



Revista de Investigación Latinoamericana
en Competitividad Organizacional

Año 1 Número 1

Febrero 2019

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EVALUAR LA COMPETITIVIDAD DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN LA ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO BAJO UN ENFOQUE MULTICRITERIO

Ana Silvia Madrigal Rentería

Maestra en Comunicación y Tecnologías Educativas
ana.madrigal@udo.mx
Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa

Martín León Santiesteban

Doctor en Gestión del Turismo
martin.leon@udo.mx
Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Culiacán

Martín Isimayrt Huesca Gastélum

Maestro en Gestión y Política Pública
martin.huescag@udo.mx
Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Culiacán

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Ana Silvia Madrigal Rentería, Martín León Santiesteban y Martín Isimayrt Huesca Gastélum (2019): "Propuesta metodológica para evaluar la competitividad de las instituciones educativas en la economía del conocimiento bajo un enfoque multicriterio", Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional RILCO, n. 1 (febrero 2019). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/rilco/01/instituciones-educativas.html>

<http://hdl.handle.net/20.500.11763/rilco01instituciones-educativas>

RESUMEN

En la actualidad, existe consenso que el conocimiento es factor detonante para el desarrollo. Por lo que, los gobiernos requieren implementar, en las instituciones de educación superior del sector público, políticas encaminadas a fortalecer su capacidad científica, tecnológica e innovadora, y con ello, mejorar el nivel de competencia en el contexto regional. En esta investigación, se presenta una propuesta metodológica para evaluar la competitividad en la economía del conocimiento de la región norte de México, mediante el análisis multicriterio. Aquí se explican con detalle las fases que deberán seguirse hasta alcanzar el producto final, el cual corresponde a un ordenamiento que tendrán las instituciones públicas de educación superior de las entidades federativas que conforman esta área de estudio. De esta manera, la sugerencia que se realiza deja evidencia empírica para afirmar que puede ser

utilizada en la solución de este tipo de problemas, al incorporar el uso de técnicas evolutivas. En este caso, se emplea el método ELECTRE III, el cual permite modelar las preferencias del tomador de decisiones.

Palabras clave: Competitividad - economía del conocimiento - análisis multicriterio - educación superior - ELECTRE III

ABSTRACT

Currently, there is consensus that knowledge is a trigger for development. Therefore, governments need to implement, in institutions of higher education in the public sector, policies aimed at strengthening their scientific, technological and innovative capacity, and thereby improve the level of competence in the regional context. In this research, a methodological proposal is presented to assess competitiveness in the knowledge economy of the northern region of Mexico, through multicriteria analysis. Here we explain in detail the phases that must be followed until reaching the final product, which corresponds to an arrangement that will have the public institutions of higher education of the states that make up this area of study. In this way, the suggestion that is made leaves empirical evidence to affirm that it can be used in the solution of this type of problems, by incorporating the use of evolutionary techniques. In this case, the ELECTRE III method is used, which allows modeling the preferences of the decision maker.

Key words: Competitiveness - knowledge economy - multicriteria analysis - higher education - ELECTRE III.

INTRODUCCIÓN:

En palabras de Rooney, Hearn y Ninan (2005), por su contribución al desarrollo y su amplio valor económico, el conocimiento se ha convertido en factor importante para los países porque influye en el bienestar de las localidades y sus habitantes. Lo cual, de acuerdo con Andersson y Karlsson (2006), se alcanza como consecuencia del trabajo permanente de las empresas y un grupo de elementos a su alrededor, denominado sistema regional de innovación.

Por esta razón, ha sido un tema relevante para la administración pública y las empresas privadas. Surgiendo así, la necesidad de implementar distintos enfoques para ayudar a los organismos a tomar las mejores decisiones en la construcción de esas estructuras que impulsan la capacidad innovadora. Esta tarea, es responsabilidad de los actores que en él intervienen. Mismos que a menudo se enfrentan a problemas complejos, que abarcan distintas dimensiones. Haciendo difícil para los administradores de esas redes, saber dónde y cómo deben invertir recursos para mejorar su competitividad (López y Mungaray, 2016).

Ante esos supuestos, un procedimiento utilizado para solucionar la problemática planteada es la aplicación de un modelo de toma de decisiones multicriterio. Por consiguiente, la evaluación de la competitividad en la gestión del conocimiento de la región norte de México □ particularmente de las instituciones educativas □, es formulado como un problema de clasificación (ranking) de las entidades federativas, en orden de preferencia decreciente (Álvarez, León y Gastélum, 2013).

Ante esta situación, la pregunta de investigación que orientó el desarrollo del trabajo se expone de la siguiente manera: ¿por qué es necesario implementar una metodología multicriterio para evaluar la competitividad y gestión del conocimiento de las instituciones educativas de la región norte de México?

