
MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA INSTITUCIONAL EN LA EDUCACIÓN PÚBLICA A TRAVÉS DEL PROCESO DE JERARQUÍA ANALÍTICA.

EL CASO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO, MÉXICO

Antonio Altamirano Corro, Marco A. Zamora Antuñaño, Domingo J. Gómez Meléndez y Rebeca del Rocío Peniche Vera

RESUMEN

Se estudió la utilización del Proceso de Jerarquía Analítica (PJA) para la evaluación de la eficiencia institucional en la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), México. La metodología del PJA fue empleada para construir un sistema de tres niveles de jerarquía y generar un índice de eficiencia relativa del desempeño de las trece dependencias de educación superior (DES) de que se compone la UAQ. Se utilizaron los indicadores derivados de la retroalimentación que realiza la Secretaría de Educación Pública (SEP) del Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI) para 2008-2009 y 2010-2011, el cual se compone de los resultados de los Programas de Fortalecimiento de las Dependencias de Educación Superior (ProDES) y los Programa de Fortalecimiento de la Gestión Institucional

(ProGES). El PIFI fue puesto en marcha en el año 2001, como parte de las políticas públicas del gobierno federal hacia el sector de la educación superior del país y ha estado dirigido a las Universidades Públicas Estatales (UPE), a las Universidades Públicas Estatales de Apoyo Solidario (UPEAS), a las Universidades Tecnológicas y Politécnicas, a los Institutos Tecnológicos (IT) y a las Escuelas Normales Públicas. Es un programa coordinado por la SEP que busca, mediante procesos de planeación participativa, fomentar la mejora continua de los programas educativos y servicios académicos que ofrecen las instituciones de educación superior. La aplicación del PJA es una ayuda en los procesos de evaluación y planeación universitaria, así como la asignación presupuestaria en el sector.

Introducción

La eficiencia es el logro de un objetivo utilizando una mínima cantidad de recursos (Wehrich *et al.*, 2013). Por lo tanto, podemos considerar la eficiencia institucional como una situación donde la institución hace un uso adecuado de los recursos para alcanzar los fines propuestos en su planeación. Al mismo tiempo, en varios países la educación pública está cambiando los argumentos tradicionales de favorecer la equidad hacia lograr metas de eficiencia educacional, y México no es la excepción. Para ello, es necesario utilizar técnicas que permitan una evaluación objetiva de la eficiencia

educativa. La Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), como institución comprometida con la excelencia académica, busca constantemente el mejoramiento de sus sistemas educativos (Rubio, 2006); debido a ello, es de vital importancia que se evalúe el desempeño de sus diferentes Facultades en las áreas de investigación, docencia y administración, a través de indicadores y modelos de desempeño acordes a la complejidad del entorno educativo actual.

En la UAQ, cuyos orígenes se remontan al siglo XVII, se imparten actualmente 13 programas educativos (PE), desde el nivel de Técnico Superior Universitario hasta

el Doctorado, contando para esto con 13 Facultades o Dependencias de Educación Superior (DES). Cada una de las 13 DES de que se compone la institución tiene sus propias peculiaridades, de ahí la complejidad de realizar una evaluación adecuada y justa que satisfaga a todas las partes.

En las universidades públicas mexicanas, los ejercicios de planeación han dado lugar a la formulación del Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI) a partir de 2001, y la actualización anual del mismo en el periodo 2002-2006. Estos programas tienen como objetivo mejorar y asegurar la calidad de los programas educativos que

ofrecen las instituciones y la de sus esquemas de gestión.

En la formulación del PIFI se ha fomentado que las universidades tomen en consideración las necesidades del desarrollo nacional, regional y estatal, identifiquen la situación actual y los retos que enfrenta la institución para mejorar y asegurar la calidad de los programas educativos y servicios que ofrece, las medidas necesarias para superarlos y de sus esquemas de gestión y de rendición de cuentas.

