RBAD Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância

ABED

ARTÍCULO ORIGINAL

SELECCIÓN DE MUNICIPIOS PARA LA APERTURA DE CENTROS DE EDUCACIÓN A DISTANCIA: UN MODELO MULTICRITERIO

Joel Peixoto Filho [1]
Milton Erthal Junior [2]

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es proponer un modelo que facilite la toma de decisiones sobre la ubicación de nuevos centros de Educación a Distancia (ED). Este trabajo aborda el problema desde una perspectiva multicriterio, empleando el Proceso Analítico Jerárquico y el método de Condorcet. Las alternativas de acción se definieron en función de cinco criterios que abarcan aspectos socioeconómicos de los municipios analizados. Al aplicarse a decisiones pasadas, el modelo arrojó soluciones que divergieron de las adoptadas en su momento, lo que resultó en centros menos eficientes. El tercer caso recomienda el municipio de Eugenópolis para la apertura del futuro centro de ED. Los métodos empleados para este tipo de problema suelen basarse en un único criterio, lo que conlleva una visión reduccionista del mismo. El modelo propuesto demostró ser eficiente al utilizar datos cuantitativos de los municipios estudiados, reduciendo así las incertidumbres y los riesgos asociados a la apertura de nuevos centros de ED.

Palabras clave: Educación; Toma de Decisiones; Sistema de Apoyo a la Toma de Decisiones Multicriterio; Proceso de Jerarquía Analítica.

1. Instituto Federal del Sudeste de Minas Gerais - Campus Muriaé - (joel.peixoto@ifsudestemg.edu.br)
2. Instituto Federal Fluminense y Universidad Cândido Mendes (miltonerthal@hotmail.com)

CC BY

SELEÇÃO DE MUNICÍPIOS PARA ABERTURA POLOS DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA: UMA MODELAGEM MULTICRITÉRIO

RESUMO

O objetivo deste trabalho é propor um modelo que auxilie o processo de tomada de decisão sobre locais para a abertura de novos polos de Educação à Distância (EaD). De forma inédita, este trabalho aborda este problema sob ótica multicritério, empregando os métodos de Análise Hierárquica e Condorcet. As alternativas de ação foram definidas com base em cinco critérios que abrangem aspectos socioeconômicos dos municípios analisados. O modelo, quando aplicado a decisões do passado resultou em soluções divergentes as tomadas na época, as quais resultaram em polos pouco eficientes. O terceiro caso recomenda o município de Eugenópolis para a abertura do futuro polo de EaD. Os métodos empregados para este tipo de problema são, em geral, baseados em um único critério o que resulta em uma visão reducionista do problema. A modelagem proposta mostrou-se eficiente pois usa dados quantitativos dos municípios estudados, diminui as incertezas e os riscos envolvidos na abertura de novos polos de EaD.

Palavras-chave: Educação; Decisão; Apoio Multicritério à Decisão; Método de Análise Hierárquica.

SELECTION OF MUNICIPALITIES FOR OPENING DISTANCE EDUCATION CENTERS: A MULTICRITERIA MODEL

ABSTRACT

The objective of this work is to propose a model to aid the decision-making process regarding locations for the opening of new Distance Education (DE) centers. Uniquely, this work addresses this problem from a multi-criteria perspective, employing the Analytic Hierarchy Process and Condorcet methods. The action alternatives were defined based on five criteria encompassing socioeconomic aspects of the municipalities analyzed. When applied to past decisions, the model resulted in solutions that diverged from those taken at the time, leading to less efficient centers. The third case recommends the municipality of Eugenópolis for the opening of the future DE center. The methods employed for this type of problem are generally based on a single criterion, resulting in a reductionist view of the problem. The proposed model proved efficient because it uses quantitative data from the studied municipalities, reducing the uncertainties and risks involved in opening new DE centers.

Keywords: Education; Decision-making; Multicriteria Decision Support; Analytic Hierarchy Process.

CC BY

1. Introducción

Los avances en el área de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han posibilitado nuevas formas de interacción entre las personas, facilitando incluso la educación. Las TIC permiten romper con las estructuras preestablecidas en el aula, ya que amplían el concepto de espacio y tiempo de enseñanza, y pueden ser utilizadas para la transformación del entorno educativo formal, promoviendo la creatividad, el placer y las asociaciones colaborativas en el proceso de enseñanza-aprendizaje (MORAN, 2000; ZARE et al., 2016).

Con el aumento en el uso de las TIC, la educación a distancia (EaD) se ha convertido en una modalidad de enseñanza posible y técnicamente viable. El perfeccionamiento de los recursos tecnológicos (hardware, software e internet) ha creado un entorno propicio, capaz de garantizar el funcionamiento de los cursos, permitiendo su proceso de expansión y democratización (ALVES, 2011; SILVA et al., 2011; BASTOS et al., 2013; LIMA et al., 2013).

Un aspecto importante para garantizar la calidad de los cursos ofertados en la modalidad de educación a distancia (EaD) es la infraestructura física en la que se realizan las clases. Los polos de apoyo presencial deben contar con estructuras que aseguren la calidad de los contenidos ofertados mediante la disponibilidad de material de consulta y recursos didácticos para clases prácticas y de laboratorio. No obstante, la mera disponibilidad de un espacio adecuado para la atención a los estudiantes no garantiza que la oferta de cursos sea exitosa.

El buen desempeño de un polo depende del número de estudiantes matriculados, la demanda para la apertura de nuevas cohortes, la relación entre los cursos y la vocación económica del municipio, entre otros factores (BRASIL, 2007a).

En los cursos ofertados por los Institutos Federales de Educación, en asociación con la Red e-Tec Brasil, los polos de apoyo presencial funcionan, por lo general, en escuelas públicas municipales, quedando bajo responsabilidad del poder público municipal los recursos didácticos y pedagógicos necesarios para el funcionamiento del polo (BRASIL, 2007a). Actualmente, es notorio que la apertura de algunos polos en la modalidad EaD no ha presentado los resultados esperados. Esto ocurre porque el modelo metodológico utilizado para la apertura de nuevos polos ha generado dudas sobre la forma en que estas decisiones han sido tomadas. Este problema justifica la realización de investigaciones con el objetivo de proponer nuevas metodologías, basadas en criterios confiables para apoyar el proceso de toma de decisiones.