Con base en esta indagación, se revisa la literatura sobre la economía del conocimiento para determinar los indicadores que serán el centro de la aplicación de este instrumento multiatributo. Además, se analiza la bibliografía sobre la metodología multivariante, con la intención de identificar el proceso que se debe seguir para aplicar este método.

El documento maneja el supuesto de que al analizar el problema de la competitividad y gestión del conocimiento de las instituciones educativas de la región norte de México como un ranking aplicando para su solución métodos basados en el enfoque de preferencias del análisis multiatributo, permite presentar recomendaciones más consistentes al tomador de decisiones que las obtenidas con técnicas tradicionales.

Es por ello, que se reconoce la necesidad de utilizar la metodología multicriterio, dado que consideran muchas valoraciones de manera simultánea (Berumen y Llamazares, 2007). El método ELECTRE III se sugiere para resolver esta problemática ya que ha recibido un uso generalizado en muchas otras industrias y contextos, pero muy poco uso en la economía global. Al utilizarlo, es posible no solo evaluar la competitividad y gestión del conocimiento de las instituciones educativas del estado de Sinaloa sino también permitirá formar un ordenamiento de preferencia decreciente de ellos.

El documento está estructurado en cuatro secciones: en la primera se revisa el camino a seguir para alcanzar la finalidad de este proyecto; en la segunda se ofrece una descripción teórica de los principales enfoques sobre economía del conocimiento, competitividad y enfoque multicriterio; en la tercera se delimitan los resultados esperados con la aplicación de la metodología propuesta; finalmente se presentan las conclusiones.

2. Procedimiento para la aplicación de la metodología

Con base en Aboites y Soria (2008), en la nueva economía, los países prefieren invertir en la producción y generación del conocimiento; en fortalecer las instituciones encargadas de mejorar el recurso humano; e impulsar políticas en innovación, ciencia, educación, tecnología y capacitación.

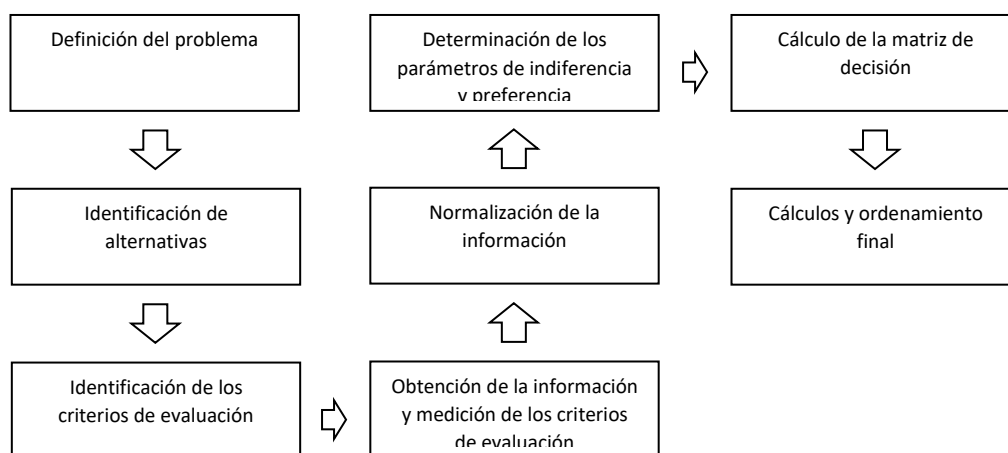
De esta manera, según Sánchez y Ríos (2011), el conocimiento debe estar en el centro de la estrategia, basada en cuatro pilares: 1) la base educativa y de capacitación; 2) la infraestructura de acceso a la información y telecomunicaciones; 3) el sistema de innovación; y 4) los marcos institucionales, de gobierno y de negocios.

Lograr lo anterior, implica la exploración de metodologías de apoyo para la toma de decisiones a fin de implementar la mejor opción. Sin embargo, no es una tarea sencilla porque intervienen múltiples variables o criterios de selección, y los organismos encargados se enfrentan a procesos complejos que abarcan distintas dimensiones.

Visto de esta manera, la metodología multicriterio representa una herramienta fundamental para el presente documento, no sólo porque permite ocuparse de varios juicios a la vez, sino que también posibilita el proceso de identificar la importancia relativa de cada uno y, finalmente, evaluar entre las distintas alternativas del proyecto.

Por ello, para el caso particular, se opta por la utilización del método propuesto por Roy (1978), el modelo eliminación y selección expresando la realidad (ELECTRE III), presentándose a continuación, el proceso que se debe seguir para ejecutar este instrumento (véase figura 1).

Figura 1. Proceso para la aplicación de la metodología multicriterio.



