

Análisis de factores para la medición de la satisfacción estudiantil en educación superior: Caso ingeniería industrial, Universidad Militar Nueva Granada

Oscar Yecid Buitrago-Suescún ^a, Anny Astrid Espitia-Cubillos ^a & Agustín Alexander Mejías-Acosta ^b

^a Programa de Ingeniería Industrial, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. oscar.buitrago@unimilitar.edu.co, anny.Espitia@unimilitar.edu.co

^b Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela. aamejiasa@gmail.com

Resumen— Se aplicó la herramienta de medición de la Satisfacción Estudiantil Universitaria (SEU) a los estudiantes de pregrado de Ingeniería Industrial de la Universidad Militar Nueva Granada (Colombia). Análisis de Factores fue utilizado para la identificación de las dimensiones importantes con el propósito de que la Dirección del Programa de Pregrado pueda implementar estrategias para incrementar o consolidar la satisfacción de los alumnos. Se aplicaron 310 encuestas con 66 preguntas para la obtención de las observaciones, a las que se les verificó los supuestos mediante la matriz de correlación, el estadístico Kaiser, Meyer, Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad, para posteriormente realizar un Análisis de Factores, utilizando como técnica de extracción al Análisis de Componentes Principales. Mediante el método rotación Varimax se logró la identificación de 13 dimensiones que explican el 60.7% de la variabilidad, asociadas principalmente a dignidad personal, integridad, desarrollo físico, aspectos académicos, infraestructura y servicios de apoyo.

Palabras Clave— análisis de factores, análisis de componentes principales, satisfacción estudiantil universitaria.

Recibido: 10 de febrero de 2017. Revisado: 29 de junio de 2017. Aceptado: 18 de julio de 2017.

Factor analysis for the measurement of student satisfaction in higher education: Case industrial engineering, Universidad Militar Nueva Granada

Abstract— A student satisfaction assessment tool was applied to industrial engineering undergraduate students of the Universidad Militar Nueva Granada (Colombia). Factorial Analysis was used for the identification of the main components in order for the Undergraduate Program Direction to implement strategies that can increase or consolidate the students' satisfaction. Data collection was obtained by 310 surveys with 66 questions. Then a series of test were performed such as: the correlation matrix determinant, the KMO index and Bartlett test in order to verify the assumptions. Subsequently the Factorial Analysis was run, using Principal Components Analysis as the extraction technique. Using the Varimax extraction method, it was possible to identify 13 dimensions that account for 60.7% of the total

variability, mainly associated with personal dignity, integrity, physical development, academic issues, and infrastructure and support services.

Keywords—factor analysis, principal components analysis, university student satisfaction.

1. Introducción

En el mundo, y Colombia no es la excepción, se han venido realizando esfuerzos por el incremento de la calidad en la educación superior, tomando cada vez más fuerza la Acreditación Institucional de Calidad otorgada por el Ministerio de Educación Nacional como indicador de que la Institución de Educación Superior es una garantía para la sociedad. No obstante, estos esfuerzos no tienen sentido si no se alcanza un nivel alto de satisfacción por parte de los estudiantes, que en últimas son quienes viven los procesos acreditados, por ello y para este propósito se han desarrollado instrumentos para conocer la percepción de los estudiantes universitarios con respecto a su proceso de formación [1]. En particular, un asunto que se puede solucionar mejorando el nivel de satisfacción de los estudiantes es el de la deserción estudiantil, que en Colombia alcanza niveles críticos.

De acuerdo con [2], la satisfacción es el resultado de un proceso valorativo y por ende un juicio. Por otra parte, ISO define la satisfacción del cliente como el resultado de comparar la expectativa previa con el valor percibido al finalizar la relación comercial. En [2] se especifica la satisfacción estudiantil como “la percepción que tienen los estudiantes del grado en el que se le han cumplido sus requisitos”.