Algunos trabajos han sido realizados con el objetivo de proponer ubicaciones ideales para la localización de escuelas. Sin embargo, estos modelos se basan en soluciones que consideran únicamente un único criterio. Pizzolato y Silva (1993), así como Barcelos, Pizzolato y Lorena (2004), propusieron el uso de los métodos de la p-mediana, aplicados a SIG y a heurísticas para la localización de escuelas públicas.

La innovación de este artículo consiste en proponer un modelo de localización de polos de EaD utilizando técnicas de Apoyo Multicriterio a la Decisión. La problemática relacionada con la selección de municipios potenciales para la apertura de nuevos polos de EaD está vinculada al análisis de características necesarias que garanticen la sostenibilidad del nuevo polo. La toma de decisiones debe considerar criterios prácticos, accesibles y confiables para la selección de la mejor alternativa.

CC BY

Una importante contribución para la solución de este problema es el uso de las técnicas de Apoyo Multicriterio a la Decisión (AMD). Estas técnicas son útiles en la modelización de procesos decisionales, comúnmente aplicadas para la selección, clasificación u ordenación de alternativas viables, que pueden ser comparadas a la luz de múltiples criterios (Freitas y Costa, 1998; Chen, 2015).

Las técnicas multicriterio han sido empleadas en diversas áreas, como las ciencias ambientales (CEGAN et al., 2017), la salud (DIABY et al., 2013), el área de energía (KABLAN, 2004) y muchas otras aplicaciones (ABDULLAH y ZULKIFLI, 2015; ZYOUD y FUCHS-HANUSCH, 2017). En el ámbito educativo, esta metodología ha sido aplicada de forma diversificada (PONS y AGUADO, 2012; JOHNES, 2015; SHAHRAKI et al., 2016).

En este contexto, el objetivo de este artículo es la proposición de un modelo capaz de auxiliar el proceso de toma de decisiones relativo a la elección de ubicaciones para la apertura de nuevos polos de apoyo presencial, destinados a la oferta de cursos en la modalidad EaD. Para ello, esta investigación se fundamenta en el uso de técnicas de Apoyo Multicriterio a la Decisión (AMD), específicamente el método AHP.

2. Revisión de la literatura

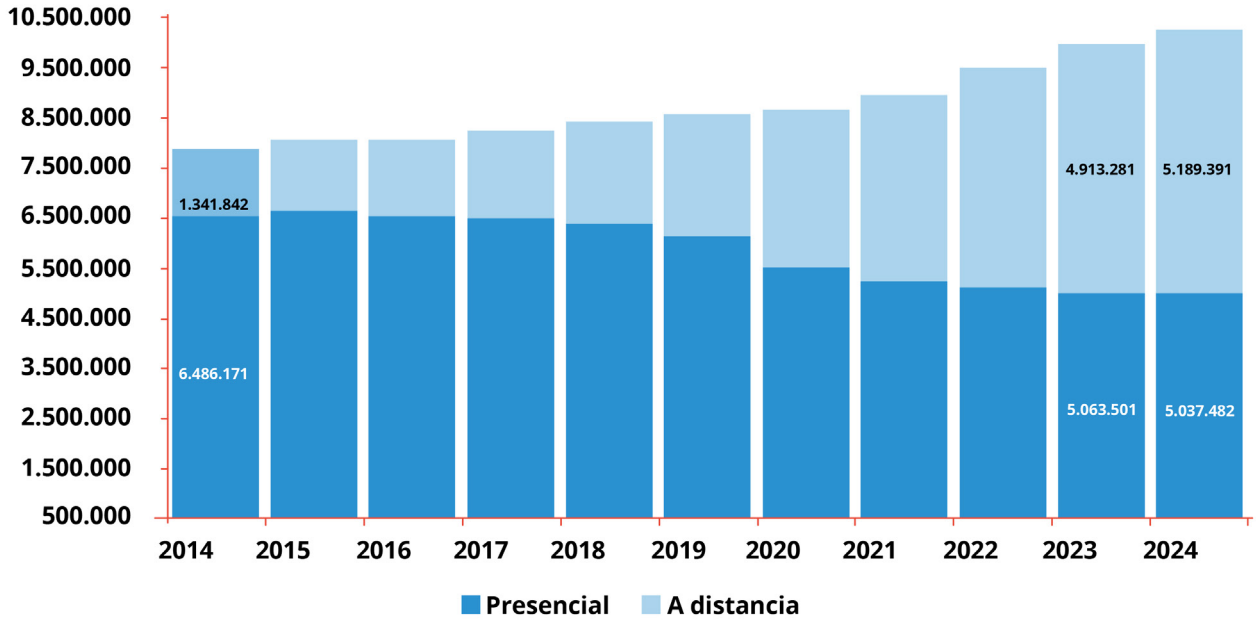
2.1. La EaD en Brasil

La educación a distancia (EaD) es la modalidad de enseñanza que más crece en Brasil. Actualmente, solo en los cursos de educación superior, existen más de 5 millones de estudiantes matriculados en el país. El significativo crecimiento de la educación a distancia observado en los datos de las últimas ediciones del Censo EaD.BR muestra que esta modalidad educativa atraviesa un importante momento de consolidación, evolución de las metodologías y mejora de los procesos y servicios académicos (ABED, 2020).

La Figura 1 presenta las matrículas presenciales y en la modalidad EaD en Brasil, en los cursos de grado, entre los años 2014 y 2024 (INEP, 2024).

CC BY

Figura 1. Evolución de las matrículas en los cursos de grado, por modalidad de enseñanza (presencial y EaD) en Brasil, entre los años 2014 y 2024.



Fuente: INEP (2024).