2.1 Definición del problema

Esta técnica inicia con la definición del problema que, en palabras de Bardach (2013), es un paso esencial en toda investigación porque le da al analista el impulso necesario para alcanzar esa indagación, pero también otorga un sentido de dirección y permite obtener evidencia e información para lograrlo.

Como lo sugiere, resulta útil hacer un diagnóstico de las supuestas causas y definir las como problema para que puedan eliminarse o simplemente mitigarlas. Este trabajo resulta arduo y requiere un trabajo de investigación científica. De esta manera, la definición del problema es un paso crucial, pero es difícil hacerlo bien (Bardach, 2013).

2.2 Selección de Alternativas

Plantean León y Leyva (2015), realizar una lista de todas las alternativas que se deseen considerar en el curso del análisis, para después descartar las que pudieran ser poco satisfactorias, combinar otras y reorganizar algunas más como una sola alternativa básica con una o más variantes.

De esta manera, se construye una matriz de alternativas $/A/$ incorporándole su etiqueta de decisión (ecuación 1). En este caso, cada alternativa corresponde a una institución de educación superior que se seleccionaron. Siendo $A = \{a_1, a_2, \dots, a_j, \dots, a_m\}$ el conjunto

finito de alternativas, $|A| = m$ (Almeida, Figueira y Roy, 2006).

2.3 Caracterización de los criterios de evaluación

López y Mungaray (2016), resaltan la importancia de estudiar las economías de una nación desde la perspectiva de los sistemas nacionales de innovación, debido a que establece una forma activa de atender el crecimiento y desarrollo económico de los países; al ser la infraestructura local la que respalda la innovación, mejorando los resultados obtenidos por las organizaciones en general (Uyarra, 2010).

Para analizarlo Soete, Verspagen y Weel (2010), proponen los componentes que integran dicho sistema: a) las políticas implementadas por el país; b) las corporaciones involucradas en las actividades de investigación y desarrollo; c) el capital humano que se forma, y d) la estructura del país.

El abordaje sobre la economía del conocimiento, en ella, son muchas las variables que influyen en su evolución, lo que hace difícil la elección de estos indicadores, mismos que resumen la realidad de la institución en estudio (León y Leyva, 2015). De esta manera el análisis se deriva de un conjunto de dimensiones, los cuales se ven influidos por una serie de variables, buscando con ello, que el resultado sea producto de saber resumir la información de estas variables (León y Leyva, 2016).

Es en este sentido, se incluyen conceptos genéricos que derivan en un modelo que postula la competitividad de la economía del conocimiento, compuesto por cuatro dimensiones para ser analizadas desde un sistema de innovación, considerando únicamente las corporaciones involucradas en las actividades de investigación y desarrollo, y el capital humano que se forma, revisado desde cuatro dimensiones denominadas: a) formación y generación de conocimiento; b) formación de recursos humanos; c) evaluación del sector del conocimiento; y d) competitividad. De esta manera: sea $n = |A|$, siendo $F = \{g_1, g_2, \dots, g_i, \dots, g_n\}$ un conjunto finito de criterios, que se detallan en los siguientes apartados (Almeida et al., 2006).

Por lo tanto, se realiza la representación matemática del modelo que se propone y que se desarrolla en este apartado, el cual se integra de las variables agrupadas en indicadores compuestos y considerando la literatura planteada para su construcción, se desarrollan los criterios obtenidos del proceso de agrupación, en donde, para cada criterio C_j , se plantean una serie de indicadores (x_1, x_2, \dots, x_n) sobre un grupo de instituciones (a_i) , a partir de éstas, se

calcula un conjunto de criterios (C_1, C_2, \dots, C_n). Cada C_j donde ($j=1, \dots, n$) es una combinación de x_1, x_2, \dots, x_n originales por el peso (w_j) para cada criterio (León y Leyva, 2015) es decir:

$$C_j(a_i) = (w_j * x_1(a_i)) + (w_2 * x_2(a_i)) + \dots + (w_n * x_n(a_i))$$

Por lo tanto, en este trabajo se proponen los siguientes indicadores para evaluar la competitividad que generan las instituciones públicas de educación superior en la economía del conocimiento de la siguiente manera:

2.3.1 Formación y generación del conocimiento

Se consideran aquellos recursos que contribuyen a fomentar la economía del conocimiento en las instituciones públicas de educación superior, como son artículos, capítulos y libros publicados, patentes solicitadas y autorizadas, tesis de licenciatura y posgrado dirigidas por miembros del Sistema Nacional de Investigación (SNI), durante el año a evaluar:

Tabla 1. Caracterización de la dimensión formación y generación del conocimiento.

