con base en los últimos cuatro componentes

2. Metodología

En el componente tres se construye el instrumento de medición con base en la información recolectada de estudios

similares de la literatura académica realizados por Arrieta & De la Rosa, [14]; Red Gradua2 [15] y el OLE [16]. El instrumento tipo encuesta consta de las siguientes secciones: datos sociodemográficos, trayectoria académica y educativa, trayectoria profesional y laboral (inserción laboral, situación actual e interés por crear empresa), satisfacción profesional y académica, y pertinencia educativa. Se lleva a cabo una prueba piloto para la validez del instrumento con un grupo de expertos, esta prueba permite hallar errores tanto sintácticos como semánticos y estimar el tiempo destinado para diligenciar la encuesta.

La investigación es de tipo transversal [17], descriptiva y de carácter exploratoria; se utiliza muestreo no probabilístico por conveniencia. La población objeto de estudio está conformada por 1229 graduados del programa de Ingeniería Industrial en el periodo comprendido entre el año 2007 y septiembre de 2013 (496 de sexo masculino y 733 de sexo femenino). Tomando como base la metodología del observatorio laboral, se evalúa a los graduados en tres momentos: el momento 0, que corresponde a los ingenieros con un tiempo de graduados inferior a un año; el momento 1, a los que tienen entre uno y tres años de graduados, y el momento 3, a los que llevan más de tres años de graduados.

La información de los graduados se recolecta usando los registros de la base de datos del Programa de Ingeniería Industrial, la cual se depura eliminando algunas inconsistencias. El estudio se difunde mediante correo electrónico, redes sociales y sitios web oficiales del programa.

En el proceso de selección, limpieza y transformación de los datos se elimina el 32,5 % de los registros de los graduados entre el 2007 y septiembre de 2013, y quedan sólo aquellos registros con participación completa en el diligenciamiento de la encuesta. En total se analiza la información proporcionada por 135 graduados, de los cuales el 14,8 % corresponde a ingenieros con un tiempo de graduación menor de un año, el 45,18 % son ingenieros industriales que llevan entre uno y tres años como graduados, y el restante 40 % se graduó hace más de tres años.