Un aspecto importante a considerar en el proceso de expansión de los cursos de EaD en Brasil es la gestión de su infraestructura. La apertura de nuevos polos presenciales demanda una inversión significativa de recursos humanos y financieros para garantizar la calidad deseada en las etapas presenciales de los cursos (BRASIL, 2011).

El proceso de elección, definición y, consecuentemente, la decisión sobre la apertura de estos polos no garantiza su éxito. Esto ocurre porque el instrumento de evaluación utilizado para la apertura de nuevos polos de EaD es sucinto, ya que se basa únicamente en dos criterios: estructura física y análisis de la demanda.

2.2. Apoyo Multicriterio a la Decisión

El AMD consiste en un conjunto de métodos para auxiliar a personas y organizaciones en la toma de decisiones bajo la influencia de múltiples criterios. Según Gomes et al. (2006), el enfoque multicriterio presenta las siguientes características: a) problemas complejos compuestos por más de un criterio, siendo algunos de ellos conflictivos; b) la decisión debe ser tomada por varios actores involucrados que definen los aspectos relevantes del proceso de decisión; c) cada actor posee su subjetividad (juicio de valores); d) parte del supuesto de que el problema no está claramente definido ni bien estructurado.

El método Analytic Hierarchy Process (AHP) se destaca como uno de los métodos más utilizados de AMD (SAATY, 2008). La modelización empleada en el AHP consiste en la estructuración del problema en forma de jerarquía o niveles. El primer nivel jerárquico corresponde al objetivo del trabajo y los niveles siguientes consisten en los criterios y subcriterios en los cuales se evaluarán las alternativas. Las alternativas o soluciones posibles se describen en el último nivel de la jerarquía.

CC BY

La descomposición del problema de decisión en jerarquías lo vuelve más comprensible, ya que cada criterio puede analizarse de forma independiente, lo que reduce el error potencial (WU et al., 2012). El AHP establece prioridades locales y globales, que muestran las mejores soluciones para cada criterio o subcriterio y permiten un análisis conjunto de todos los criterios para alcanzar un resultado final optimizado (HUANG, 2015; SHAHRAKI, 2016).

Una de las principales ventajas del AHP es su versatilidad y su capacidad de adaptación para el análisis de diversos problemas de decisión (LEE, 2014). En el ámbito educativo, el AHP se aplica en la evaluación y medición del desempeño de instituciones educativas, en la selección de sistemas para entornos educativos y en la introducción de herramientas de autoría multimedia para los tomadores de decisión (CORRO y VERA, 2014; KIM, 2014; JOHNES, 2015).

La modelización matemática del método AHP implica la elaboración de matrices que conducen a un resultado final. El trabajo de Costa (2006) presenta la fundamentación matemática del método AHP, y el resumen de la modelización puede observarse en el trabajo de Mendes et al. (2013) (Figura 2).

Figura 2. Método AHP en etapas.

Resumen del método AHP, según Saaty

Secuencia	Número de ecuación	Ecuación	Descripción de la ecuación
1er paso	Ec. 1	$\begin{vmatrix} a11 & a12 & a13 & \dots & a1n \\ a21 & a22 & a23 & \dots & a2n \\ . & . & . & \dots & . \\ . & . & . & \dots & . \\ . & . & . & \dots & . \\ an1 & an2 & an3 & \dots & an4 \end{vmatrix}$	Formación de las matrices de decisión. Expresa el número de veces en que una alternativa domina o es dominada por las demás (ARAYA et al., 2004).
2do paso	Ec. 2	$Wi = \left(\prod_{j=1}^{n} Wij \right)^{1/n}$	Cálculo del autovector (Wi). Consiste en ordenar las prioridades o jerarquías de las características estudiadas (COSTA, 2006).
3er paso	Ec. 3	$T = \left\lvert \frac{W1}{\sum Wi}; \frac{W2}{\sum Wi}; \frac{W3}{\sum Wi} \right\rvert$	Cálculo de la normalización de los autovectores. Permite la comparabilidad entre los criterios de la matriz de consistencia y los pesos de los criterios (COSTA, 2006).
4to paso	Ec. 4	$\lambda máx = T \times W$	
5to paso	Ec. 5	$IC = \frac{\lambda máx. - n}{(n-1)}$	Índice de consistencia (IC). Permite evaluar el grado de inconsistencia de la matriz de juicios pareados (COSTA, 2006).
6to paso	Ec. 6	$RC = \frac{IC}{CA}$	Razón de consistencia (RC). Permite evaluar la inconsistencia en función del orden de la matriz de juicios. Si el valor es mayor que 0,10, se debe revisar el modelo y/o los juicios (COSTA, 2006).

Fuente: Mendes et al. (2013).

CC BY

3. Metodología

Para el desarrollo de este trabajo se ejecutaron las siguientes etapas metodológicas: a) fundamentación teórica para la elaboración del estudio; b) definición de los tomadores de decisión a ser atendidos por la metodología propuesta; c) los analistas responsables de la modelización, que incluye a los especialistas consultados; d) definición de las alternativas y de las situaciones problema en las que estas fueron analizadas; e) elaboración de la estructura de criterios y subcriterios, además de la definición de los pesos; f) propuesta de una estructura jerárquica para el problema.

3.1. Decisor

El proceso de toma de decisiones de este artículo busca atender a los gestores de los cursos de EaD, quienes deben estar preparados para la planificación financiera, el proceso selectivo, la oferta de cursos, los proyectos de nuevos cursos y la apertura de nuevos Polos de EaD, entre otros. Los gestores de la EaD deben compartir sus decisiones con el Foro Permanente de EaD (BRASIL, 2015) y este artículo también está dirigido a dicho órgano colegiado.

3.2. Analista

Los analistas de este estudio son los Coordinadores Generales Adjuntos de cada campus. Cuando un campus planifica la apertura de un polo, corresponde al coordinador realizar un estudio de prospección para definir los municipios interesados en firmar un término de cooperación con el Instituto Federal, con el fin de viabilizar la instalación de polos de EaD.