Indicador	Descripción	Fuente
Artículos publicados	Número de artículos que los investigadores miembros SNI hayan realizado	INAI
Libros publicados	Número de libros que los investigadores miembros del SNI hayan realizado	INAI
Capítulo de libros	Número de capítulo de libros que los investigadores miembros del SNI hayan realizado	INAI
Patentes solicitadas	Número de patentes solicitadas por los investigadores miembros del SNI	INAI
Patentes autorizadas	Número de patentes autorizadas a los investigadores miembros del SNI	INAI
Tesis dirigidas	Número de tesis profesionales y de posgrados terminadas bajo la dirección de los investigadores miembros del SNI	INAI
Cursos impartidos	Número de cursos impartidos en licenciatura y posgrado por los docentes miembros del SNI	INAI

Fuente: Elaboración propia.

Para este primer criterio (g_1), los indicadores antes mencionados se expresan en la siguiente formula:

$$FGC(a_i) = (w_1 * Ap(a_i)) + (w_2 * LP(a_i)) + (w_3 * Cl(a_i)) + (w_4 * Ps(a_i)) + (w_5 * Pa(a_i)) + (w_6 * Td(a_i)) + (w_7 * Ci(a_i))$$

donde:

FGC: Formación y generación del conocimiento

Ap: Artículos publicados

Lp: Libros publicados

Cl: Capítulo de libros

Ps: Patentes solicitadas

Pa: Patentes autorizadas

Td: Tesis dirigidas

Ci: Cursos impartidos

$$\text{Por tanto: } FGC(a_i) = \sum w_j x_i(a_i)$$

2.3.2 Formación de recursos humanos

Se consideran la matrícula y los programas educativos de posgrados reconocidos por el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), así como los profesores con reconocimiento del SNI que imparten clase y contribuyen a la formación de recursos humanos, en las instituciones públicas de educación superior durante el año evaluado.

Tabla 2. Caracterización de la dimensión formación de recursos humanos.

Indicador	Descripción	Fuente
Posgrado de calidad	Número de Programas Educativos de posgrado reconocidos por el PNPC	CONACYT
Posgrado de calidad en especialidad	Número de Programas Educativos de posgrado reconocidos por el PNPC en Especialidad	CONACYT
Posgrado de calidad en maestría	Número de Programas Educativos de posgrado reconocidos por el PNPC en Maestría	CONACYT
Posgrado de calidad en doctorado	Número de Programas Educativos de posgrado reconocidos por el PNPC en Doctorado	CONACYT
Profesores con reconocimiento SNI	Número de profesores adscritos al SNI	CONACYT
Programas de posgrado	Número de Programas Educativos de Posgrado	INAI
Posgrado en especialidad	Número de Programas Educativos de Posgrado en Especialidad	INAI
Posgrado en maestría	Número de Programas Educativos de Posgrado en Maestría	INAI
Posgrado en doctorado	Número de Programas Educativos de Posgrado en Doctorado	INAI
Matrícula en posgrado	Número de Matrícula en Posgrado	INAI
Matrícula en posgrado en especialidad	Número de Matrícula en posgrado en "Especialidad"	INAI
Matrícula en posgrado en maestría	Número de Matrícula en posgrado en "Maestría"	INAI
Matrícula en posgrado en doctorado	Número de Matrícula en posgrado en "Doctorado"	INAI
Matrícula en Posgrado de calidad	Número de Matrícula en Posgrado PNPC	INAI
Matrícula en Posgrado de calidad en especialidad	Número de Matrícula en Posgrado PNPC en "Especialidad"	INAI
Matrícula en Posgrado de calidad en maestría	Número de Matrícula en Posgrado PNPC en "Maestría"	INAI
Matrícula en Posgrado de calidad en doctorado	Número de Matrícula en Posgrado PNPC en "Doctorado"	INAI

Fuente: Elaboración propia.

Para el segundo criterio (g_2), los indicadores antes mencionados se expresan en la siguiente formula:

$$\begin{aligned}
 FRH(a_i) = & (w_1 * Pc(a_i)) + (w_2 * Pce(a_i)) + (w_3 * Pcm(a_i)) + (w_4 * Pcd(a_i)) + (w_5 * Prs(a_i)) \\
 & + (w_6 * Pp(a_i)) + (w_7 * Pe(a_i)) + (w_8 * Pm(a_i)) + (w_9 * Pd(a_i)) \\
 & + (w_{10} * Mp(a_i)) + (w_{11} * Mpe(a_i)) + (w_{12} * Mpm(a_i)) + (w_{13} * Mpd(a_i)) \\
 & + (w_{14} * Mpc(a_i)) + (w_{15} * Mpce(a_i)) + (w_{16} * Mpcm(a_i)) + (w_{17} * Mpcd(a_i))
 \end{aligned}$$

donde:

FRH: Formación de Recurso Humano

Pc: Posgrado de calidad

Pce: Posgrado de calidad en especialidad

Pcm: Posgrado de calidad en maestría

Pcd: Posgrado de calidad en doctorado

Prs: Profesores con reconocimiento SNI

Pp: Programas de posgrado

Pe: Posgrado en especialidad

Pm: Posgrado en maestría

Pd: Posgrado en doctorado

Mp: Matrícula en posgrado

Mpe: Matrícula en posgrado en especialidad
Mpm: Matrícula en posgrado en maestría
Mpd: Matrícula en posgrado en doctorado
Mpc: Matrícula en Posgrado de calidad
Mpce: Matrícula en Posgrado de calidad en especialidad
Mpcm: Matrícula en Posgrado de calidad en maestría
Mpcd: Matrícula en Posgrado de calidad en doctorado

$$\text{Por tanto: } FRH(a_i) = \sum W_j X_i(a_i)$$

2.3.3 Evaluación del sector del conocimiento

Se consideran diferentes organismos responsables de medir la calidad de la educación superior en México, mediante evaluaciones y acreditaciones en las instituciones públicas de educación superior, durante el año evaluado.

Tabla 3. Caracterización de la dimensión evaluación del sector del conocimiento.

Indicador	Descripción	Fuente
Fondo sectorial	Monto recibido del Fondo Sectorial (CONACYT)	INAI
Fondo mixto	Monto recibido del Fondo Mixto (CONACYT, Gobierno Estatal y Gobierno Municipal)	INAI
Posgrado de calidad con nivel competencia internacional	Número de Programas Educativos de posgrado reconocidos por el PNPC con nivel "Competencia internacional"	CONACYT
Posgrado de calidad con nivel consolidados	Número de Programas Educativos de posgrado reconocidos por el PNPC con nivel "Consolidados"	INAI
Posgrado de calidad con nivel en desarrollo	Número de Programas Educativos de posgrado reconocidos por el PNPC con nivel "En desarrollo"	INAI
Posgrado de calidad con nivel de reciente creación	Número de Programas Educativos de posgrado reconocidos por el PNPC con nivel "De reciente creación"	INAI
Profesores nivel candidato	Número de profesores adscritos al SNI Nivel Candidato	INAI
Profesores nivel I	Número de profesores adscritos al SNI Nivel I	INAI
Profesores nivel II	Número de profesores adscritos al SNI Nivel II	INAI
Profesores nivel III	Número de profesores adscritos al SNI Nivel III	INAI
Profesores investigadores en físico, matemáticas y ciencias de la tierra	Número de profesores adscritos al SNI en el área del conocimiento "Físico, matemáticas y ciencias de la tierra"	INAI
Profesores investigadores en biología y química	Número de profesores adscritos al SNI en el área del conocimiento "Biología y química"	INAI
Profesores investigadores en medicina y ciencias de la salud	Número de profesores adscritos al SNI en el área del conocimiento "Medicina y ciencias de la salud"	INAI
Profesores investigadores en humanidades y ciencias de la conducta	Número de profesores adscritos al SNI en el área del conocimiento "Humanidades y ciencias de la conducta"	INAI
Profesores investigadores en ciencias sociales	Número de profesores adscritos al SNI en el área del conocimiento "Ciencias sociales"	INAI
Profesores investigadores en	Número de profesores adscritos al SNI en el área del conocimiento "Biotecnología y ciencias	INAI

Indicador	Descripción	Fuente
biotecnología y ciencias agropecuarias	agropecuarias"	
Profesores investigadores en ingenierías	Número de profesores adscritos al SNI en el área del conocimiento "Ingenierías"	INAI
Programas reconocidos por COPAES	Número de Programas acreditados por el consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES A. C.)	INAI
Ingresos	Ingresos por concepto de Ciencia, Tecnología e Innovación	INAI
Egresos	Egresos por concepto de Ciencia, Tecnología e Innovación	INAI
Tasa de cobertura	Tasa de cobertura (balanza de pagos tecnológica)	INAI

Fuente: Elaboración propia.

