

Analyzing the Deliberation of Influential Factors of the Process of Student Mobility in an Engineering Program in Colombia using AHP

Rocha González Jair Eduardo, Msc Ing¹, Rivera Camargo Jeimy Alejandra, Engineering Student², Roa Gámez Jeimy Nataly, Engineering Student³

¹Universidad de La Salle, Colombia, jerocha@unisalle.edu.co

²Universidad de La Salle, Colombia, jrivera28@unisalle.edu.co

³Universidad de La Salle, Colombia, jeimynroa85@unisalle.edu.co

Abstract- This paper presents the results of an academic research project regarding the level of importance of different factors influencing decision making in the process of student mobility of the industrial engineering program at the University of La Salle in Bogota, Colombia. The study used the method of collecting information from primary sources – in this case 49 students enrolled in the above mentioned academic program all of whom evaluated 9 pre-determined factors previously criticized in student mobility and student sharing between various institutions of higher education within and beyond the country. Finally data analysis using the technique of analytic hierarchy process (AHP) shows a scale of factors which makes it possible to identify those with the highest prevalence for students when making decisions about their mobility, with which is expected to implement future strategies that allow a greater emphasis on available educational destinations.

Keywords-- Analytic Hierarchy Process (AHP), Decision Making, Student Mobility

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2016.1.1.220>

ISBN: 978-0-9822896-9-3

ISSN: 2414-6390

Análisis para la ponderación de factores influyentes en el proceso de movilidad estudiantil en un programa de ingeniería en Colombia mediante AHP

Rocha González Jair Eduardo, Msc Ing¹, Rivera Camargo Jeimy Alejandra, Engineering Student², Roa Gámez Jeimy Nataly, Engineering Student³

¹Universidad de La Salle, Colombia, jerocha@unisalle.edu.co

²Universidad de La Salle, Colombia, jriversa28@unisalle.edu.co

³Universidad de La Salle, Colombia, jeimynroa85@unisalle.edu.co

Resumen— Este documento presenta los resultados de un proyecto de investigación académica acerca del nivel de importancia de diferentes factores influyentes en la toma de decisiones en el proceso de movilidad estudiantil del programa de ingeniería industrial en la Universidad de La Salle en Bogotá, Colombia.

El estudio realizado utilizó un método de recolección de información en fuentes primarias, en el cual participaron cuarenta y nueve individuos con filiación de estudiante en el mencionado programa académico, quienes evaluaron nueve factores identificados con antelación como críticos en el proceso de movilidad e intercambio estudiantil con otras instituciones de educación superior en el país y fuera de él.

Finalmente el análisis de datos a través del uso de la técnica de análisis jerárquico de procesos (AHP) muestra una escala de factores en la cual es posible identificar aquellos con mayor prevalencia en los estudiantes al momento de tomar decisiones sobre su movilidad estudiantil, con lo cual se espera implementar a futuro estrategias que permitan un mayor énfasis en los destinos escolares disponibles.

Palabras Claves — Análisis jerárquico de procesos (AHP), toma de decisiones, movilidad estudiantil.

Abstract – This paper presents the results of an academic research project about the level of importance of different factors influencing decision making in the process of student mobility of the program industrial engineering at the University of La Salle in Bogota, Colombia.

The research used a method of gathering information on primary sources, which was attended by forty-nine individuals with affiliations student in that curriculum, who evaluated nine factors identified in advance as critical in the process of mobility and student exchange other institutions of higher education in the country and outside it.

Finally data analysis through the use of the technique of analytic hierarchy process (AHP) shows a scale of factors in which it is possible to identify those with the highest prevalence in students when making decisions about student mobility, with

which is expected to implement future strategies that allow a greater emphasis on school available destinations.

Index terms – Analytic hierarchy process (AHP), decision-making, student mobility.

I. INTRODUCCIÓN

El proceso de análisis jerárquico es una técnica matemática fundamentada en la evaluación del juicio subjetivo de varios individuos en la toma de decisiones con criterios objetivos [1].

Esta técnica ha sido empleada en varios estudios de determinación del nivel o peso de factores influyentes en educación, abarcando aplicaciones que varían desde la evaluación de desempeño de instituciones y/o programas académicos [2, 3], hasta llegar a estudios de evaluación de proyectos educativos bajo contextos de innovación [4], selección de personal para labores especializadas como en el caso de enfermería [1] y otros relacionados en las ciencias educativas [5].