3.3. Alternativas

Para el desarrollo y validación de este estudio, el modelo propuesto fue aplicado en tres situaciones distintas, cada una compuesta por tres alternativas (Figura 3). Las dos primeras "situaciones problema" (problema 1 y 2) corresponden a decisiones ya tomadas, mientras que el problema 3 se refiere a una decisión aún no tomada.

Las alternativas están compuestas por tres grupos de municipios distintos, que forman parte de una misma región geográfica del estado de Minas Gerais, bajo la actuación del IF Sudeste de MG – Campus Muriaé.

CC BY

Figura 3. Localización de los municipios candidatos para la instalación de un polo de EaD en relación con el municipio de Muriaé, donde se ubica el campus Muriaé del IF Sudeste de Minas. Estudio de caso realizado en tres situaciones: problemas 1, 2 y 3.

Fuente: Elaborado por los autores.

3.4. Criterios

Con el objetivo de obtener información específica sobre posibles criterios a ser analizados en el proceso de apertura de polos de EaD, se realizó una investigación dividida en cinco etapas. Las dos primeras se centraron en la búsqueda de producciones científicas relacionadas con el tema propuesto. Se analizaron diversos artículos que abordan la EaD, la tutoría, los polos de apoyo presencial y los procesos pedagógicos, disponibles en Google Académico.

Posteriormente, la investigación se enfocó en un análisis bibliométrico de la producción científica, de acuerdo con la metodología propuesta por Costa (2010). La investigación dio como resultado la elaboración del llamado "núcleo de partida", a partir de artículos relacionados con las áreas de apoyo multicriterio, EaD y el método AHP.

La tercera etapa se centró en la búsqueda de investigaciones realizadas en instituciones públicas o privadas que abordaran el perfil de los estudiantes matriculados en cursos en la modalidad a distancia. Este análisis sugirió el uso del Censo EaD BR de 2014 (ABED, 2014).

La cuarta etapa estuvo compuesta por la revisión de documentos institucionales de la Secretaría de Educación Tecnológica (SETEC) y del Ministerio de Educación. El objetivo de esta investigación fue evaluar aspectos relevantes asociados al éxito de la implementación de un polo de apoyo presencial y de sus cursos. Los documentos más importantes en esta investigación fueron las "Referencias de Calidad para la Educación Superior a Distancia" (BRASIL, 2007b).

Finalmente, se realizó una entrevista con los coordinadores de EaD del IF Sudeste de MG, con el objetivo de identificar criterios relacionados con el tema de este trabajo. El Cuadro 1 presenta una síntesis de los criterios y subcriterios seleccionados en las cinco etapas de esta investigación, así como sus descripciones, orígenes, escalas y dirección de preferencia.

CC BY

3.4.1. Criterio Población

El criterio "población" fue subdividido en dos subcriterios: "población general" y "población específica". El subcriterio "población general" abarca la información del contingente poblacional total de los municipios. Evaluar la "población general" es importante, ya que, desde el punto de vista económico, no es viable la implementación de un polo de EaD para funcionar en un corto período de tiempo.

Para evaluar la población de los municipios estudiados (urbana y rural), se consultó la base de datos del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE, 2010), en el banco de datos "Cidades@".

Cuadro 1. Información relativa a los criterios y subcriterios utilizados en la modelización.

Criterios	Subcriterios	Descripción	Origen	Escala	Dirección de preferencia
1. Población	1.1 General	Evaluación de los habitantes de un municipio.	ABED (2014) IBGE (2010)	Total de habitantes	Maximización
	1.2.Específica	Evaluación de los habitantes en el rango de edad entre 20 y 39 años.			
2. Residencias con acceso a internet	-	Computadoras con acceso a internet por municipio	IBGE (2010)	Total de domicilios	Maximización
3.Demanda futura	3.1.Número de escuelas de educación secundaria	Existencia de escuelas de educación secundaria por municipio	IBGE (2010)	Número de escuelas	Maximización
	3.2.Número de matrículas	Alumnos matriculados en educación secundaria por municipio		Número de matrículas	Maximización
4.Vocación económica	-	Trabajadores con contrato formal por subsector, compatibles con los cursos de EaD ofertados en el municipio	MTE (2015)	Número de vínculos laborales	Maximización
5.Competencia	5.1.Local	Existencia de instituciones de enseñanza que ofertan cursos técnicos presenciales o a distancia en el municipio	Sistema "S"; Setec; MEC	Escala cuantitativa de 0 a 8 (Tabla 3)	Minimización
	5.2.Regional	Instituciones de enseñanza con oferta de educación superior en la región	*Google Maps*	Escala cuantitativa de 1 a 9 (Tabla 4)	Maximización

Fuente: Elaborado por los autores.

CC BY

La variable de rango etario del subcriterio "población específica" es otra información relevante, ya que permite inferir si en un determinado municipio existe población objetivo con edad mínima para matricularse (ABED, 2014). Los cursos técnicos en la modalidad EaD ofertados por el IF Sudeste son subsecuentes, es decir, únicamente los estudiantes con educación media completa están habilitados para iniciar un curso técnico.

Para delimitar el rango etario se consideró el perfil trazado por el Censo EaD BR (ABED, 2012). Este estudio mostró que el 50% de los estudiantes se encuentra en el rango de 18 a 30 años y el 43% en el rango de 31 a 40 años.

La base de datos "Cidades@" (IBGE, 2010) proporciona datos poblacionales por rangos de edad; sin embargo, estos no coinciden exactamente con el intervalo etario del Censo EaD BR. Por ello, se utilizaron los intervalos más próximos: 20 a 24 años, 25 a 29 años y 30 a 39 años.

3.4.2. Criterio Residencias con Acceso a Internet

Siendo la computadora la principal herramienta de apoyo para viabilizar la interfaz entre el estudiante y el profesor, el criterio "residencias con acceso a internet" evaluó, en los municipios donde se pretende instalar un nuevo polo de EaD, la cantidad de domicilios con este atributo. Esta información fue obtenida en la base de datos "Cidades@" del IBGE (2010).