Para el tercer criterio (g_3), los indicadores antes mencionados se expresan en la siguiente formula:

$$\begin{aligned}
 ESC(a_i) = & (w_1 * Fs(a_i)) + (w_2 * Fm(a_i)) + (w_3 * Pci(a_i)) + (w_4 * Pcc(a_i)) + (w_5 * Pnd(a_i)) \\
 & + (w_6 * Prc(a_i)) + (w_7 * Pnc(a_i)) + (w_8 * Pn1(a_i)) + (w_9 * Pn2(a_i)) \\
 & + (w_{10} * Pn3(a_i)) + (w_{11} * Fmt(a_i)) + (w_{12} * Bq(a_i)) + (w_{13} * Ms(a_i)) \\
 & + (w_{14} * Hc(a_i)) + (w_{15} * Cs(a_i)) + (w_{16} * Ba(a_i)) + (w_{17} * Li(a_i)) \\
 & + (w_{18} * Pc(a_i)) + (w_{19} * In(a_i)) + (w_{20} * Eg(a_i)) + (w_{21} * Tc(a_i))
 \end{aligned}$$

donde:

ESC: Evaluación del sector del conocimiento

Fs: Fondo sectorial

Fm: Fondo mixto

Pci: Posgrado de calidad con nivel competencia internacional

Pcc: Posgrado de calidad con nivel consolidados

Pnd: Posgrado de calidad con nivel en desarrollo

Prc: Posgrado de calidad con nivel de reciente creación

Pnc: Profesores nivel candidato

Pn1: Profesores nivel I

Pn2: Profesores nivel II

Pn3: Profesores nivel III

Fmt: Profesores investigadores en físico, matemáticas y ciencias de la tierra

Bq: Profesores investigadores en biología y química

Ms: Profesores investigadores en medicina y ciencias de la salud

Hc: Profesores investigadores en humanidades y ciencias de la conducta

Cs: Profesores investigadores en ciencias sociales

Ba: Profesores investigadores en biotecnología y ciencias agropecuarias

Li: Profesores investigadores en ingenierías

Pc: Programas reconocidos por COPAES

In: Ingresos

Eg: Egresos

Tc: Tasa de cobertura

$$\text{Por tanto: } ESC(a_i) = \sum w_j X_i(a_i)$$

2.3.4 Competitividad

Para medir esta dimensión en las instituciones públicas de educación superior, se consideran elementos de la competitividad nacional, mediante el índice de competitividad estatal elaborado por el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), y tomando como

referencia el subíndice de sociedad e innovación de esa misma medición sobre las entidades federativas.

Tabla 4. Caracterización de la dimensión competitividad.

Indicador	Descripción	Fuente
Competitividad estatal	Índice de Competitividad Estatal	IMCO
Subíndice de sociedad	Posición en el subíndice número 3 de Sociedad (Índice de Competitividad Estatal)	IMCO
Subíndice en innovación	Posición en el subíndice número 10 de Innovación (Índice de Competitividad Estatal)	IMCO

Fuente: Elaboración propia.

Y para el cuarto criterio (g_4), los indicadores antes mencionados se expresan en la siguiente formula:

$$COM(a_i) = (w_1 * Ce(a_i)) + (w_2 * Ss(a_i)) + (w_3 * Si(a_i))$$

donde:

COM: Competitividad

Ce: Competitividad estatal

Ss: Subíndice de sociedad

Si: Subíndice en innovación

$$\text{Por tanto: } COM(a_i) = \sum w_j X_i(a_i)$$

Finalmente la $\sum w_j X_i(a_i)$ es la suma de los productos de la combinación de x_1, x_2, \dots, x_n por el peso (w_j) para los criterios (g_1, g_2, g_3 y g_4), el cual captura aspectos particulares de una realidad, que se desea evaluar para los criterios en estudio.

2.4 Obtención de la información

Posteriormente, es imprescindible identificar los posibles mecanismos que permitan la obtención de la información y lograr la medición de los criterios de evaluación. Sin ellos no podría llevarse a cabo la metodología porque los indicadores son clave en la ejecución del método.

En este sentido, la información que se utilizará para alcanzar este propósito se obtendrá de la Secretaría de Educación Pública (SEP), el Consorcio Mexicano de Universidades (CUMEX), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), de la Plataforma Nacional de Transparencia (PNT) del Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI), y del Índice de Competitividad Estatal publicado por el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO).

2.5 Normalización de variables

Lograda la etapa anterior, será necesario normalizar las variables, cuyo fin es evitar la congregación de los valores con unidades de medida distintas y la aparición de fenómenos dependientes de la escala (Schuschny y Soto, 2009).

Para tal efecto, Bas (2014), señala que la normalización de los datos es un paso previo a cualquier tipo de agregación de indicadores simples. Cuyos objetivos de las técnicas de

normalización son: 1) ajustar para los datos no tengan diferentes unidades de medida. 2) ajustar para que los datos no tengan diferentes rangos de variación. 3) ajustar en el caso en que los datos sigan una distribución asimétrica o ante la presencia de datos atípicos.