De esta manera, el estudio realizado considero el método AHP como técnica para establecer el peso de cada uno de los diferentes factores al momento de realizar la selección de una movilidad académica por los estudiantes de la Institución de Educación Superior reseñada.

II. MARCO TEÓRICO

A. Proceso de análisis jerárquico

La técnica de análisis de procesos jerárquicos fue desarrollada por Saaty en los años 60 como método para la toma de decisiones bajo una estructura metodológica de tres etapas: estructura, medición y sintetizar, con las cuales es posible evaluar diferentes alternativas de solución de un problema con varios factores de influencia y teniendo como guía fundamental la experiencia y conocimiento tácito de los agentes tomadores de decisiones [6].

De esta manera la técnica AHP, permite una toma de decisión objetiva partiendo desde criterios, objetivos y propósitos disímiles en los participantes del estudio, haciendo este proceso de decisión más simple, sistémico y transparente, reduciendo la incertidumbre asociada a este tipo de tareas tal como se presenta en la figura 1 [7].

En conclusión, el proceso de análisis jerárquico ayuda a la toma de decisiones para estructurar un sistema complejo de una manera jerárquica simple y evalúa k número de factores cuantitativos y cualitativos de una manera sistemática [8].

B. Movilidad

Este aspecto, se define conceptualmente como la forma académica mayormente aceptada de internacionalización de un campo de la educación que ayuda a la integración de un individuo en la comunidad educativa internacional [9], con los cuales un individuo podrá fortalecer las competencias en el conocimiento de lenguas extranjeras, mejorar relaciones interpersonales, actualizar su comprensión intercultural, y lograr independencia y auto confianza [10].

C. Movilidad para estudiantes Lasallistas

Este proceso es postulado por la Universidad de La Salle, en Bogotá Colombia, como la actividad en la que un estudiante, docente o empleado realiza una estancia de carácter académico en otra IES con la cual la entidad de origen tiene establecidas relaciones en los campos académicos, científicos y culturales durante un tiempo determinado.

De igual manera, esta institución de origen puede ofrecer en contraprestación albergue a estudiantes de otras IES interesados en cursar algunas prácticas académicas, culturales o científicas bajo las modalidades de semestre académico nacional o internacional, prácticas y pasantías y programas especiales [11]

III. METODOLOGÍA

A. Forma de recolección de datos

El proceso de recolección de información se realizó mediante la realización de una encuesta con preguntas cerradas en la cuales los participantes establecen una relación de comparación bajo una escala numérica proporcionando mayor o menor importancia a cada aspecto en análisis.

Esta encuesta fue realizada a través de medio virtual usando para ello un formulario de Google Drive @ disponible en el link: https://docs.google.com/forms/d/1oMaPjqN2mOGgYMxXWw_a3jOFSfrAWApVZhAQ4fIVhME/viewform?usp=send_form, para el cual se recibieron un número de 66 respuestas que luego de un análisis de puntuaciones descartaron 17 encuestas por deficiencias en su realización.

En este mismo aspecto, solo se consideraron estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de La Salle en Bogotá Colombia, quienes pudieron completar la información durante el espacio de tiempo del 8 y 12 de

noviembre del 2015, con la participación de un 24,5% y 18,3% de estudiantes en segundo y décimo semestre respectivamente.

B. Análisis de datos con AHP

El proceso de análisis jerárquico es eficaz cuando existe subjetividad y es adecuado para resolver problemas en los que los criterios de decisión pueden ser organizados de manera jerárquica en sub-criterios [1]. Por esta razón, la selección del método no es casual, ya que la información recolectada fue organizada en diferentes niveles de acuerdo a los atributos establecidos para el estudio.