Los objetivos del presente trabajo fueron: 1) evaluar si era posible determinar un índice de eficiencia para la evaluación institucional utilizando una metodología basada en el PJA, y 2) proponer una

PALABRAS CLAVE / Educación Superior / Eficiencia Institucional / Evaluación / Proceso de Jerarquía Analítica /

Recibido: 12/02/2013. Modificado: 22/09/2015. Aceptado: 07/10/2015

Antonio Altamirano Corro. Maestro en Ciencias en Investigación de Operaciones, Universidad Nacional Autónoma de México. Candidato a Doctor en Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), México. Dirección: Facultad de Ingeniería, UAQ. Centro

Universitario, Cerro de las Campanas s/n, Santiago de Querétaro, Qro. A.P. 184, C.P. 76010, México. e-mail: jaaltami@gmail.com

Marco A. Zamora Antuñaño. Doctor en Ciencias de la Educación, Instituto Pedagógico de Estudios de Posgrado de

Celaya, México, y Doctor en Ingeniería y Ciencias de Materiales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Profesor, Universidad Tecnológica de San Juan del Río, México. e-mail: mazamoraa@utsjr.edu.mx
Domingo J. Gómez Meléndez. Doctor en Ingeniería, UAQ,

México. CEO, Idgreen S.A. de C.V., México. e-mail: domag5@hotmail.com

Rebeca del Rocío Peniche Vera. Doctora en Investigación de Operaciones, Université Joseph Fourier, Francia. Profesora Investigadora, UAQ, México. e-mail: peniche@uaq.mx

MEASUREMENT OF INSTITUTIONAL EFFICIENCY IN PUBLIC EDUCATION USING ANALYTIC HIERARCHY PROCESS: THE CASE OF QUERÉTARO AUTONOMOUS UNIVERSITY, MEXICO

Antonio Altamirano Corro, Marco A. Zamora Antuñano, Domingo J. Gómez Meléndez and Rebeca del Rocío Peniche Vera

SUMMARY

The Analytical Hierarchy Process (AHP) was used for the evaluation of institutional efficiency in the Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). The AHP methodology was employed to build a system of three levels of hierarchy and an index of relative efficiency of the performance of the thirteen schools or dependencies of higher education (DES) of which the UAQ is composed. We used indicators derived from the feedback provided by the Secretary of Public Education (SEP) of the integral program of institutional strengthening (PIFI) for 2008-2009 and 2010-2011, which includes the results of the program of strengthening of higher education dependencies (ProDES) and the program of institutional management strengthening

(ProGES). The PIFI was launched in 2001, as part of the public policies of the Federal Government towards the sector of higher education and is addressed to state public universities (UPE), state public universities of solidary support (UPEAS), technological and polytechnic universities, technological institutes (IT) and public teacher's schools. It is a program coordinated by the SEP which seeks, through participatory planning processes, to promote the continuous improvement of educational programs and educational services offered by institutions of higher education. The application of AHP helps in the evaluation and planning processes, as well as in budget allocation in this sector.

ATRAVÉS DO PROCESSO DE HIERARQUIA ANALÍTICA. O CASO DA UNIVERSIDADE AUTÔNOMA DE QUERÉTARO, MÉXICO

Antônio Altamirano Corro, Marco A. Zamora Antuñano, Domingo J. Gómez Meléndez e Rebeca del Rocío Peniche Vera

RESUMO

Estudou-se a utilização do Processo de Hierarquia Analítica (AHP) para a avaliação da eficiência institucional na Universidade Autónoma de Querétaro (UAQ), México. A metodologia do AHP foi empregada para construir um sistema de três níveis de hierarquia e gerar um índice de eficiência relativa do desempenho das treze dependências de educação superior (DES) que compõem a UAQ. Utilizaram-se os indicadores derivados da retroalimentação que realiza a Secretaria de Educação Pública (SEP) do Programa Integral de Fortalecimento Institucional (PIFI) para 2008-2009 e 2010-2011, o qual se compõe dos resultados dos Programas de Fortalecimento das Dependências de Educação Superior (ProDES) e os Programa de Fortalecimento da Gestão Insti-

tucional (ProGES). O PIFI foi iniciado no ano 2001, como parte das políticas públicas do governo federal para o setor da educação superior do país e tem estado destinado às Universidades Públicas Estatais (UPE), às Universidades Públicas Estatais de Apoio Solidário (UPEAS), às Universidades Tecnológicas e Politécnicas, aos Institutos Tecnológicos (IT) e às Escolas Normais Públicas. É um programa coordenado pela SEP que busca, mediante processos de planejamento participativo, fomentar o melhoramento contínua dos programas educativos e serviços acadêmicos que oferecem as instituições de educação superior. A aplicação do AHP é uma ajuda nos processos de avaliação e planejamento universitário, assim como a designação orçamentária no setor.

herramienta para los procesos de evaluación. Esta información es requerida a fin de mejorar la toma de decisiones en las instituciones de educación superior.