3.4.3. Criterio Vocación Económica

Este criterio se utilizó para identificar el conjunto de factores políticos, económicos y sociales de la región, así como las principales actividades que sustentan el proceso productivo. Estos datos permiten identificar qué cursos técnicos podrían ofrecerse en los polos, atendiendo a la demanda de cualificación necesaria de un municipio.

La base de datos del Ministerio de Trabajo y Empleo (BRASIL, 2015b) fue utilizada para clasificar la vocación económica de los municipios, a través de las Bases Estadísticas de la RAIS y del CAGED.

3.4.4. Criterio Demanda Futura

El criterio "demanda futura" reúne datos esenciales para evaluar la sostenibilidad de la oferta de cursos de EaD. Los cursos técnicos del IF Sudeste ofrecen 50 plazas por cohorte, con una duración promedio de 18 meses. Por lo tanto, el número de egresados de la educación secundaria en un municipio es directamente proporcional al número de candidatos potenciales.

Este criterio fue dividido en dos subcriterios: "número de escuelas de nivel medio" (públicas y privadas) y "número de matrículas". Los datos sobre estos subcriterios fueron obtenidos en la base de datos "Cidades@" del IBGE (IBGE, 2016).

CC BY

3.4.5 Criterio Competencia

Este criterio abarca información relacionada con las oportunidades de cualificación que la población tiene en el municipio donde reside o en ciudades vecinas. En este criterio se entiende que, cuanto mayor sea el número de instituciones de enseñanza, mayor será la dificultad para atraer al público objetivo. Este criterio fue dividido en dos subcriterios: "competencia local" y "competencia regional".

El subcriterio "competencia local" evaluó si un determinado municipio cuenta con otras instituciones que ofrezcan cursos técnicos profesionalizantes, en las modalidades presencial o EaD. Este criterio fue medido según una escala de valores que varió entre muy baja y muy alta (Tabla 1). Según esta propuesta de clasificación, cuanto mayor sea el número de instituciones de enseñanza que ofrezcan cursos en el municipio, mayor será el grado de competencia local.

Tabla 1. Método propuesto para la medición del grado de competencia local

Escala de grado de competencia	N.º de instituciones oferentes en el municipio
Muy baja (0)	0
Baja (2)	1 ┤ 2
Media (4)	2 ┤ 3
Alta (6)	3 ┤ 4
Muy Alta (8)	> 4

Fuente: Elaborado por los autores.

El subcriterio "competencia regional" evaluó la proximidad del polo con otras instituciones de enseñanza en la región. Para medir este criterio se propuso una escala de "grado de distanciamiento", que varía de muy bajo a muy alto.

La escala de clasificación adoptada en este artículo consideró que, cuanto mayor es la distancia, mayores son las dificultades de desplazamiento de los estudiantes para realizar sus estudios. El intervalo mínimo adoptado fue de 50 km (muy bajo), ya que este corresponde a la distancia mínima aproximada entre instituciones de enseñanza en el área de cobertura del IF Sudeste MG (Tabla 2). Para evaluar la distancia entre los municipios candidatos a sede de polos de EaD se utilizó la herramienta Google Maps.

Tabla 2. Método propuesto para la medición del grado de distanciamiento

Escala de grado de distanciamiento (valor)	Distancia (km)
Muy Baja (1)	≥ 50
Baja (3)	50 ┤ 100
Media (5)	100 ┤ 150
Alta (7)	150 ┤ 200
Muy Alta (9)	> 200

Fuente: Elaborado por los autores.

CC BY

3.5. Definición de los pesos de los criterios

Para la definición de los pesos de los criterios y subcriterios, se invitó a especialistas en EaD a responder un cuestionario para evaluar sus preferencias. Se empleó el método Condorcet para la ponderación de los pesos, el cual consistió en la comparación por pares de los criterios. En cada comparación, el criterio vencedor recibe 2 puntos y el perdedor recibe cero. En caso de empate, ambos reciben 1 punto. Con base en 17 cuestionarios, se estableció la ponderación de los pesos.

Los datos fueron agrupados, sumados y transformados en la escala fundamental de Saaty (2008), con valores de 1 a 9. Los criterios fueron evaluados y puntuados par a par, dando como resultado la matriz con los juicios de los criterios del objetivo principal del problema, como se muestra en la Figura 5. Para la realización de este juicio se utilizó el software IPE versión 1.0.

4. Resultados

La Figura 4 presenta la estructura jerárquica propuesta en este estudio, compuesta por 5 criterios, 6 subcriterios y las alternativas evaluadas en los problemas 1, 2 y 3.

Figura 4. Estructura jerárquica del problema propuesto.

Fuente: Elaborado por los autores.

CC BY

En la Figura 5 se muestran los juicios de los pesos de los criterios y subcriterios obtenidos mediante los cuestionarios aplicados a los especialistas en EaD. Los pesos, inicialmente definidos por el método Condorcet, fueron convertidos a la escala fundamental de valores de Saaty (1990). La razón de consistencia (RC), entre 0 y 0,057, indica coherencia en el juicio de los valores de los pesos.

Los valores de las Prioridades Medias Locales (PML) representan cuán más fuerte es un criterio en comparación con otro. Según este supuesto, el criterio "vocación económica" (C3) fue el más relevante, mientras que C2 (residencias con acceso a internet) fue el criterio menos importante.

Figura 5. Matriz de pesos de los criterios y subcriterios. Leyenda: C1-población (C1.1-general y C1.2-específica); C2-residencias con acceso a internet; C3-vocación económica; C4-demanda futura (C4.1-escuelas de nivel medio y C4.2-número de matrículas); C5-competencia (C5.1-local y C5.2-regional). PML: Prioridades Medias Locales.