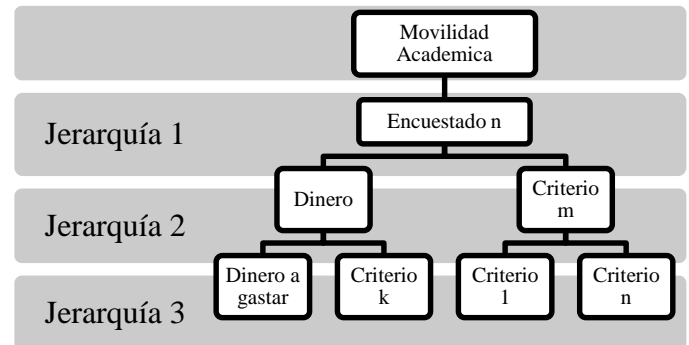


Fig. 1. Representación grafica del proceso de análisis jerárquico

Por esta razón, una vez terminada la recolección de información, se realiza un proceso de comparaciones pareadas en una matriz cuadrada, como la mostrada a continuación en la figura 2:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Fig. 2 Matriz de comparaciones. (Saaty, 1990).

Una vez realizada esta matriz de comparaciones por pares el proceso continúa con una fase de síntesis de la información para lo cual la técnica AHP realiza el siguiente procedimiento [12, 13, 14]:

Paso 1: Sumar los valores en cada columna de la matriz de comparaciones pareadas.

Paso 2: Dividir cada elemento de la matriz entre el total de su columna, este resultado se denomina matriz de comparaciones pareadas normalizada.

Paso 3: Calcular el promedio de los elementos de cada renglón de las prioridades relativas de los elementos que se comparan

Paso 4: Realizar el producto matricial entre la matriz de comparaciones pareadas y el vector de promedios

Paso 5: Sumar el vector resultante de la operación realizada en el paso anterior.

Paso 6: Calcular los índices de consistencia CI y la consistencia aleatoria RI para la matriz de comparaciones.

Paso 7: Calcular la relación de consistencia CR, contrastando su aceptación con valores menores a 0.1.

La relación de consistencia CR (1) se emplea de tal manera que prueba si el juicio es consistente o inconsistente, para esto si el valor de CR excede el 0.1 indica que es inconsistente, sugiriendo una nueva toma de datos. En el caso de que la consistencia sea menor de 0.1 se muestra una señal de racionalidad en la comparación pareada. A continuación se muestran las ecuaciones a utilizar siendo CI (2) el índice de consistencia y RI (3) la consistencia aleatoria, las cuales se calculan de la siguiente forma:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

$$CI = \frac{n_{max}-n}{n-1} \quad (2)$$

$$RI = \frac{1.98(n-2)}{n} \quad (3)$$

IV. RESULTADOS

A partir de la información obtenida a través de la encuesta realizada a los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de la Salle bajo los parámetros descritos, se obtuvieron 49 encuestas válidas para realizar el análisis de información con la técnica AHP.

Esta encuesta indaga en nueve criterios generales, los cuales a su vez se subdividieron en unos sub-criterios obtenidos de una primera selección de variables obtenida de un foro realizado previamente con estudiantes. Los criterios y sub-criterios indagados para lograr la comparación tal como se presentan en la Tabla I.

TABLA I
CRITERIOS Y SUB-CRITERIOS DE EVALUACIÓN EN EL PROCESO DE MOVILIDAD ACADÉMICA

Criterios		Sub-criterios	
A	Dinero	A1	Dinero a gastar
		A2	Apoyo financiero
		A3	Dinero disponible
B	Cultura	B1	Alimentación
		B2	Nivel de consumo
		B3	Forma de vestir
		B4	Adaptación costumbres
		B5	Aceptación personas
		B6	Historia y cultura
		B7	Creencias, costumbres y tradiciones
		B8	Actividades culturales
C	Aprendizaje	C1	Conocimiento del idiomas
		C2	Aprender un idioma antes
		C3	Calidad conocimiento
		C4	Aprender un idioma destino
		C5	Aprendizaje Académico
		C6	Desarrollar Competencias
D	Institucional	D1	Reconocimiento
		D2	Actividades Extracurriculares
		D3	Reconocimiento Académico
E	Fam. Y personal	E1	Apego a familia y amigos
		E2	Personas Conocidas destino
		E3	Tiempo duración
		E4	Apego lugar destino
F	Geográfico	F1	Transporte Local

G	Reputación	F2	Transporte Nacional
		F3	Adaptación Clima y geografía
		F4	Conocer nuevos lugares
		G1	Información del lugar destino
H	Infraestructura	G2	Imagen positiva Colombia
		G3	Reputación Institución destino
		H1	Bienestar
I	Alojamiento	H2	Física
		H3	Servicios ofrecidos
		I1	Sitio hospedaje
		I2	Tipo hospedaje
		I3	Seguridad personal