Métodos Multicriterio para la Toma de Decisiones

En entornos de toma de decisiones complejas, las mismas involucran elementos tangibles e intangibles que incorporan criterios y alternativas múltiples. Para tratar con tales factores de tipo cualitativo y cuantitativo se han desarrollado varios métodos multicriterio para la toma de decisiones (ELECTRE, Macbeth, SMART, PROMETHEE, PJA, ANP, etc.). Todos ellos están basados en cuatro pasos: modelado del problema, valoración de pesos,

agregación de pesos y análisis de sensibilidad.

El Proceso de Jerarquía Analítica (PJA; Saaty 1977, 1980, 1982, 2008) ha sido diseñado para resolver problemas complejos de decisión multicriterio. El proceso requiere que el decisor provea juicios acerca de la importancia relativa de cada criterio para luego especificar una preferencia para cada alternativa de decisión usando cada criterio. El resultado del PJA es una clasificación ordenada por prioridades de las alternativas de decisión, basada en las preferencias globales expresadas por el decisor o decisores.

Debe ser subrayado que todos los problemas de decisión son considerados como una estructura jerárquica en el PJA.

El Proceso de Jerarquía Analítica (PJA)

Desde sus inicios este método ha sido extensamente utilizado en educación superior en áreas tales como evaluación del desempeño académico (Badri y Abdulla, 2004), planeación estratégica de instituciones (Jolayemi, 2012), selección de escuelas de ingeniería (Jayakumar *et al.*, 2012), implementación de criterios de calidad total (Metha *et al.*, 2014), entre otros.

Los cuatro principales pasos para estructurar un problema en el marco del PJA los podemos resumir como sigue (Tzeng y Huang, 2011):

Paso 1. Representar el sistema jerárquico descomponiendo el problema en una jerarquía de elementos interrelacionados.

Paso 2. Comparar los pesos entre los atributos de los elementos de decisión para formar la matriz recíproca.

Paso 3. Sintetizar los juicios subjetivos individuales y estimar los pesos relativos.

Paso 4. Agregar los pesos relativos de los elementos para determinar las mejores alternativas/estrategias.

Si se desea comparar un conjunto de n atributos de manera pareada de acuerdo a sus pesos relativos, donde los atributos son denotados por a_1, a_2, \dots, a_n y los pesos son denotados por w_1, w_2, \dots, w_n , entonces las comparaciones pareadas pueden ser representadas por la siguiente matriz (Tzeng y Huang, 2011):

TABLA I
ESCALA EN EL PJA

| | | | | | | |
|------------|-------|----------|--------|------------|---------|---------------------|
| Intensidad | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 2,4,6,8 |
| Verbal | Igual | Moderado | Fuerte | Muy fuerte | Extremo | Valores intermedios |

TABLA II
VALOR DE R.I. PARA MATRICES DE DIFERENTES TAMAÑOS

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Número de elementos | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| R.I. | 0,52 | 0,89 | 1,11 | 1,25 | 1,35 | 1,40 | 1,45 | 1,49 | 1,51 | 1,54 | 1,56 |

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{ji} & \dots & a_{jj} & \dots & a_{jn} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{ni} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

donde $a_{ij} = 1/a_{ji}$ (recíproco positivo) y $a_{ij} = a_{ik}/a_{jk}$. Por lo tanto el problema para el PJA es encontrar a_{ij} tal que $a_{ij} \equiv w_i/w_j$.

Sea una matriz de pesos (Tzeng y Huang, 2011) representada como

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & & & & \\ \vdots & & & & \\ w_i & & & & \\ \vdots & & & & \\ w_n & & & & \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 & \dots & w_j & \dots & w_n \\ w_1/w_1 & \dots & w_1/w_j & \dots & w_1/w_n \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_i/w_1 & \dots & w_i/w_j & \dots & w_i/w_n \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ w_n/w_1 & \dots & w_n/w_j & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

Multiplicando W por w se obtiene

$$W \times w = \begin{bmatrix} w_1 & & & & \\ \vdots & & & & \\ w_i & & & & \\ \vdots & & & & \\ w_n & & & & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_j \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_j \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

donde $(W - nI)w = 0$.

Puesto que resolver la ecuación anterior es el problema del valor propio, se pueden derivar los pesos comparativos encontrando el vector propio w con respecto a λ_{max} que satisfaga $Aw = \lambda_{max}w$, donde λ_{max} es el valor propio más grande de la matriz A , esto es, encontrar el vector propio w con respecto a λ_{max} para $(A - \lambda_{max}I)w = 0$.