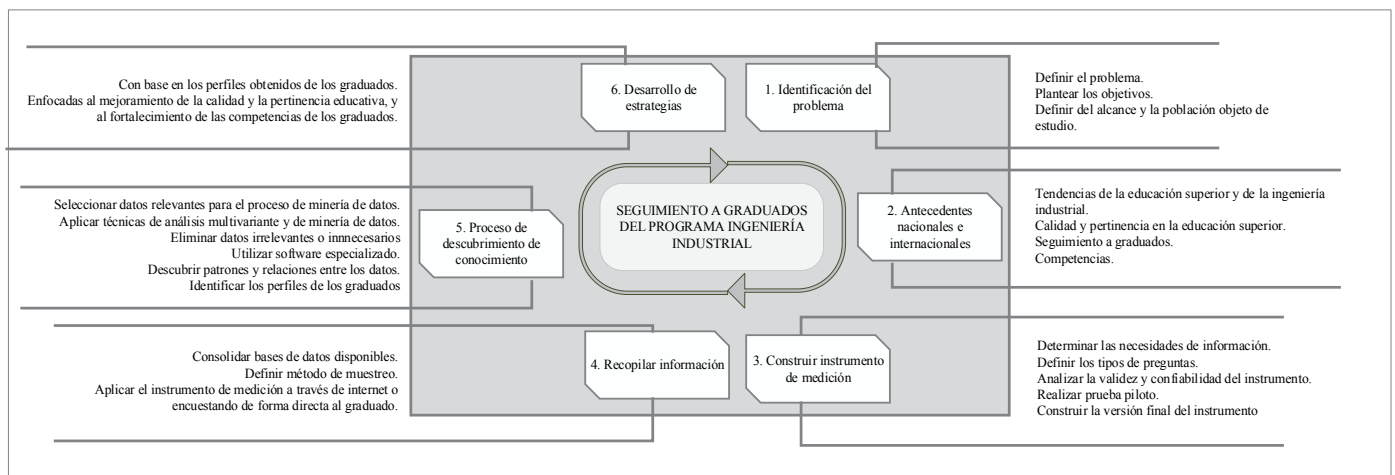


Figura 1. Framework para el proceso de seguimiento a graduados

Fuente: Los autores

En el análisis de los datos se usa un conjunto de técnicas de análisis multivariante para la clasificación no supervisada y supervisada. El análisis de clustering permite agrupar a los graduados por medio de un conjunto de variables de segmentación, describir perfiles mediante el uso de cubos OLAP, tablas de contingencia, etc. En el análisis de correspondencia se determina la dependencia entre variables discretas y la relación entre las categorías. Se lleva a cabo un análisis factorial exploratorio que ayuda a describir a los graduados con un conjunto de variables “latentes” de menor dimensión.

Algunos métodos de minería de datos se aplican entre los que se encuentran los árboles de decisión, redes bayesianas y reglas de asociación, para descubrir patrones y posibles relaciones ocultas en los datos. La técnica de árboles de decisión se basa en el método de crecimiento CRT, el cual divide los datos en segmentos para que sean lo más homogéneos respecto de la variable dependiente. Las redes bayesianas permiten encontrar nueva información a partir de redes que establecen relaciones entre las variables. Estas redes se obtienen mediante el método Tree Augmented Naïve Bayes (TAN), que admite ciertas dependencias entre los atributos, de manera que se construye una red bayesiana en forma de árbol. Finalmente, se aplican las reglas de asociación utilizando el algoritmo a priori, para encontrar algunos hechos que ocurren en común dentro del conjunto de datos estudiado.

En el sexto y último componente se definen estrategias de mejoramiento y fortalecimiento del programa con base en la interpretación de los resultados encontrados a partir de las técnicas usadas en el análisis de los datos.

3. Resultados y discusión

A continuación se presentan algunos de los hallazgos encontrados mediante el uso de técnicas multivariadas y de

minería de datos; se analiza la información de los graduados en los tres momentos expuestos.

Los ingenieros industriales del momento 0 tienen una edad promedio de 25 años; el 60 % corresponde a mujeres; la mayoría (75 %) está soltera; todos residen en Colombia, un número considerable en Santander; el 55 % domina otro idioma; el 50 % es empleado de la empresa privada; el 25 % está desempleado; el 50 % desempeña su cargo en el nivel intermedio; en el sector terciario labora el 65 %; el 76,9 % tiene contrato a término fijo; el 57,1 % lleva menos de seis meses en el trabajo actual; el 71,4 % considera que deberían estar en otro trabajo para desarrollar mejor sus competencias profesionales; el 50 % se sentía suficientemente preparado para incorporarse en el mundo laboral y el 60 % sentía que contaba con las competencias requeridas durante el ejercicio de la profesión.

Por otro lado, de la aplicación de la técnica de redes bayesianas se obtiene que, para el momento 0, de los graduados que están en desacuerdo con el emprendimiento que se promueve y en desacuerdo con el apoyo al desarrollo de la investigación en la universidad, hay una probabilidad del 11,1 % de que volviendo hacia atrás estudien de nuevo ingeniería industrial en la UIS.

Mediante las reglas de asociación, con confianza de 100 %, los graduados del momento 0 que tienen un alto grado de desarrollo la capacidad crítica y autocrítica y la de formular proyectos, tienen interés por crear empresa.

Para el caso del momento 1, se encuentra la siguiente información (Fig. 2).