Por lo tanto, se sugieren el uso de máximos y mínimos o bien emplear frecuencias relativas, como técnicas de normalización de los datos, logrando con ello, facilitar la mejor comparación entre unidades de análisis (León y Leyva, 2015)

2.6 Asignación de los pesos.

El procedimiento, continua con la determinación de los pesos (coeficientes de importancia) a cada uno de los criterios, para alcanzarlo, el tomador de decisiones es asistido con la Teoría de Construcción Personal (PCT, por sus siglas en inglés), propuesta por Roger y Maystre (2000). Lo consecuente es generar una matriz de decisión, que quedará construida con las alternativas, los criterios de decisión y la preparación de los datos recolectados de los expertos, basados en el resultado de calcular los pesos de las dimensiones.

2.7 Agregación y cálculo de los parámetros de evaluación

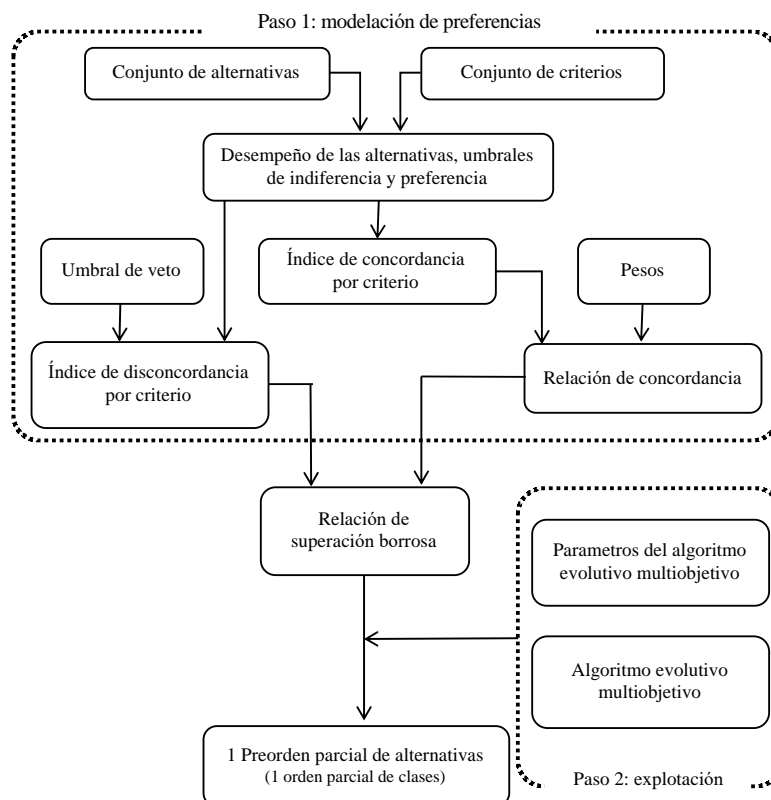
2.7.1 Matriz de decisión

Las instituciones de educativas serán evaluadas con los criterios (g_1) formación y generación de conocimiento; (g_2) formación de recursos humanos; (g_3) evaluación del sector del conocimiento; y (g_4) competitividad, siendo todos ellos de naturaleza cuantitativa; lo que generará una matriz de m alternativas de instituciones educativas por los cuatro criterios de decisión.

2.7.2 Cálculo y ordenamiento final

Por último, en la fase de construcción del modelo es la combinación de la matriz de concordancia y de discordancia (Leyva, 2010); estas dos medidas se utilizan para producir una medida del grado de outranking, es decir, un índice de credibilidad que evalúa la fuerza de la afirmación de que la «a es al menos tan buena como b» (León & Leyva, 2015).

Ilustración 1: Esquema general del método ELECTRE III



Fuente: Estructura General de ELECTRE III tomado de Leyva y Gastélum, 2015

Por lo tanto, el producto final de este instrumento se resume con el ranking de las alternativas generado (cálculo y ordenamiento final). De esta manera, las instituciones públicas de educación superior se podrán clasificar en orden decreciente, según su nivel de competitividad en la economía del conocimiento.

CONCLUSIONES

En la actualidad, existe preocupación constante respecto a qué rumbo deben tomar las políticas económicas de un país ante los contextos de globalización. Los ejemplos de naciones desarrolladas ponen énfasis en aquellas enfocadas a impulsar la innovación, ciencia, educación, tecnología y capacitación para fomentar el crecimiento y bienestar de sus habitantes. Por lo tanto, en el centro de esta nueva economía se encuentra la producción y difusión del conocimiento, actividad que se concreta a través de procesos de aprendizaje, y que se da mediante un sistema regional de innovación.

De esta manera, la reciente teoría del crecimiento ha favorecido el surgimiento de diversos estudios, pretendiendo explicar las características particulares de este fenómeno, no sólo desde una dimensión económica, sino que involucran también, la parte política por ser los tomadores de decisiones quienes aplican las estrategias necesarias para impulsar la competitividad en la economía del conocimiento.