La Tabla I presenta la equivalencia que es empleada para comparar la escala verbal con la escala numérica, con la cual se denota una importancia de igual a extrema.

A fin de asegurar la consistencia de la percepción subjetiva y la seguridad de los pesos comparativos, dos índices, incluyendo el índice de consistencia (C.I.) y la tasa de consistencia (C.R.) son sugeridos. La ecuación del C.I. es expresada como

$$C.I. = (\lambda_{max} - n)/(n - 1),$$

donde λ_{max} : valor propio más grande y n : cantidad de atributos o criterios. Saaty (1980) sugirió que el valor del C.I. no debe exceder 0,1 para un resultado confiable. Por otra parte, C.R. puede ser calculado como

$$C.R. = C.I./R.I.$$

global de obtener la mejor DES de la UAQ (Figura 1).

Metodología PJA para las DES de la UAQ

La metodología usada para este modelo comprende:

1) Selección de la meta global (selección de la mejor DES de la UAQ), aquella que por sus resultados académicos (capacidad y competitividad), autoevaluación institucional y la actualización de la planeación en el ámbito institucional sea la mejor posicionada (Figura 2).

2) Selección de las alternativas de decisión (todas las DES de la UAQ, 13 en total): Ciencias Jurídicas, Ciencias Naturales, Ciencias Químicas, Ciencias Sociales, Psicología, Económico-Administrativa, Medicina, Enfermería, Bellas Artes, Filosofía, Lenguas y Letras, Tecnologías de Información e Ingeniería.

3) Selección de los criterios, que en este caso corresponderían a los siguientes indicadores del PIFI (1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,7; 1,8; 1,9; 3,1; 3,2; 3,3; 3,4; 3,5; 3,6; 4,1; 4,2; 4,3; 4,4; 4,5; 4,6; 4,7; 4,8; 5,1; 5,2; 5,3) y la matrícula de alumnos de cada DES.

4) Una vez seleccionados, cada uno de los 26 criterios se comparan de manera pareada para establecer el orden de importancia de los mismos.

5) Comparación de manera pareada las diferentes alternativas de decisión (DES) bajo cada criterio y se les otorga un

donde R.I.: índice de consistencia aleatorio, el cual es derivado de una gran muestra de matrices recíprocas generadas aleatoriamente usando la escala 1/9, 1/8, ..., 1, ..., 8, 9, (Tzeng y Huang, 2011).

El valor del índice R.I. respecto a los diferentes tamaños de las matrices se muestra en la Tabla II. La C.R. debe estar abajo de 0,1 para un resultado confiable y el valor de 0,2 es el nivel máximo tolerado (Zapounides y Pardalos, 2010)

Formulación del Modelo PJA para las DES de la UAQ

Para lograr los objetivos de esta investigación se utilizaron los resultados de la Evaluación Integral del PIFI 2008-2009 y 2010-2011, de los cuales se seleccionaron los siguientes indicadores: capacidad (5), competitividad (3), autoevaluación institucional (6), actualización de la planeación en el ámbito institucional (11), más la matrícula, totalizando 26 criterios y 13 alternativas de dependencias (DES), las cuales serían los inputs para el PJA con la meta

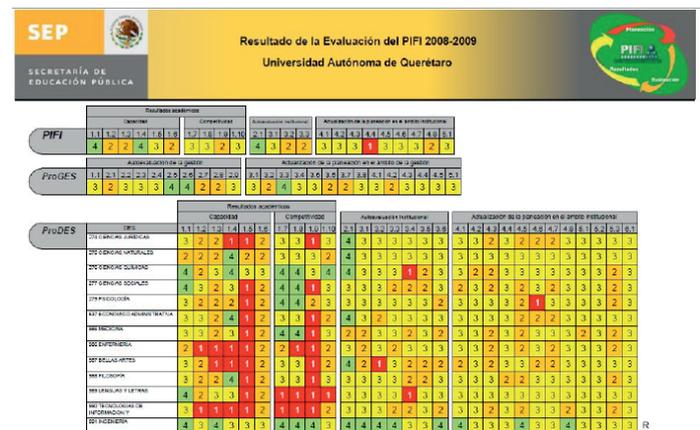


Figura 1. Resultado de la Evaluación del PIFI 2008-2009. Fuente: Secretaría de Educación Pública.