Mediante un análisis de correspondencia para las variables se observa que los niveles administrativo y operativo tienen mayor presencia en el sector terciario; en el sector secundario la mayoría de cargos de los ingenieros industriales son de nivel intermedio, y en el primario algunos graduados están en el nivel directivo

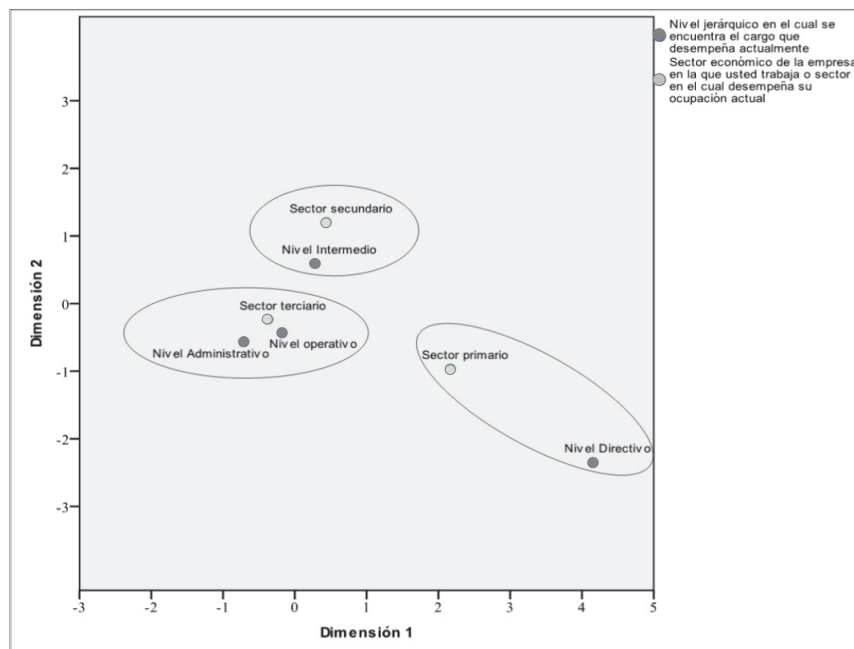


Figura 2. Puntos de columna y de fila. Normalización Simétrica
Fuente: Los autores

Con el fin de estudiar las dimensiones que integran la variable seguimiento de graduados, en lo que respecta a la calidad académica del programa y la pertinencia, por medio de un análisis de factores utilizando el método de componentes principales, aplicado a los 26 ítems que miden las percepciones sobre el nivel de desarrollo de cada competencia al obtener el título profesional (desde muy bajo hasta alto grado de desarrollo), se seleccionan seis factores que explican el 70,25 % de la variabilidad total. A continuación (Fig. 3) se muestran estos factores con las respectivas variables que los conforman y las denominaciones según las cargas (grado de asociación de la variable medida con la variable latente). Por ejemplo, el factor 1 denominado adaptación al entorno, capacidad de liderazgo y compromiso social, cultural y ambiental, explica el 19,42 % de la variabilidad total.

La escala elaborada para cada uno de los factores dio un valor del coeficiente Alpha de Cronbach: 0,91, 0,826, 0,769, 0,814 y 0,753, respectivamente para los factores 1, 2, 3, 4, y 5; esto evidencia un alto (entre 0,61 y 0,8) o muy alto (entre 0,81 y 1) nivel de confiabilidad en todos los factores. En cuanto a su adecuación para llevar a cabo un análisis factorial, el test de esfericidad de Bartlett y el índice Kaiser-Meyer-Olkin confirman la validez de los datos para el anterior análisis.

Mediante el análisis de clustering, usando como datos de entrada las puntuaciones obtenidas en el análisis factorial anterior, y utilizando la técnica de agrupamiento K medias, se seleccionan tres segmentos de graduados en el momento 1: el grupo 1 tiene 65,57 % de los casos analizados, el grupo 2 el 32,79 % de los casos y el restante 1,64% al 3. Estos grupos se describen mediante el uso de cubos OLAP, tablas de contingencia, etc., y se encuentran los siguientes datos relevantes:

El grupo 1 está conformado por personas con una edad promedio de 26 años; el 40 % mujeres; el 80 % está soltero; la mayoría (65,8 %) reside en Santander; sólo el 55 % domina otro

idioma; el 55,3 % es empleado de empresas privadas y tan sólo el 5,3 % está desempleado; el 2,6 % corresponde a empresarios/empleadores. El sector económico de trabajo que predomina es el terciario, con el 63,6 %; el 41,9 % tiene cargos en un nivel intermedio; el 42,4 % tiene contrato a término fijo; el 47,1 % ha permanecido en el empleo actual entre uno y dos años; el 34,4 % está algo o muy satisfecho con el salario; el 79,5 % manifiesta interés en crear empresa y considera que la mayor dificultad para ser emprendedor es la falta de recursos económicos propios; el 64,7 % desea estar en otro trabajo que permita desarrollar mejor las competencias, considera que la aplicación de sus conocimientos ha sido de calidad y al obtener el título se sentía algo preparado para ingresar al mundo laboral.

El perfil del grupo 2 es semejante al del grupo 1 en lo que respecta a la edad; al porcentaje de mujeres, la mayoría ha laborado en la empresa privada (65 %), el sector económico en el que hay más presencia de graduados y el nivel jerárquico de la mayoría de los cargos. Se caracteriza porque menos del 50 % domina otro idioma; el 30 % ha cursado o está cursando un programa de especialización; ninguno es empresario/empleador; en igual proporción (33,3 %), los graduados tienen contrato a término fijo o a término indefinido; Como complemento de lo anterior, de la técnica de redes bayesiana se obtiene que hay una probabilidad del 84,6 % de que los graduados del momento 1 estén satisfechos con el Programa de Ingeniería Industrial en la UIS, dado que están completamente de acuerdo con la calidad de la formación y el emprendimiento que se promueve en la UIS. Además, mediante las reglas de asociación, con confianza mínima del 91 %, se descubre que quienes desean desempeñarse en otro trabajo y consideran que tienen un grado muy alto de desarrollo de la capacidad de comportarse de acuerdo con principios y valores, se interesan en crear empresa.