Así, evaluar la competitividad en la economía global bajo un enfoque multicriterio, facilita orientar la investigación desde dos perspectivas. Por un lado, promover la competitividad. Por otro, suscitar la aplicación del método ELECTRE III en condiciones de la subjetividad en su medición. En consecuencia, la contribución que se realiza con este trabajo, de aplicación práctica, y que están dirigidas a las instituciones públicas de educación superior de la región norte de México, son las siguientes:

En primer lugar, la evaluación desde esta herramienta multiatributo permitirá contribuir al desarrollo y crecimiento económico de las entidades federativas donde pertenecen. Segundo, los resultados de la aplicación de este instrumento presentarán la jerarquización en orden de desempeño competitivamente decreciente de esas organizaciones educativas. Tercero, realizar un análisis detallado de las cuatro dimensiones para determinar a los organismos que mejor evaluación poseen en cada uno de éstos y en la cual se pretende identificar las áreas en que se deberá prestarse mayor atención en los temas que corresponden a cada ente de la educación. Por último, la aplicación de este método permitirá identificar si la política en ciencia, tecnología e innovación que ha impulsado el país mexicano, es suficiente en su intento de posicionarlo dentro de la economía global.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboites, J. y Soria, M. (2008). *Economía del conocimiento y propiedad intelectual. Lecciones para la economía mexicana*. México: Universidad Autónoma Metropolitana y Siglo XXI Editores.
- Almeida J., Figueira, J. R., y Roy, B. (2006). «*The Software ELECTRE III-IV: Methodology and user Manual*», París, Francia: University Paris-Dauphine Lamsade.
- Álvarez, P., León, M., Gastélum, D., y Vega, L. (2013). *An Empirical Analysis of Competitiveness on Cities of Sinaloa, Mexico with an Outranking Method*, en *Eureka-2013*, Fourth International Work-shop Proceedings, Atlantis Press, pp. 156-163.
- Andersson, M., y Karlsson, C. (2006). Regional innovation systems in small and medium-sized regions. *The Emerging Digital Economy*. Springer Berlin Heidelberg.
- Bas, M. (2014). *Estrategias metodológicas para la construcción de indicadores compuestos en la gestión universitaria*. Colección de Tesis. Universitat Politècnica de València. España.
- Bardach, E. (2013). *Los ocho pasos para el análisis de políticas públicas. Un manual para la práctica*. 5ª. Reimpresión. México: CIDE, Miguel Ángel Porrúa.
- Berumen, S., y Llamazares, F. (2007). La utilidad de Los métodos de decisión multicriterio (como el AHP) en un entorno de competitividad creciente. *Cuadernos de Administración*, 20(34), 65-87

- León, M. y Leyva, J.C. (2015). Propuesta metodológica para determinar la competitividad de los destinos turísticos bajo un enfoque multicriterio. En León, M & Gastélum, J.A. *Economía Sinaloense. Estrategias de Desarrollo*. Vol. 2. México: Universidad de Occidente, Ediciones del Lirio.
- León, M. y Leyva, J. (2016). *Metodología multicriterio para el análisis comparativo de la competitividad de los destinos turísticos*. México: Universidad de Occidente, Ediciones del Lirio.
- Leyva, J.C. (2010). *Métodos de ordenamiento multicriterio*. Plaza y Valdés, Universidad de Occidente.
- López, S. y Mungaray, A. (2016). *La competitividad en México en la economía del conocimiento. Espacios en transición: Educación y desarrollo social*. Primera edición, México. Universidad Pedagógica de Estado de Sinaloa/ Universidad de Occidente. Ediciones del Lirio.
- Roger, M., Bruen, y Maystre, L. (2000). Electre and decision support, Kluwer, academic making. *European journal of operational research*, 10.
- Rooney, D., Hearn, G., Ninan, A. (2005). *Knowledge, concepts, policy, implementation*. Handbook on the knowledge economy. Cheltenham: Edward Elgar, pp. 1-16.
- Roy, B. (1978). ELECTRE III: un algorithme de classement fondé sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples. Cahiers CERO, 20.
- Sánchez, C., y Ríos, H. (2011). La economía del conocimiento como base del crecimiento económico en México. *Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 8 (2), 43-60.
- Schuschny, A., y Soto, H. (2009). *Comisión económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. Chile: Colección documentos de proyectos, guía metodológica.
- Soete, L., Verspagen, B., y Weel, B. (2010). System of innovation. En Hall, B. H. y Rosenberg, N (eds.). *Handbook of Economics of Education* (vol.2 pp. 733- 760). Ámsterdam: Elsevier-nh.
- Uyarra, E. (2010). What is evolutionary about regional systems of innovation? Implications for regional policy. *Journal of evolutionary economics*, 20(1), 115.