En cuanto a herramientas que se han aplicado para la medición de la satisfacción estudiantil, se encuentra el Análisis de Factores (AF). [2] desarrollaron y aplicaron una herramienta denominada SEU que consta de 21 variables y encontraron que en el Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo, seis variables subyacentes explican el 67% de la varianza, a saber: *Atención del personal, Aspectos académicos, Empatía, Oferta Académica, Gestión Docente y Aspectos Complementarios*.

Como citar este artículo: Buitrago-Suescún, O.Y., Espitia-Cubillos, A.A., and Mejías-Acosta, A.A., Análisis de factores para la medición de la satisfacción estudiantil en educación superior: Caso ingeniería industrial, Universidad Militar Nueva Granada. *Educación en Ingeniería*, 12(24), pp. 107-112, Julio, 2017.

En la presente investigación se aplica una variante del SEU [1] a estudiantes del programa de Ingeniería Industrial (sede Bogotá D.C) de la Universidad Militar Nueva Granada. Esta es una Universidad Pública, constituida por siete Facultades que ofertan 73 Programas de Posgrado y 18 de Pregrado. De estos últimos, 15 son de nivel profesional universitario; Biología Aplicada, Administración de Empresas, Contaduría Pública, Economía, Derecho, Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Mecatrónica, Ingeniería en Multimedia, Ingeniería en Telecomunicaciones, Ingeniería Informática, Ingeniería Ambiental, Medicina, Relaciones Internacionales y Estudios Políticos, Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional y tres de nivel tecnológico.

En particular, el programa de Ingeniería Industrial tiene dos sedes; una en Bogotá D.C y otra en el municipio de Cajicá (colindante con Bogotá) en la que se ofrece jornada diurna y nocturna (recientemente ofertada), así como un programa a distancia. Cuenta con acreditación de alta calidad y para el semestre 1-2016 el total de estudiantes es de 742.

2. Análisis de factores

De acuerdo con [3], el Análisis de Factores es un método descriptivo de reducción. Es decir, a partir de un número elevado de datos, busca reducirlos, partiendo de las correlaciones, para encontrar un número más pequeño de factores que los expliquen (“reducir un conjunto de variables observadas a un conjunto menor de variables no observadas o subyacentes”).

Se debe considerar que diferentes factores afectan variables observadas distintas y que cada factor puede tener influencia sobre una o más de las variables observadas. De allí que un par de variables influenciadas por el mismo factor deben tener correlación alta, y a la vez la correlación entre variables observadas influidas por diferentes factores debería ser baja. El AF entonces agrupa variables superficiales que tengan entre ellas una correlación elevada.

Se debe tener claro que la varianza de una variable observada es debida a la contribución de los factores comunes y de un factor único. Si X_{ij} es el valor de la i -ésima observación de la variable j , F los coeficientes de los factores comunes, las a_{ij} las puntuaciones de la observación i en cada factor y U el factor específico, entonces se tiene la expresión de la ec (1).

$$X_{ij} = \sum_{j=1}^p F_{ji} a_{ij} + U_i \quad (1)$$

De Ec. (1), puesto que el factor único solo afecta una variable, se puede deducir que la correlación entre variables es debida exclusivamente a los factores comunes, además estos pueden estar relacionados entre sí. De acuerdo [3], el análisis factorial asume que hay una relación de causalidad entre factores y variables observadas. Si el investigador no tiene hipótesis de partida, al Análisis Factorial se le denomina Exploratorio (AFE) y si se dispone de indicios o hipótesis sobre los factores a extraer, entonces se denomina análisis factorial confirmatorio (CFA).

De una forma resumida, se puede decir que después de haber superado las etapas de diseño de la investigación y obtenidos los datos (en [4] se recomiendan muestras de tamaño 300 al menos), se

debe proceder a verificar los supuestos del modelo. El punto de partida es la matriz de correlaciones, a la que debe calcularse el determinante y hacer pruebas de hipótesis tales como KMO y esfericidad de Bartlett. En cuanto al determinante se desea un valor bajo pues indica que existen correlaciones altas en la matriz, la prueba de esfericidad contrasta la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones es la identidad y el índice KMO es el cociente entre la suma de los cuadrados de las correlaciones y la suma de las sumas de cuadrados de las correlaciones y de las correlaciones parciales, “Es aconsejable obtener valores de más de 0,60 para que el análisis factorial pueda realizarse con garantías” [3].