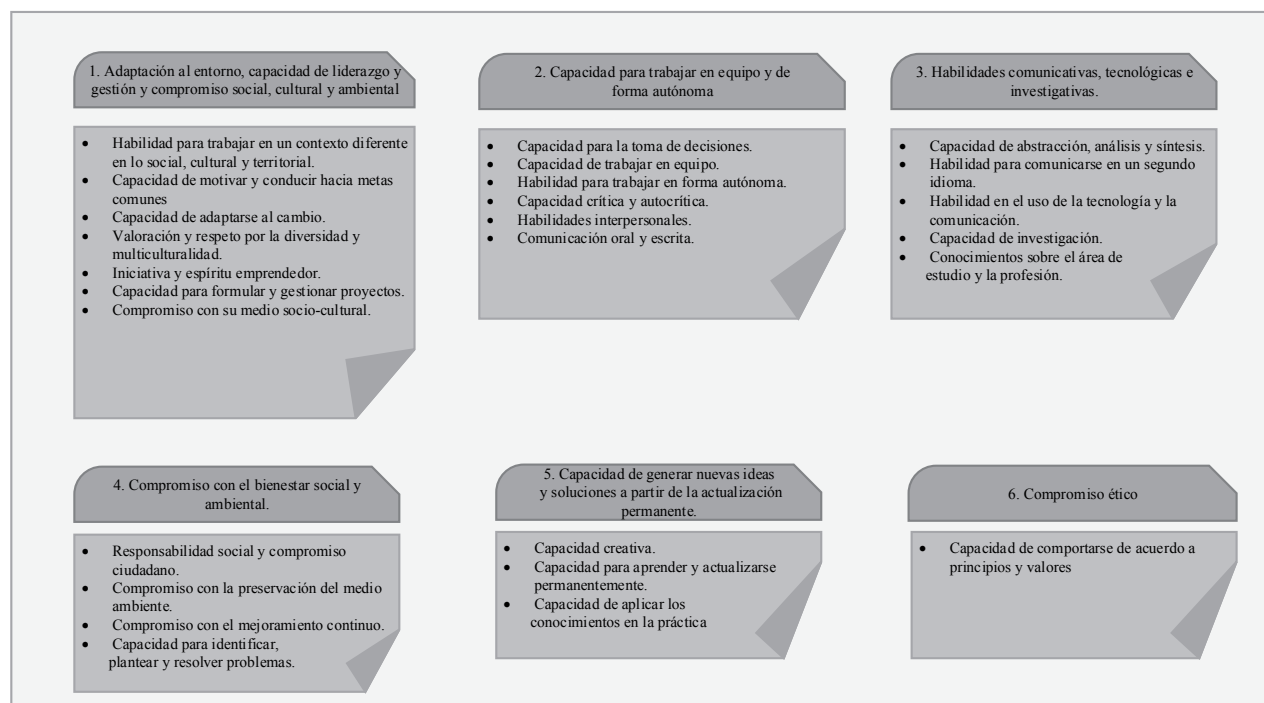


Figura 3. Factores según competencias desarrolladas por graduados del momento 1.

Fuente: Los autores

Para el caso del momento 3, mediante el análisis de correspondencia (ACO) se obtiene que en el sector terciario el cargo de la mayoría de los graduados se encuentra en el nivel administrativo o el intermedio, mientras que en el sector primario está la mayoría de graduados que laboran en el nivel operativo.

Al igual que en el momento 1, se seleccionan seis factores que explican el 73 % de la variabilidad total. Por ejemplo, el factor 2 se denomina capacidad para gestionar la información, que explica el 16,4 % de la variabilidad total; en este factor las mayores cargas se asocian a competencias que permiten de manera crítica, creativa y autocrítica identificar, analizar y dar solución a los diferentes problemas.

En el análisis de consistencia interna (fiabilidad) los valores del coeficiente Alpha de Cronbach son: 0,901, 0,871, 0,846, 0,828, 0,722 y 0,545, respectivamente, para los factores 1, 2, 3, 4, 5 y 6; evidenciando un alto o muy alto nivel de confiabilidad en la mayoría de los factores. Además, el test de esfericidad de Bartlett y el índice Kaiser-Meyer-Olkin confirman la validez de los datos para realizar el análisis factorial.

Para este caso, utilizando el mismo método del momento 1, se seleccionan tres segmentos. El grupo 1 tiene el 46,3 %, el grupo 2 el 35,2 % y el grupo 3 el restante 18,5 %.

El grupo 1 está conformado por personas con una edad promedio de 30 años; el 56 % es de sexo masculino; el 56 % está soltero; la mayoría (76,2 %) reside en Santander; tan sólo el 6 % vive en el exterior; el 60 % domina otro idioma; el 43,5 % es empleado de empresas privadas; tan sólo el 4,3 % está desempleado; el 4,3 % es empresario/empleador. El sector económico de trabajo que predomina en el grupo es el terciario, con el 38,9 %; el 40 % tiene cargos en un nivel intermedio; el 33,3 % cuenta con contrato a término indefinido; el 63,2 % ha permanecido en el empleo actual más de dos años; el 63,2 % está algo o muy satisfecho con el salario, el 91,7 % tiene interés por crear empresa y considera que la mayor dificultad para ser emprendedores es la falta de recursos económicos propios y el miedo para asumir el riesgo; y tan sólo el 26,3 % desea estar en otro trabajo que permita desarrollar mejor sus competencias. La mayoría considera que la aplicación de sus conocimientos ha sido considerada de calidad y se sentía preparada para ingresar al mundo laboral. El campo de acción de la mayoría es asesoría y consultoría, gestión de calidad o gestión de proyectos.

En el perfil del grupo 2, a diferencia del grupo 1, el promedio de edad es de 29 años; la mayoría (57,9 %) es de sexo femenino; nadie vive en el exterior ni en Norte de Santander; nadie ha cursado o está cursando estudios de doctorado; tan sólo el 42,1 % domina otro idioma; el 73,7 % trabaja en la empresa privada y nadie es empresario/empleador o trabajador independiente; en el sector primario se encuentra la minoría (16,7 %); el 38,9 % desempeñan cargos que corresponden al nivel administrativo, y en esta misma proporción (38,9 %) los cargos desempeñados corresponden al nivel intermedio; tienen contrato a término fijo o a término indefinido; tan sólo el 5,6 % se muestra insatisfecho con el salario; el 38,9 % ha permanecido más de dos años en el empleo actual; el 38,9 % no desea estar en otro trabajo para desarrollar mejor las competencias, y el campo de acción de la mayoría (42,4 %), además de la gestión de proyectos o la gestión de calidad, está en la planificación.