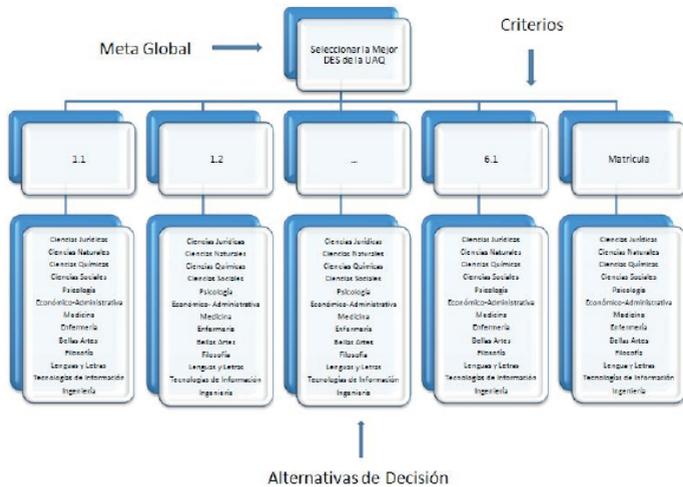


Figura 2. Jerarquía del Modelo de las DES de la UAQ.

valor con respecto a una escala de medición derivada de los valores del PIFI. Los valores en la clasificación numérica se asignan de acuerdo al siguiente convenio: valores iguales de PIFI= 1 (igual), diferencia de 1 en el PIFI= 3 (moderada), diferencia de 2 en el PIFI= 5 (fuerte), y diferencia de 3 en el PIFI= 7 (muy fuerte),

6) Se lleva a cabo un proceso de síntesis del PJA, que proporciona la prioridad de cada criterio en función de su contribución a la meta global de seleccionar la mejor DES.

7) Verificación de la consistencia de las comparaciones por pares, en donde se encontró que la razón de inconsistencia fue siempre menor que 0,10 lo cual es satisfactorio.

8) Presentación de las prioridades globales, en este caso la DES mejor calificada fue

Ingeniería y la última en la clasificación fue Bellas Artes.

Resultados Computacionales del PJA

En este trabajo se utilizó para efecto de los cálculos el software ExpertChoice™, con el cual se obtuvieron los resultados que se presentan en las Figuras 3 a 6. Las Figuras 3 y 5 muestran una comparativa de los resultados obtenidos de cada una de las DES con respecto a los 26 criterios. Las figuras 4 y 6 muestran la posición relativa de las DES de la UAQ con respecto a la meta global de seleccionar la mejor DES.

Conclusiones

El PJA permite obtener una visión diferente de los resultados de la retroalimentación del PIFI realizada por la SEP, lo cual es

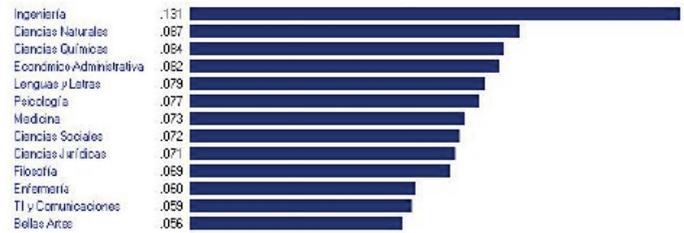


Figura 4. Posición relativa de las DES de la UAQ con respecto a la meta global PIFI 2008-2009.

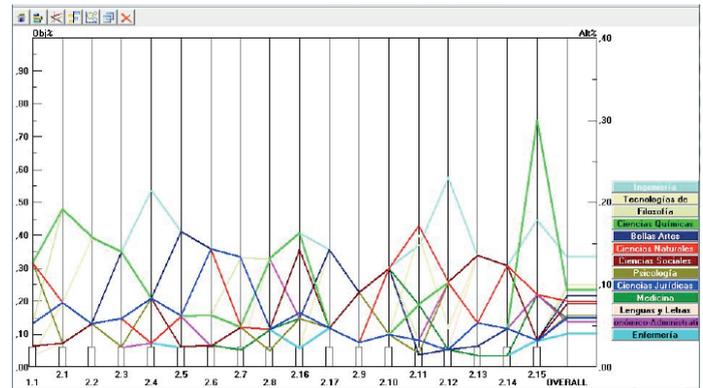


Figura 5. Posición relativa de las DES de la UAQ con respecto a la meta global PIFI 2010-2011.



Figura 6. Posición relativa de las DES de la UAQ con respecto a la meta global PIFI 2010-2011.