Luego se debe proceder a extraer los factores, para lo que se dispone de varios métodos; análisis de componentes principales, mínimos cuadrados, máxima verosimilitud, entre otros. Si la extracción factorial no es fácil de interpretar (por correlación entre factores), se puede recurrir a métodos de rotación tales como varimax, promax, oblicua, ortogonal, cuartimax, entre otras. Finalmente se hace la interpretación de interpretación de factores y de resultados finales de la investigación.

2.1. Aplicación de análisis de factores en Educación Superior

El análisis de factores (AF) ha sido aplicado en educación superior con diferentes propósitos, por ejemplo, [5] aplicaron una encuesta sobre miedos a 547 estudiantes de una universidad de Londres, identificando cuatro factores principales. [6] recurrieron al AF para explicar la selección de Universidad por parte de los bachilleres, tomando como muestra estudiantes que optaron por una Universidad de minas y petróleo y otra de diseño ambiental, dando a partir de los resultados, recomendaciones sobre como orientar la publicidad en las universidades con bajas matriculas. También se reportan estudios un tanto curiosos en el entorno universitario. 1148 estudiantes de la Universidad de Tecnología de Queensland, en Australia, participaron en el estudio de [7] en el que se empleó el AF confirmatorio sobre un instrumento de 30 ítems para la medición de síntomas de depresión en estudiantes universitarios, concluyendo que es una herramienta viable y confiable.

Más recientemente, [8] emplearon el AF en un estudio de la autosuficiencia creativa, tendiente al desarrollo de las habilidades creativas de estudiantes de pregrado en una Universidad Pública en Tailandia. [9] utilizaron el AF exploratorio en un tema altamente polémico; la evaluación de los profesores por parte de los estudiantes. Para ello aplicaron encuestas en la universidad de Antwerp en Bélgica, buscando profundizar en la validez y confiabilidad de estas evaluaciones. Aunque no en universidades, [10] realizaron un estudio sobre la incorporación de las nuevas tecnologías digitales que hacen los profesores de bachillerato en sus aulas y recurrieron a un AF confirmatorio en una muestra de 3624 participantes.

[11] realizan un estudio factorial confirmatorio sobre dos versiones de Modelo de Práctica Apropriadada (la creada por la Facultad de Educación de la Universidad Monroe y una modificación de la misma), empleados para la evaluación de candidatos a profesores, mediante la aplicación de 1379 encuestas a estudiantes de programas de preparación inicial de la mencionada universidad. [12] realizaron un análisis factorial exploratorio para analizar la estructura de la tutoría en el caso de la educación superior en enfermería, tendiente a sugerir cual debe ser la estructura de las tutorías y la formación de los tutores.

En el ámbito Latinoamericano [13] desarrollaron un instrumento de medición de la satisfacción estudiantil en educación superior y analizaron mediante AF los datos de 100 estudiantes de ingeniería industrial de la Universidad de Carabobo. Se basaron en modelos de Instituciones de Educación Superior de México, Puerto Rico, Perú y Venezuela y concluyen que la herramienta es fiable válida y se puede aplicar en otras universidades con las debidas modificaciones. También, basándose en SEU, [14] estudiaron la satisfacción estudiantil universitaria en Instituto Tecnológico de Orizaba (México). Otro trabajo es de [15], quienes realizaron un estudio exploratorio en una universidad mexicana, aplicando SEUing para poder proponer estrategias tendientes al incremento de la satisfacción estudiantil universitaria.