El grupo 3 es semejante al grupo 1 en lo que respecta al promedio de edad, el sexo de la mayoría de los graduados, el estado civil y la cantidad de graduados que están realizando estudios de posgrado. Pero, a diferencia del grupo 1, ninguno es empresario/empleador. Es similar al grupo 2 en los siguientes aspectos: tan sólo el 40 % domina otro idioma; la mitad se desempeña en el sector terciario; la mayoría (75 %) desea estar en otro trabajo para desarrollar mejor las competencias, y el tipo de contrato es a término fijo o indefinido. Se diferencian en que el 20 % vive en el exterior y tan sólo el 20 % ha cursado o está cursando alguna especialización. Este grupo se caracteriza porque nadie está desempleado, nadie tiene un cargo en el nivel directivo, la mitad desempeña un cargo de nivel intermedio y el campo de acción de la mayoría es gestión de proyectos y planificación. En igual proporción (37,5 %) viven en Santander o en Cundinamarca, y el resto habita en Casanare o en Norte de Santander.

Mediante la técnica de árboles de decisión se obtiene que el 88,2 % de los graduados actualmente son empleados o trabajadores independientes, y de este total el 93,3 % se interesa en crear empresa y el 73,33 % está muy satisfecho con su salario.

Por otro lado, al aplicar la técnica de redes bayesianas se obtiene que, con una probabilidad del 86,7 %, los graduados del momento 3 volverían a estudiar ingeniería industrial en la UIS, y están completamente de acuerdo con el emprendimiento que se promueve y la innovación y la creatividad que se fomentan. Además, de las reglas de asociación, con confianza mínima del 96 %, los graduados que manifiestan que la aplicación de sus conocimientos académicos ha sido considerada de calidad y tienen en grado muy alto de desarrollo la capacidad de comportarse de acuerdo con principios y valores, se interesan en crear empresa.

Por último, se analiza el nivel de diferencia que existe entre las competencias que posee el graduado al obtener el título profesional y la medida en que estas competencias le son requeridas actualmente, de donde se descubre que: en el momento 1 se presenta un comportamiento de las competencias similar al del momento 0, pero en el momento 1 los requerimientos actuales presentan niveles más altos a los del 0. En el caso del momento 3, el comportamiento de las competencias difiere muy poco de los momentos 0 y 1, ya que persisten las deficiencias en las competencias: la habilidad para comunicarse en un segundo idioma y la capacidad de investigación.

4. Conclusiones

La encuesta, instrumento de medición adaptado a las necesidades de este estudio, proporciona información importante para analizar la situación de los graduados en lo relacionado con datos sociodemográficos, trayectoria académica y educativa, trayectoria profesional y laboral, satisfacción profesional, satisfacción académica y pertinencia educativa.

La falta de una base de datos consolidada de los graduados de ingeniería industrial de la UIS dificultó el proceso de recolección de la información.

La tipología hallada para los graduados permitió desarrollar estrategias con el fin de mejorar la calidad y pertinencia del programa. A continuación se exponen algunas de ellas:

- Ofrecer conferencias sobre las entidades que apoyan proyectos de emprendimiento.
- Gestionar las prácticas en empresas para vincular a los graduados al mundo laboral antes de obtener el título profesional.
- Aumentar el grado de desarrollo de la competencia “Trabajo en equipo” y aplicar los conocimientos en la práctica mediante actividades realizadas en las aulas de clase y métodos tales como talleres y estudios de casos de empresas, entre otros.
- Monitorear constantemente el nivel de desarrollo de las competencias de los graduados al obtener el título profesional y las competencias requeridas en el mercado laboral.
- Crear una asignatura denominada metodología de la investigación en el currículo del programa de Ingeniería Industrial.
- Seguir usando material de trabajo en inglés y, si es posible, dar algunas clases en este idioma.