A partir de los criterios y sub-criterios señalados, es posible identificar los siguientes resultados en relación al peso de cada uno de ellos en la toma de decisiones acerca de movilidad estudiantil tal como se presenta en la Tabla II presentada a continuación:

TABLA II
RESULTADOS DE EVALUACIÓN GENERAL DE CRITERIOS DE PRIMER NIVEL

Criterio	Pesos	n_{max} , CI, RI	CR
A	0,2040	$n_{max} = 9,6$ CI = 0,0755 RI = 1,54	CR = 0,049
B	0,0912		
C	0,2072		
D	0,1106		
E	0,0715		
F	0,0622		
G	0,0860		
H	0,0748		
I	0,0979		

Los anteriores resultados presentan los criterios con mayor peso en los estudiantes de ingeniería industrial de la Universidad de La Salle en torno a la movilidad académica a la cantidad de dinero a gastar en la actividad con un peso de 0.2040, el nivel de aprendizaje a obtener en la institución de destino con 0.2072 y el prestigio de la institución de destino con 0.1106; de igual manera los demás criterios están con un peso inferior a 0.1 mostrando baja influencia en la decisión a tomar frente a los tres criterios señalados, como se señala en la figura 3:

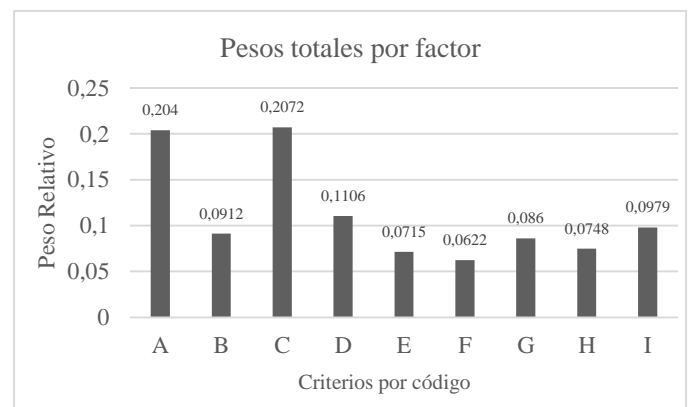


Fig. 3. Representación gráfica de los pesos totales de los factores que interviene en la toma de decisiones para realizar movilidad académica.

A continuación también como resultado del análisis y procesamiento de la información con la técnica AHP, se presentan el grado de peso de cada uno de los sub-criterios en su respectivo criterio base de agrupación, es decir en otros términos, cómo cada uno de ellos se fracciona en cada sub-criterio. Por ejemplo en el criterio de dinero a invertir con un peso de 0.2040, se obtiene al sumar los sub-criterios de dinero a gastar en la actividad con un peso de 0.0576, apoyo financiero en un peso de 0.0712 y dinero disponible en el estudiante y/o su familia en 0.0752, obteniendo el peso de cada sub-factor en su categoría de criterio vinculado, tal como se muestra en la Tabla III y en la figura 4 mostrada a continuación:

TABLA III
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE DINERO

Sub-criterio	Pesos	n_{max} , CI, RI	CR
A1	0,0576	$n_{max} = 3,011$ CI = 0,0056 RI = 0,66	CR = 0,0085
A2	0,0712		
A3	0,0752		

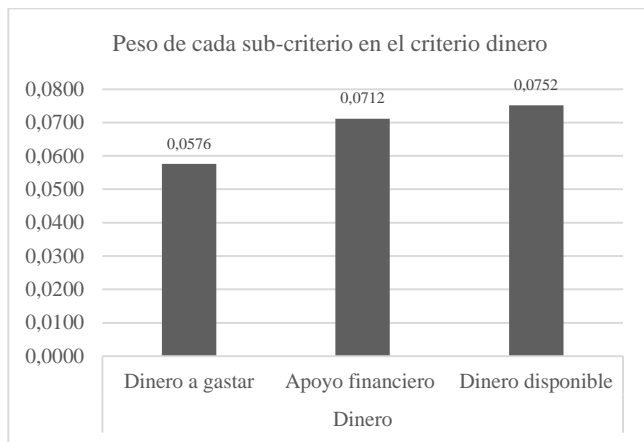


Fig. 4. Representación gráfica de los pesos totales de los aspectos para el factor dinero que interviene en la toma de decisiones para realizar movilidad académica.