Criterios

	C1	C2	C3	C4	C5	PML
C1	1	5	1	5	3	0,344
C2	1/5	1	1/5	1	1/5	0,059
C3	1	5	1	4	4	0,354
C4	1/5	1	1/4	1	1/4	0,064
C5	1/3	5	1/4	4	1	0,179

Razón de consistencia = 0,57

Subcriterios

Población

	C 1.1	C 1.2	PML
C 1.1	1	1/4	0,244
C 1.2	4	1	0,800

Razón de consistencia = 0,000

Demanda futura

	C 4.1	C 4.2	PML
C 4.1	1	1/4	0,200
C 4.2	4	1	0,800

Razón de consistencia = 0,000

Competencia

	C 5.1	C 5.2	PML
C 5.1	1	4	0,800
C 5.2	1/4	1	0,200

Razón de consistencia = 0,000

Fuente: Elaborado por los autores.

CC BY

La Tabla 3 presenta los datos de los municipios estudiados y fue utilizada para establecer las comparaciones por pares entre las alternativas de elección para cada uno de los criterios y subcriterios utilizados en el modelo.

Tabla 3. Datos de los criterios seleccionados para la evaluación de los municipios estudiados.

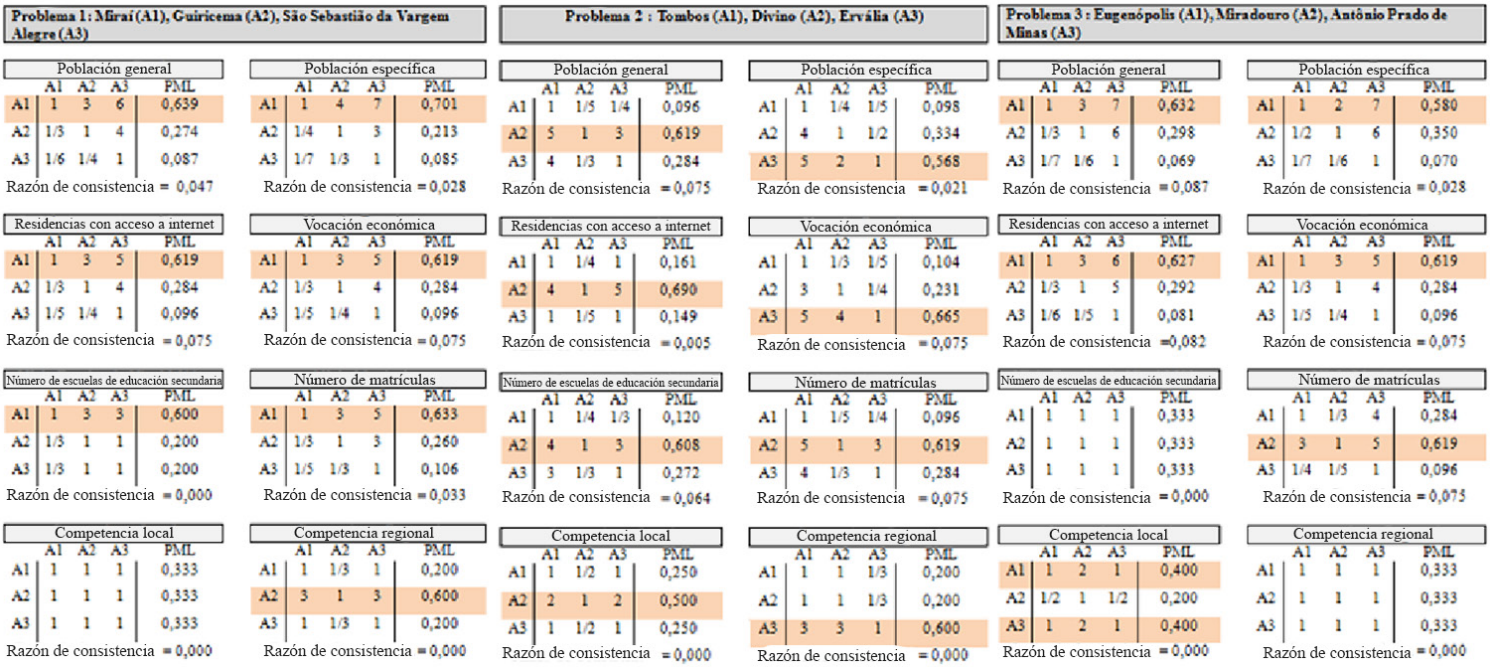
Alternativas	Criterios							
	Población		Residencias con acceso a internet	Vocación económica	Demanda futura		Competencia	
	Población general	Población específica			Número de escuelas	Número de matrículas	Local	Regional
Problema 1								
Miraí	13.808	4.206	13.808	4435	2	435	0	5
Huiricema	8.707	2.512	8.707	2267	1	346	0	3
SSVA	2.798	867	2.798	1316	1	81	0	5
Problema 2								
Tombos	9.033	1.442	553	3072	1	264	1	7
Divino	20.012	5.786	743	3804	3	746	0	7
Ervália	18.868	5.893	536	5301	2	561	1	5
Problema 3								
Eugenópolis	11.169	3.324	484	3552	1	298	1	7
Miradouro	10.759	3.254	408	3199	1	390	2	7
Ant. P. de M.	1.667	450	96	634	1	59	1	7

Leyenda: SSVA - São Sebastião da Vargem Alegre; Ant. P. de M. - Antônio Prado de Minas.
Fuente: Elaborado por los autores.

Con base en la Tabla 3 se realizaron los juicios mediante el método AHP. Los resultados de los juicios en los tres problemas en los que la metodología fue aplicada se presentan en la Figura 6. Se puede observar que todos los juicios fueron consistentes, ya que los mismos obtuvieron resultados dentro de los estándares esperados (RC ≤ 0,1).

CC BY

Figura 6. Juicio de las alternativas de los problemas 1, 2 y 3 a la luz de los criterios utilizados en el problema. En sombreado destacado, las prioridades medias locales (PML) vencedoras.