De las competencias evaluadas en la encuesta, las que requiere el mercado laboral actual en un nivel de desarrollo más alto son: habilidades interpersonales, capacidad crítica y autocrítica, aptitud para identificar y resolver problemas y para trabajar en equipo. Por otra parte, las competencias que están en un nivel de desarrollo más alto o igual al requerido son: la valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad, el compromiso con la preservación del medio ambiente, la habilidad para trabajar en un contexto diferente en lo social, cultural y territorial; el compromiso con su medio sociocultural y la capacidad de comportarse de acuerdo con principios y valores, y la responsabilidad social y el compromiso ciudadano.

Las competencias requeridas actualmente por el mercado laboral en un nivel de desarrollo más bajo son la capacidad de investigación y la habilidad para comunicarse en un segundo idioma. Sin embargo, el nivel de desarrollo que tienen los graduados de estas competencias al obtener su título es más bajo que el requerido, excepto los del momento 0, que presentan un nivel más alto que el necesitado en la capacidad de investigación. Además, los graduados al obtener el título tienen un nivel de desarrollo menor en las capacidades creativa y de formulación y gestión de proyectos, de motivación y conducción hacia metas comunes, y la iniciativa y espíritu emprendedor.

Agradecimientos

El equipo del proyecto agradece la colaboración de los Docentes, del personal administrativo y de los graduados del programa Ingeniería Industrial de la UIS.