En Colombia, [16] usa AF exploratorio y confirmatorio para evaluar el instrumento SERVPERF, eliminando ítems que no contribuyen a la fiabilidad de escala y determinando su validez convergente y discriminante, verificando la dimensionalidad de la escala y evaluando su validez, respectivamente, su fin era apoyar el mejoramiento de los espacios de formación artística y cultural ofrecidos por la Universidad Pedagógica Nacional en Bogotá. Por su parte, [17] aplica AF para el estudio de la percepción de la comunidad vecina a la Universidad del Tolima frente a su comportamiento en temas de responsabilidad social universitaria (RSU), lo que le permitió identificar como componentes principales: Interacción con la comunidad y Percepción de la comunidad, a partir de lo cual construye propuesta de mejoramiento en esta temática.

3. Métodos y materiales

3.1. Instrumentos

El instrumento empleado es una modificación de la encuesta SEUing propuesta por [2], que inicialmente constaba de preguntas abiertas y cerradas, estas últimas dando posibilidades de elección en una escala de graduada tipo Likert de uno a siete (uno representa totalmente en desacuerdo con la situación planteada en la pregunta, y siete, totalmente de acuerdo). La versión inicial de la encuesta tiene cincuenta y dos ítems, distribuidos en cuatro dimensiones conceptuales (cuatro primeras filas del cuadro 1), 4 preguntas de retroalimentación y 6 más relacionadas con las expectativas y satisfacción del estudiante (utilizadas para determinar la validez del instrumento). La modificación consiste en dejar la escala de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo) y adicionar cuatro preguntas relacionadas con el libre desarrollo de la personalidad en la Universidad, que se muestran en la última fila del Cuadro 1.

3.2. Programa estadístico empleado

Una vez recolectados los datos, se realizó un registro en una base de datos para luego aplicar Análisis de Factores por medio del software SPSS ® y utilizando como método de extracción el Análisis de Componentes Principales. Para la verificación de supuestos se recurrió a la prueba de esfericidad de Bartlett, el índice KMO y el cálculo del determinante de la matriz de correlaciones. El método de rotación (en caso de que no se puedan interpretar fácilmente las cargas originales) es el Varimax.

Cuadro 1.

Dimensiones Teóricas e Indicadores de la Variable Satisfacción Estudiantil

Dimensión	Definición	Indicador
Enseñanza	Metodología, técnicas y evaluación impartidas por el docente	Preparación, actualización y condiciones pedagógicas de los profesores. Sistema de Evaluación utilizado. Metodología de enseñanza. Incorporación de nuevas tecnologías a la enseñanza. El contenido de los programas. La organización del tiempo. Facilidad de comunicación con los profesores. La facilidad de comunicación con el personal administrativo.
Organización Académica	Satisfacción de los estudiantes con respecto a los conocimientos y atención mostrados por el personal administrativo y docente y sus habilidades para inspirar credibilidad y confianza, al igual que la disposición y voluntad para ayudar al estudiante y proporcionar el servicio.	Acción Tutorial. Formación práctica y la vinculación con los futuros centros de trabajo.
Vida Universitaria	Participación de la escuela en actividades de expansión, destrezas y habilidades físicas.	El acceso a diversas manifestaciones culturales y de recreación. Formación de Habilidad y rasgos personales. Habitabilidad de las instalaciones. Suficiencia de los espacios para la enseñanza y el estudio. Adecuadas instalaciones deportivas. Buen servicio bibliotecario.
Infraestructura y servicios universitarios	Apariencia de las instalaciones físicas, equipos y materiales de comunicación y con el funcionamiento de los servicios estudiantiles.	Adecuado funcionamiento de las Cafeterías. Adecuado funcionamiento de los servicios de cómputo. Igualdad de oportunidades para la participación de actividades. Seguridad de las instalaciones. Apropiada atención en los procesos de inscripción y carnetización.
Desarrollo de la personalidad.	Sensación de comodidad y libertad del estudiante para hacer libre desarrollo de la personalidad en la Universidad.	Medidas para evitar el matoneo. Garantías para expresar su orientación sexual. Ambiente de respeto y tolerancia. Respeto hacia las opiniones políticas y religiosas.

Fuente: Adaptado de [13].