Problema 1: Miraí (A1), Guiricema (A2), São Sebastião da Vargem Alegre (A3)

Población general

	A1	A2	A3	PML
A1	1	3	6	0,639
A2	1/3	1	4	0,274
A3	1/6	1/4	1	0,087

Razón de consistencia = 0,047

Población específica

	A1	A2	A3	PML
A1	1	4	7	0,701
A2	1/4	1	3	0,213
A3	1/7	1/3	1	0,085

Razón de consistencia = 0,028

Residencias con acceso a internet

	A1	A2	A3	PML
A1	1	3	5	0,619
A2	1/3	1	4	0,284
A3	1/5	1/4	1	0,096

Razón de consistencia = 0,075

Vocación económica

	A1	A2	A3	PML
A1	1	3	5	0,619
A2	1/3	1	4	0,284
A3	1/5	1/4	1	0,096

Razón de consistencia = 0,075

Número de escuelas de educación secundaria

	A1	A2	A3	PML
A1	1	3	3	0,600
A2	1/3	1	1	0,200
A3	1/3	1	1	0,200

Razón de consistencia = 0,000

Número de matrículas

	A1	A2	A3	PML
A1	1	3	5	0,633
A2	1/3	1	3	0,260
A3	1/5	1/3	1	0,106

Razón de consistencia = 0,033

Competencia local

	A1	A2	A3	PML
A1	1	1	1	0,333
A2	1	1	1	0,333
A3	1	1	1	0,333

Razón de consistencia = 0,000

Competencia regional

	A1	A2	A3	PML
A1	1	1/3	1	0,200
A2	3	1	3	0,600
A3	1	1/3	1	0,200

Razón de consistencia = 0,000

Problema 2 : Tombos (A1), Divino (A2), Ervália (A3)

Población general

	A1	A2	A3	PML
A1	1	1/5	1/4	0,096
A2	5	1	3	0,619
A3	4	1/3	1	0,284

Razón de consistencia = 0,075

Población específica

	A1	A2	A3	PML
A1	1	1/4	1/5	0,098
A2	4	1	1/2	0,334
A3	5	2	1	0,568

Razón de consistencia = 0,021

Residencias con acceso a internet

	A1	A2	A3	PML
A1	1	1/4	1	0,161
A2	4	1	5	0,690
A3	1	1/5	1	0,149

Razón de consistencia = 0,005

Vocación económica

	A1	A2	A3	PML
A1	1	1/3	1/5	0,104
A2	3	1	1/4	0,231
A3	5	4	1	0,665

Razón de consistencia = 0,075

Número de escuelas de educación secundaria

	A1	A2	A3	PML
A1	1	1/4	1/3	0,120
A2	4	1	3	0,608
A3	3	1/3	1	0,272

Razón de consistencia = 0,064

Número de matrículas

	A1	A2	A3	PML
A1	1	1/5	1/4	0,096
A2	5	1	3	0,619
A3	4	1/3	1	0,284

Razón de consistencia = 0,075

Competencia local

	A1	A2	A3	PML
A1	1	1/2	1	0,250
A2	2	1	2	0,500
A3	1	1/2	1	0,250

Razón de consistencia = 0,000

Competencia regional

	A1	A2	A3	PML
A1	1	1	1/3	0,200
A2	1	1	1/3	0,200
A3	3	3	1	0,600

Razón de consistencia = 0,000

Problema 3 : Eugenópolis (A1), Miradouro (A2), Antônio Prado de Minas (A3)

Población general

	A1	A2	A3	PML
A1	1	3	7	0,632
A2	1/3	1	6	0,298
A3	1/7	1/6	1	0,069

Razón de consistencia = 0,087

Población específica

	A1	A2	A3	PML
A1	1	2	7	0,580
A2	1/2	1	6	0,350
A3	1/7	1/6	1	0,070

Razón de consistencia = 0,028

Residencias con acceso a internet

	A1	A2	A3	PML
A1	1	3	6	0,627
A2	1/3	1	5	0,292
A3	1/6	1/5	1	0,081

Razón de consistencia = 0,082

Vocación económica

	A1	A2	A3	PML
A1	1	3	5	0,619
A2	1/3	1	4	0,284
A3	1/5	1/4	1	0,096

Razón de consistencia = 0,075

Número de escuelas de educación secundaria

	A1	A2	A3	PML
A1	1	1	1	0,333
A2	1	1	1	0,333
A3	1	1	1	0,333

Razón de consistencia = 0,000

Número de matrículas

	A1	A2	A3	PML
A1	1	1/3	4	0,284
A2	3	1	5	0,619
A3	1/4	1/5	1	0,096

Razón de consistencia = 0,075

Competencia local

	A1	A2	A3	PML
A1	1	2	1	0,400
A2	1/2	1	1/2	0,200
A3	1	2	1	0,400

Razón de consistencia = 0,000

Competencia regional

	A1	A2	A3	PML
A1	1	1	1	0,333
A2	1	1	1	0,333
A3	1	1	1	0,333

Razón de consistencia = 0,000

Fuente: Elaborado por los autores.

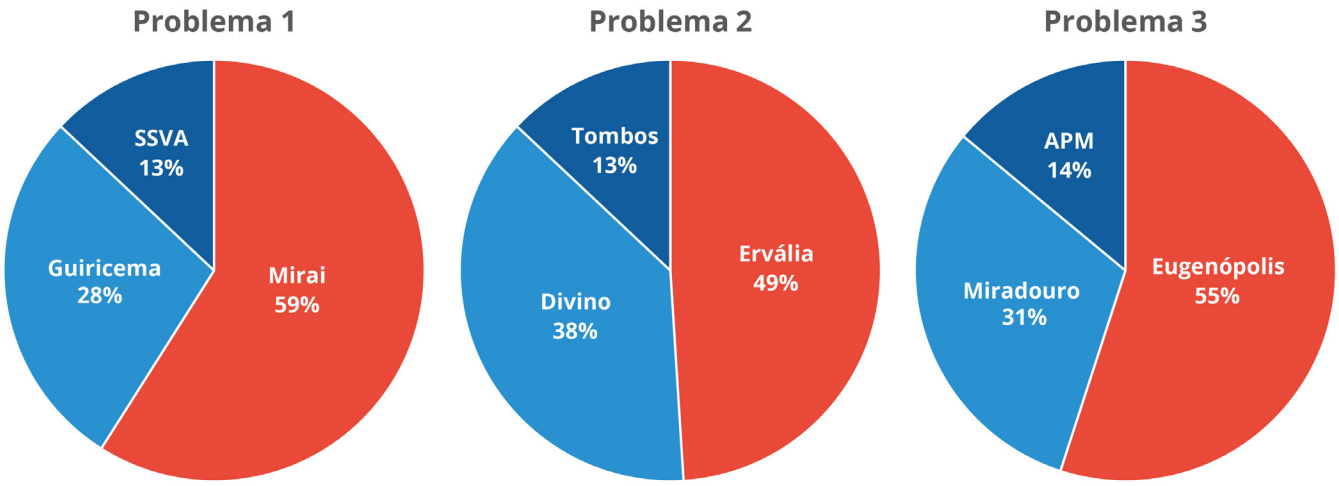
En el problema 1, el municipio de Miraí (A1) fue la alternativa ganadora en la mayoría de los criterios analizados, con excepción de la "Competencia Regional" y, por lo tanto, fue elegido para la apertura de un polo de EaD (Figura 7).