Referencias

- [1] Vergara-Quintero, M.d.C., Giraldo-Osorio A.M. y Naranjo-Aristizabal, M.M., Graduados UAM-calidad y pertinencia, Manizales: Universidad Autónoma de Manizales, [en línea] pp. 160, 2009. Disponible en: <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/357/1/Graduados%20UAM%20Calidad%20y%20pertinencia.pdf>
- [2] Maya-Guerra J.I. y Herrera-Herrera, M.E., Caracterización e impacto de los graduados de la Católica del Norte, Revista Virtual Católica del Norte, [en línea] 34, pp. 78-112, 2011 Disponible en: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/331/633>
- [3] Estrada-Cea, A.E., De la percepción a la realidad: Análisis comparativo entre las competencias profesionales de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad del Bío-Bío Chile y la Universidad Nacional de Misiones, Argentina, [en línea] Tesis de Pregrado, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile 2005, pp. 14-315 Disponible en: http://cybertesis.ubiobio.cl/tesis/2005/estrada_a/doc/estrada_a.pdf
- [4] Almonacid, P., Montes I.C y Vasques, J. J., Un análisis factorial para evaluar la pertinencia de un programa académico desde la perspectiva de los graduados: Un estudio de caso, Ecos de Economía, [en línea] 29, pp. 97-126, 2009. Disponible en: <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ecos-economia/article/view/194/210>
- [5] Tirado, L.J., Estrada, J. Ortiz, R., Solano H., González, J., Alfonso, D., Restrepo, G., Delgado, J.F. y Ortiz-Montoya, D., Competencias profesionales: Una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales, Revista Facultad de Ingeniería, 1(1), pp. 1-11, 2006.
- [6] Torres, J., Filosofía de enseñanza de mecánica de materiales para los ingenieros del siglo XXI, Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education, 3(1), pp. 18-27, 2009.
- [7] Mena, Á., Carvajal, D., Téllez, A., Barranco, C., Gallego J.M. y Bellido, M., Desarrollo de competencias en dirección de proyectos en los alumnos de las titulaciones de ingeniería industrial en la Universidad de Huelva (España) [en línea]. XIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos Badajoz, Julio 2009. Disponible en: http://aeipro.com/files/congresos/2009badajoz/ciip09_2227_2236.2654.pdf
- [8] Burq, I., Correa, J., Gutiérrez, N., Puga, V. y Galilea, P., La motivación del alumno, el apoyo del docente y el temprano compromiso con la sociedad: Tres pilares para impulsar el perfil del Ingeniero UC, Journal de Investigación de Pregrado [en línea]. 13(3), pp. 101-103, 2013. Disponible en: <http://www.ing.uc.cl/wp-content/uploads/2014/06/revistai3-abril-2013.pdf>
- [9] Martín-del Peso, M., Rabadán-Gómez A.B. y Henández-March, J., Desajustes entre formación y empleo en el ámbito de las enseñanzas técnicas universitarias: La visión de los empleadores de la comunidad de Madrid, Revista de Educación, [en línea]. 360, pp. 16-17, 2013. Disponible en: http://www.revistaeducacion.mec.es/doi/360_110.pdf. DOI: 10-4438/1988-592X-RE-2011-360-110
- [10] Valle, M. y Cabrera, P., ¿Qué competencias debe poseer un ingeniero civil industrial?. La percepción de los estudiantes, Revista Iberoamericana de Educación, [en línea]. 50, pp. 1-14, 2009. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/3072Cabrera.pdf>
- [11] González, J. y Wagenaar, R., Tuning educational structures in Europe: La contribución de las universidades al proceso de Bolonia, [en línea]. Bilbao, 2006. Disponible en: <http://www.deusto-publicaciones.es/deusto/pdfs/tuning/tuning04.pdf>
- [12] Aldana-de Becerra, G.M., Morales-González, F.A., Aldana-Reyes, J.E., Sabogal-Camargo, F.J. y Ospina-Alfonso, Á.R., Seguimiento a egresados: Su importancia para las instituciones de educación superior, Teoría y Praxis Investigativa, 3(2), pp. 61-65, 2008.
- [13] Ministerio de Educación Nacional, Resultados de las condiciones laborales de los graduados de la educación superior 2002-2011 (Documento técnico), [online]. Colombia, 2003. Disponible en: www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-312791_recurso_1.pdf
- [14] Arrieta-Torres W. y de la Rosa, C.A., Estudio de seguimiento a egresados del programa de ingeniería industrial de la Universidad Industrial de Santander, [online]. Tesis de pregrado, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, UIS, Bucaramanga, Colombia, 2010, 202 P. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2010/133724.pdf>
- [15] Red Gradua2 y Asociación Columbus, Manual de instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados, [en línea]. Instituto

Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México, 2006.
Disponble en:
https://www.almalaurea.it/sites/almalaurea.it/files/docs/universita/altro/red_gradua2.pdf

- [16] OLE, (). Glosario [en línea]. 2013. Disponible en:
<http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/propertyvalue-37268.html>
- [17] Schomburg, H., Manual para estudios de seguimiento a graduados universitarios (versión 3), [en línea]. 2004, 345 P. Disponible en:
http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-136797_pdf.pdf

H. Lamos-Díaz, graduado en PhD. en Matemática Física en 1997 de 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, Moscu, Rusia, y Matemático en 1981 de la Universidad de la Amistad, Moscu, Rusia. Es docente investigador del Grupo de Investigación en Optimización y Organización de Sistemas Productivos y Logísticos-OPALO. UIS-UNAB pertenecen 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

K. Aguilar-Imitola, MSc. en Ingeniería Industrial e Ingeniera Industrial en 2013, ambos de la Universidad Industrial de Santander, Colombia. Es profesional de investigación, afiliada al Grupo de Investigación en Optimización y Organización de Sistemas Productivos y Logísticos OPALO, adscrito a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander, Colombia.
ORCID: 0000-0001-9776-4258

Y.A. Ramírez-Sierra, es Ingeniería Industrial en 2014 de la Universidad Industrial de Santander, Colombia, en el 2014 es profesional de apoyo en proyecto de extensión de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales y de la División de Recursos Humanos de la Universidad Industrial de Santander, Colombia, desde el año 2015 es profesional administrativa de la Universidad Industrial de Santander, Colombia.
ORCID: 0000-0001-6447-2291