De igual manera, el análisis de resultados para el criterio de evaluación del aprendizaje presenta los pesos por sub-criterio presente en la Tabla IV y figura 5 de este documento presentes a continuación:

TABLA IV
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE

Sub-criterio	Pesos	n_{max} , CI, RI	CR
C1	0,0361	$n_{max} = 6,1689$ CI = 0,034 RI = 1,32	CR = 0,02559
C2	0,0340		
C3	0,0556		
C4	0,0257		
C5	0,0362		
C6	0,0197		

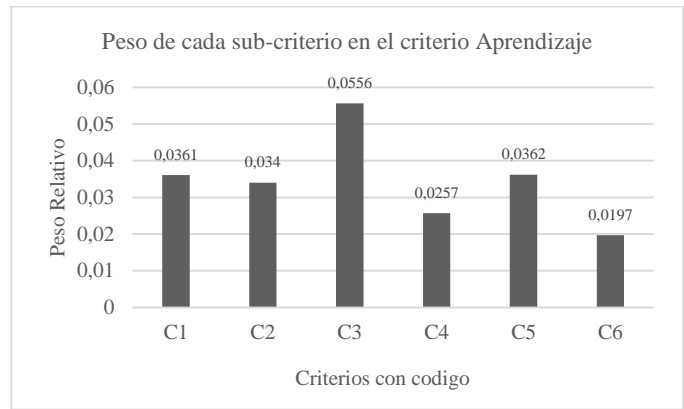


Fig. 5. Representación gráfica de los pesos totales de los aspectos para el factor de aprendizaje que interviene en la toma de decisiones para realizar movilidad académica.

Por último, los análisis de cada uno de los factores con baja influencia se presentan en las tablas V a XI del presente documento, las cuales presentan los resultados de la misma manera para los dos factores analizados en detalle con antelación.

TABLA V
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE CULTURA

Sub-criterio	Pesos	n_{max} , CI, RI	CR
B1	0,0148	$n_{max} = 8,4228$ CI = 0,06 RI = 1,485	CR = 0,04067
B2	0,0115		
B3	0,0059		
B4	0,0137		
B5	0,0235		
B6	0,0095		
B7	0,0116		
B8	0,0127		

TABLA VI
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE INSTITUCIONAL

Sub-criterio	Pesos	n_{max} , CI, RI	CR
D1	0,0479	$n_{max} = 3,011$ CI = 0,0056 RI = 0,66	CR = 0,0085
D2	0,0235		
D3	0,0391		

TABLA VII
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE FAMILIAR Y PERSONAL

Sub-criterio	Pesos	n_{max} , CI, RI	CR
E1	0,0206	$n_{max} = 4,03948$ CI = 0,01316 RI = 0,99	CR = 0,01329
E2	0,0116		
E3	0,0265		
E4	0,0133		

TABLA VIII
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE GEOGRÁFICO

Sub-criterio	Pesos	n_{max} , CI, RI	CR
F1	0,0178	$n_{max} = 4,03948$ CI = 0,01316 RI = 0,99	CR = 0,01329
F2	0,0121		
F3	0,0141		
F4	0,0182		

TABLA IX
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE REPUTACIÓN

Sub-criterio	Pesos	n_{max} , CI, RI	CR
G1	0,0247	$n_{max} = 3,011$ CI = 0,0056 RI = 0,66	CR = 0,0085
G2	0,0295		
G3	0,0318		

TABLA X
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

Sub-criterio	Pesos	n_{max} , CI, RI	CR
H1	0,0264	$n_{max} = 3,011$ CI = 0,0056 RI = 0,66	CR = 0,0085
H2	0,0252		
H3	0,0232		

TABLA XI
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE ALOJAMIENTO

Sub-criterio	Pesos	n_{max} , CI, RI	CR
I1	0,0322	$n_{max} = 3,011$ CI = 0,0056 RI = 0,66	CR = 0,0085
I2	0,0258		
I3	0,0400		

V. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos tras la realización del proceso de análisis jerárquico, es posible afirmar que para los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de La Salle los factores con mayor peso en la decisión para realizar movilidad académica son el aprendizaje con un peso de 20.72%, seguido por el dinero a invertir con un peso del 20.40%, con una diferencia porcentual de 1.5%.