3.3. Muestra

Se decidió hacer el estudio en el programa de ingeniería industrial porque es uno de los tres programas con más estudiantes en la Facultad de Ingeniería (la situación es variante semestre a semestre) y porque es el único programa de Ingeniería que resulto 100% eficiente en la medición hecha por [18] en dos escenarios, mediante Análisis Envoltante de Datos.

Se realizó la aplicación de un muestro aleatorio a 310 estudiantes de los 742 que conforman el pregrado de Ingeniería Industrial en la sede Bogotá de la Universidad Militar Nueva Granada. La encuesta se llenó bajo anonimato total, perdiendo la posibilidad de hacer agrupaciones por semestre, genero, edad u otras, pero proporcionando de esta forma a los estudiantes la sensación de bienestar y comodidad (diluyendo el temor a identificación y represalias) que les permitiera contestar de forma veraz.

4. Resultados y discusión

Después de aplicar las 310 encuestas, hacer la base de datos, correr la información en SPSS ® y hacer los correspondientes ajustes, se obtienen los resultados discutidos en esta sección.

4.1. Verificación de supuestos

El determinante de la matriz es 4.36 E-12, el índice KMO 0.874 (superior al valor mínimo de 0.6 recomendado por Catena et al, 2013) y la significancia de la prueba de esfericidad es menor a 10⁻³, permitiendo rechazar la hipótesis nula (a un nivel de significancia fijado previamente en 5%) de que la matriz de correlaciones es un matriz identidad. Estos resultados permiten tomar la decisión de continuar con la aplicación de AF.

Tabla 1
Descripción de los Factores obtenidos.

Factor	Varianza explicada	Ítems	Definición
Dignidad personal	6.35%	V54, V53, V56, V55, V38, V46, V27, V16.	Aspectos relacionados con el desarrollo de la personalidad, buen trato, seguridad, respeto e interacción.
Vida universitaria integral	5.65%	V39, V40, V13, V15, V12, V3, V6, V14, V29, V28, V21.	Aspectos complementarios (no académicos) que permiten el correcto desarrollo de la vida universitaria desde un punto de vista integral. Por ejemplo, cumplimiento de horarios, disponibilidad de personal, dotación de laboratorios, programas de becas, organización de horarios, etc.
Desarrollo físico y cultural	5.51%	V7, V28, V34, V31, V22, V32, V3, V49, V16, V7, V9, V20, V23, V21, V18, V20, V26, V19, V24, V11, V16, V9, V10, V24,	Instalaciones y facilidad para las prácticas deportivas y recreativas, bienestar y actividades académicas extraclase.
Aspectos académicos	5.41%		Características y calidad de los profesores, pertinencia de la formación recibida.
Instalaciones físicas e infraestructura	5.03%		
Servicios de apoyo académico	4.74%		
Acompañamiento institucional a la formación integral	4.70%		
Docencia y estrategias de enseñanza	4.69%		
Solución de inconvenientes	4.50%		
Contenidos programáticos y aspectos de formación	4.34%		
Autosatisfacción y realización	3.79%		
Disposición profesoral e institucional	3.00%		
Organización y servicios	2.95%		

Fuente. Los autores.

4.2. Obtención de factores

La reducción obtenida mediante AF se muestra en la Tabla 1. La extracción se hizo con Análisis de Componentes Principales y se tienen 13 factores que explican el 60.7% de la varianza. Los porcentajes de varianza total explicada por cada factor son los resultantes de aplicar la rotación Varimax.

Después de la rotación, se tiene que ninguno de los factores obtenidos tiene un porcentaje de varianza explicada notoriamente mayor a los que le siguen. En la Tabla 1 se observa que el primer factor extraído explica el 6.35%, el segundo 5.65%, el tercero 5.51%, el cuarto 5.41%, disminuyendo gradualmente hasta llegar al 3% en el último.