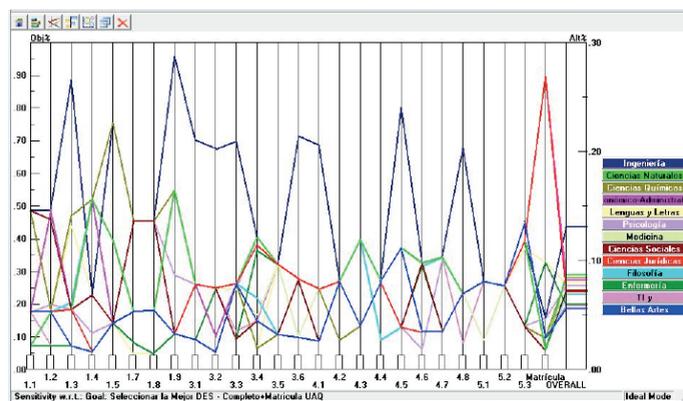


Figura 3. Resultados de la Aplicación del PJA al PIFI 2008-2009.

importante para los procesos de planeación universitaria.

En las gráficas se aprecian variaciones en la posición relativa de los criterios de las DES debido a un mayor o menor compromiso con los procesos de planeación y es de notar el achatamiento de los picos que se da en la evaluación del 2010-2011, producto de la difusión de la importancia de dichos procesos y del compromiso de las DES.

A menudo, la asignación del presupuesto de ciertos programas gubernamentales se realiza de acuerdo al desempeño académico de las instituciones. Con el uso del PJA se puede facilitar esta tarea utilizando la posición relativa de las DES de la UAQ con respecto a la meta global.

La posición relativa se utiliza como un índice de eficiencia, que al estar expresado en términos porcentuales permitiría otorgar apoyos financieros a las DES. Así mismo, se dispondría de una herramienta que complementa a las ya utilizadas en la evaluación institucional.

La metodología del PJA es muy transparente, lo cual es de gran beneficio en un ambiente educativo, ya que permite eliminar hasta donde sea posible cuestionamientos de tipo político en la asignación de recursos e incorpora a los decisores a que participen en la creación del modelo.

Desde un punto de vista metodológico, el análisis presentado en esta investigación puede ser usado en el análisis de la

eficiencia de un gran número de situaciones involucradas en la evaluación institucional.

Finalmente, futuras investigaciones pueden incluir las combinaciones con otros métodos como el análisis envolvente de datos, dinámica de sistemas, redes neuronales artificiales, etc.

AGRADECIMIENTOS

Este Trabajo estuvo apoyado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), México, como parte de una investigación doctoral.

REFERENCIAS

- Badri M, Abdulla M (2004) Awards of excellence in institutions of higher education: an AHP approach. *Int. J. Educ. Manag.* 18: 224-242.
- Expert Choice (2004) *Expert Choice for Windows*, Version 11.0, Pittsburgh, PA, EEUU.
- Jayakumar V, Raju R, Mariappan C, Ravivikram I (2010) An analytical hierarchical approach to decision making for selection of engineering colleges in Tamil Nadu, *IUP J. Operat. Manag.* 9: 238-255.
- Jolayemi J (2012) On the applications of analytic hierarchy process in institution-wide strategic planning. *Acad. Strat. Manag. J.* 11: 593-614.
- Mehta N, Verma P, Seth, N (2014) Prioritizing total quality management implementation criterion for engineering education: an analytic hierarchy process analysis. *Int. J. Anal. Hierarchy Proc.* 6 (1).
- Rubio J (2006) *La Política Educativa y la Educación Superior en México*. Fondo de Cultura Económica. México. 317 pp.
- Saaty TA (1977) Scaling method for priorities in hierarchical structures. *J. Math. Psychol.* 15: 234-281.
- Saaty TA (1980) *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill. Nueva York, EEUU. 287 pp.
- Saaty TA (1982) *Decision Making for Leaders*. Lifetime Learning. Belmont, CA, EEUU. 291 pp.
- Saaty TA (2008) Decision making with the analytic hierarchy process, *Int. J. Serv. Sci. I*: 83-98.
- Tzeng G, Huang J (2011) *Multiple Attribute Decision Making. Methods and Applications*. CRC Press. Boca Raton, FL, EEUU. 352 pp.
- Wehrich H, Cannice M, Koontz H (2013) *Management: A Global, Innovative, and Entrepreneurial Perspective*. 14ª ed. McGraw-Hill. Nueva York, EEUU. 624 pp.
- Zapounides C, Pardalos P (2010) *Handbook of Multicriteria Analysis*. Springer. Berlin, Alemania. 455 pp.