El factor de mayor influencia obtenido en el estudio realizado es la calidad del aprendizaje en la institución de destino, lo cual sugiere que la IES de origen en este caso la Universidad de La Salle puede implementar un procesos de selección de IES de destino que cumplan ciertos requerimientos académicos frente a los requerimientos de los estudiantes.

Así mismo, en el análisis del factor dinero, se determina que el criterio de mayor influencia para la toma de decisión de los estudiantes para movilidad académica es la cantidad de dinero disponible para realizar la movilidad, lo cual sugiere trabajo en fuentes de financiación por parte de los estudiantes y sus familias para realizar esta actividad con la suficiente antelación, garantizando que este factor no sea restringido de las actividades, también es posible el vínculo de los grupos estudiantiles con becas disponibles para movilidad por IES y organismos internacionales que realizan este tipo de financiación.

Dando respuesta al objetivo planteado por la investigación se puede identificar los factores influyentes en el proceso de movilidad académica en la Universidad de La Salle en Bogotá Colombia, los cuales son propios de la comunidad educativa presente en esta IES, pero con la presentación de una guía metodológica para otras instituciones interesadas en realizar estudios similares.

Por último, es posible concluir que el factor de menos peso o menor importancia en la decisión para realizar movilidad es el criterio geográfico con un peso 6.22%, lo que nos lleva a suponer que la universidad no debe centrarse en este factor para promover la iniciativa de movilidad en los estudiantes.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. Önder, G. Önder, Ö. Kuvat y N. Tas, «Identifyinf the importance level of factors influencing the selection of nursing as a career choice using AHP: survey to compare the precedence of private vocational high school nursing students and their parents,» *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, pp. 398-404, 2014.
- [2] A. Rad, B. Naderi y M. Soltani, «Clustering and ranking university majors using data mining and AHP algorithms: A case study in Iran.» *Expert System Application*, pp. 755-763, 2011.
- [3] M. Das, B. Sarkar y S. Ray, «A framework to measure relative performance of Indian technical institution using integrated fuzzy AHP and COPRAS,» *Socioeconomic Planning Science*, pp. 230-241, 2012.
- [4] M. Melón, P. Aragonés Beltran y C. González Cruz M., «An AHP-based evaluation procedure Innovative Educational Projects,» *Omega*, pp. 754-765, 2008.
- [5] R. d. F. Russo y R. Camanho, «Criteria in AHP: a Systematic Review of Literature,» *Information Technology and Quantitative Management*, pp. 1123-1132, 2015.
- [6] J. C. Osorio Gómez y J. P. Orejuela Cabrera, «El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación,» *Scientia et Technica*, pp. 122-127, 2008.
- [7] N. Mohamed Yusof y S. Hasliah Salleh, «Analytical Hierarchy Process in Multiple Decisions Making for Higher Education in Malaysia,» *World Congress on Administrative and Political Sciences*, pp. 389-394, 2013.
- [8] A. Erdil y H. Erbiyik, «Selection Strategy via Analytic Hierarchy Process: An Application for a Small Enterprise in Milk Sector,» *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 195, n° 3, pp. 2618-2628, 2015.
- [9] I. Danilyuk y S. Paschenko, «Academic Mobility and Professionalism of Higher School Staff in Ukraine: Evaluation and Assessment,» *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 69, n° 1, pp. 1785-1794, 2012.
- [10] P. Bryla, «Self-reported Effects of and Satisfaction with International Student Mobility: A Large-scale Survey among Polish Former Erasmus Students,» *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 191, n° 1, pp. 2074-2082, 2015.
- [11] Universidad de La Salle, «Universidad de La Salle,» Universidad de La Salle, 2015. [En línea]. Available: http://www.lasalle.edu.co/wps/portal/Home/Principal/LaSalleInternacional/asmovilidad_global/cmovilidad_global. [Último acceso: 10 11 2015].
- [12] T. Saaty, «How to make Decision: The Analitic Hierarchy Process,» *European Journal of Operational Research*, vol. 48, pp. 9-26, 1990.
- [13] T. Saaty y L. Vargas, *Models, methods, concepts and applications of the Analytic Hierarchy Process*, Kluwer Academic Publisher, 2001.
- [14] T. Saaty, «Decision Making with the Analytic Hierarchy Process,» *Services Sciences*, vol. 1, n° 1, p. 83, 2008.