Hay factores que en su interpretación pueden compartir algunas características. Ese es el caso del cuarto (Aspectos Académicos) y el octavo (Docencia y estrategias de enseñanza), en ambos los ítems asociados a profesores tienen una carga importante. Este tipo de similitudes que pueden presentarse entre algunos factores, es explicable por el hecho de tener un elevado número de estos (13). No obstante, la reducción lograda es importante pues de inicio se tienen 56 variables.

Es notorio el hecho de que aspectos académicos o de docencia no se encuentren entre los tres primeros factores (que de 60.7 % de variabilidad explicada, contribuyen con 17.51%). Para los estudiantes de ingeniería industrial de la UMNG sede Bogotá, son prioritarios la dignidad, personal, la integralidad y el desarrollo físico (prácticas deportivas y recreativas, bienestar). Esto se puede deber a que la satisfacción en estos aspectos les permite enfrentar sus labores académicas de forma más eficiente (este puede ser un tema de futura investigación).

5. Conclusiones

Se aplicó la encuesta SEUing modificada (que consta de cinco dimensiones y 56 variables) a una muestra de 310 estudiantes del programa de ingeniería Industrial de la Universidad Militar Nueva Granada sede Bogotá. Aplicando el Análisis de Factores se logró una reducción constituida por 13 factores que explican el 60.7% de la variabilidad total.

Las dimensiones obtenidas se renombraron y describieron de acuerdo con los ítems que forman la combinación lineal constituyente del factor; Dignidad Personal, Vida universitaria integral, Desarrollo físico y cultural, Aspectos Académicos, Instalaciones Físicas e infraestructura, Servicios de apoyo académico, Acompañamiento institucional a la formación integral, Docencia y estrategias de enseñanza, Solución de Inconvenientes, Contenidos programáticos y aspectos de formación, Autosatisfacción y realización, Disposición profesoral e institucional y Organización y servicios.

Estos resultados resultan útiles para la dirección pues le permiten identificar los aspectos en que debe centrarse para incrementar la satisfacción de los estudiantes del programa. También pueden emplearse en herramientas de planeación estratégica y extenderse a otros programas de la Universidad Militar Nueva Granada.

Referencias

[1] Gento, S. y Vivas, M., EL SEUE: Un Instrumento para conocer la satisfacción de los estudiantes universitarios con su educación. *Acción*

- Pedagógica. 12(2), pp. 16-27, 2003.
- [2] Mejías, A. y Martínez, D., Desarrollo de un instrumento para medir la satisfacción estudiantil en educación superior. *Docencia Universitaria*, X(2), pp. 29-47, 2009.
- [3] Catena, A., Ramos, M. y Trujillo, H., Análisis multivariado: Un manual para investigadores. Biblioteca Nueva Universidad. Manuales y obras de referencia. Madrid, 2013.
- [4] Comrey, L. and Lee, H., A first course in factor analysis. Hillsdale, NJ, LEA, 1992
- [5] Kartsounis, L., Mervyn-Smith, J. and Pickersgill, M., Factor analysis of the responses of British University students to the Fear Survey Schedule (FSS-III). *Personality and Individual Differences*. 4(2), pp. 157-163, 1983. DOI: 10.1016/0191-8869(83)90015-6.
- [6] Aldosary, A. and Assar, S., Analysis of factors influencing the selection of college majors by newly admitted students. *Higher Education Policy*. 9(3), pp. 215-220, 1996.
- [7] Romaniuk, M. and Khawaja, N., University student depression inventory (USDI): Confirmatory factor analysis and review of psychometric properties. *Journal of Affective Disorders*. 150, pp. 766-775, 2013.
- [8] Sangsuk, P. and Siriparp, T., Confirmatory factor analysis of a scale measuring creative self-efficacy of undergraduate students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 171, pp. 1340-1344, 2015.
- [9] Spooen, P., Mortelmans, D. and Christiaens, W., Assessing the validity and reliability of a quick scan for student's evaluation of teaching. Results from confirmatory factor analysis and G Theory. *Studies in Educational Evaluation*, 43, pp. 88-94, 2014.
- [10] Howard, S., Chan, A., Mozejko, A. and Caputi, P., Technology practices: Confirmatory factor analysis and exploration of teachers' technology integration in subject áreas. *Computers & Education*, 90, pp. 24-35, 2015.
- [11] Bryant, C., Maarouf, S., Burcham, J. and Greer, D., The examination of a teacher candidate assessment rubric: A confirmatory factor analysis. *Teaching and Teacher Education*, 57, pp. 79-96, 2016.
- [12] Chen, Y., Watson, R. and Hilton, A., An exploration of the structure of mentors' behavior in nursing education using exploratory factor analysis and Mokken scale analysis. *Nurse Education Today*, 40, pp. 161-167, 2016.
- [13] Mejías, A. y Martínez, D., Desarrollo de un instrumento para medir la satisfacción estudiantil en educación superior. *Docencia Universitaria*, 10(2), pp. 29-47, 2009.
- [14] Candelas, C., Gurruchaga, M., Mejías, A. y Flores, L., Medición de la satisfacción estudiantil universitaria: Un estudio de caso en una institución mexicana. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, Florianópolis, SC, Brasil, 5(9), pp. 261-274, 2013.
- [15] Cadena, M., Mejías, A., Vega, A. y Vásquez, J., La satisfacción estudiantil universitaria: Análisis estratégico a partir del análisis de factores. *Industrial Data*, 18(1), pp. 9-18, 2015.
- [16] Toledo, J., Percepción de la calidad de los procesos ofrecidos por el área de extensión cultural de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá. Validación de un instrumento de medida. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2015.
- [17] Uribe, M., Responsabilidad social en la Universidad del Tolima: Una mirada desde la comunidad vecina. *Cuadernos de Administración*, 31(54), pp. 89-98, 2016.
- [18] Buitrago, O., Espitia, A. and Linares, D., Technical efficiency measurement of the teaching function in the undergraduate attendance programs at Universidad Militar Nueva Granada. *TECCIENCIA*, 7(18), pp. 25-35, 2015. DOI: 10.18180/tecciencia.2015.18.5. 2015.

O.Y. Buitrago-Suescún, en el año 2000 recibió el título de Ing. Químico en la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia; en 2004 de MSc. en Ingeniería Industrial en la Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia; y es estudiante de Doctorado en Ingeniería en la Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela. Es profesor desde el año 2011 en la Universidad Militar Nueva Granada en el programa de Ingeniería Industrial. Sus intereses investigativos incluyen: optimización, modelado, análisis envolvente de datos y materiales. ORCID: orcid.org/0000-0002-5064-3624

A.A. Espitia-Cubillos, recibió el título de Ing. Industrial en 2002 de la Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia; se graduó como MSc. en Ingeniería Industrial en 2006 de la Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia; actualmente es estudiante de Doctorado en Ingeniería de la Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela. Desde 2004 es profesora

universitaria. Se vinculó como docente de tiempo completo de Ingeniería Industrial a la Universidad Militar Nueva Granada en el año 2007, donde es profesor titular desde 2016, adicionalmente es Coordinadora de Investigaciones en el programa de ingeniería industrial de la Universidad El Bosque desde 2015. ORCID: 0000-0002-4791-0250

A.A. Mejías-Acosta, recibió el título de Ing. Industrial en la Universidad de Carabobo (Valencia, Venezuela) en el año 1993, de MSc. en Ingeniería Industrial en la misma institución en 2001 y el de Dr. en Ciencias Agrícolas en la Universidad Central de Venezuela en 2008. Se ha desempeñado como Superintendente de Ingeniería de Calidad en Dana de Venezuela (1994 – 2001). En la Universidad de Carabobo ha sido profesor desde el año 2001 y Gerente de la Fundación para la Capacitación, Innovación y Desarrollo desde 2012 hasta la fecha. Sus intereses investigativos incluyen: Ingeniería de la Calidad, Técnicas Estadísticas, Análisis Multivariados, Diseño de experimentos entre otros. ORCID: 0000-0002-6887-1836