Los municipios de Ervália (A3) y Divino (A2) fueron los que más se destacaron en el problema 2. Es importante señalar que Divino superó a Ervália en cinco criterios; sin embargo, Ervália fue superior precisamente en los criterios considerados de mayor peso: "Vocación Económica" y "Población Específica" (Figura 5), por lo tanto, es la alternativa recomendada (Figura 7).

En el problema 3, aplicado a una decisión futura, la alternativa A1 (Eugenópolis) fue la ganadora en la mayoría de los criterios. Por otro lado, la alternativa A3 (Antônio Prado de Minas) se mostró como la opción menos atractiva (Figura 6). En este caso, Eugenópolis debe ser seleccionado para la implementación de un nuevo polo de EaD (Figura 7).

CC BY

Figura 7. Resultado del método AHP, que demuestra que los municipios de Miraí (59 %), Ervália (49 %) y Eugenópolis (55 %) deben ser priorizados. Leyenda: SSVA: São Sebastião da Vargem Alegre; APM: Antônio Prado de Minas.



© VG Educacional

Fuente: Elaborado por los autores.

5. Discusión

El enfoque de este trabajo fue el desarrollo de un nuevo modelo de evaluación de municipios potenciales para la implementación de polos de EaD. Actualmente, las decisiones tomadas por las instituciones de enseñanza que ofertan cursos en esta modalidad se realizan de forma empírica, sin criterios claros y con influencia de aspectos políticos. En estas circunstancias, el proceso de toma de decisiones está evidentemente contaminado por información imprecisa, lo que contribuye a la ocurrencia de decisiones equivocadas.

La claridad en el proceso decisorio es una característica esencial en las organizaciones, ya que conduce a la disminución de las incertidumbres, a una mayor posibilidad de éxito en la efectivización de la mejor elección y a la minimización de los costos (SHAKOURI y TAVASSOLI, 2012; OTHMAN et al., 2012).

El método AHP ha sido empleado en diversas áreas del conocimiento, como el sector energético (KABLAN, 2004), la priorización de ubicaciones para inversiones en infraestructura (CHANG et al., 2012) y la gestión de recursos humanos (ABDULLAH y ZULKIFLI, 2015), entre otros. En el ámbito educativo, esta metodología ha sido aplicada de forma diversificada, por ejemplo, en la determinación de ubicaciones para la instalación de escuelas (SHAHRAKI et al., 2016) y en tecnologías de construcción de escuelas (PONS y AGUADO, 2012).

En Taiwán, el método AHP fue utilizado para determinar los factores que influyen en los estudiantes de medicina en la elección de sus especialidades (CHANG et al., 2006). En España, este método se empleó para apoyar a empresas y estudiantes en procesos de prácticas profesionales (CALVO y D'AMATO, 2015). La evaluación de sistemas de enseñanza en Inglaterra e India fue propuesta con base en el AHP (DAS et al., 2013; ZHANG, 2014), mientras que en Italia esta metodología fue utilizada en la evaluación de la calidad de los servicios educativos (LUPO, 2013). Otras metodologías también pueden aplicarse a la localización de escuelas (PIZZOLATO et al., 2004).

CC BY

La etapa de validación del modelo propuesto en este artículo fue importante para conferir confiabilidad al proceso de toma de decisiones y para comprender las variables que influyen en el problema. La importancia de esta etapa es corroborada por Shakouri y Tavassoli (2012), al afirmar que el proceso de validación es la etapa más importante en la concepción de cualquier modelo. Para Borenstein y Becker (2000), la validación representa el comportamiento del modelo en un problema específico del mundo real.

Para validar el modelo propuesto en este artículo, las alternativas fueron agrupadas en tres "situaciones problema" (Figura 3).

En cada problema, el objetivo fue seleccionar un municipio que reuniera las mejores condiciones para la instalación de un polo de EaD. Los problemas 1 y 2 se aplican a decisiones implementadas en el pasado, es decir, emplearon en la toma de decisiones una metodología empírica. El procedimiento de aplicar el modelo propuesto en decisiones pasadas (problemas 1 y 2) fue interesante para contrastar los resultados obtenidos en su momento (Tabla 4).

Uno de estos casos es el municipio de São Sebastião da Vargem Alegre (alternativa del problema 1), que fue elegido para albergar un polo de EaD en una decisión tomada en 2012. Esta nueva sede inició sus actividades ofreciendo los cursos de Administración y Agroecología; sin embargo, solo se formó una cohorte de cada curso debido a diversos problemas, como falta de demanda, problemas de acceso a internet, disponibilidad de computadoras y dificultades relacionadas con la vocación económica del municipio.

Si en aquel momento se hubiera aplicado el modelo propuesto en este artículo, se habría llegado a la conclusión de que en esa región geográfica existían municipios con condiciones más favorables para la oferta de cursos técnicos. Otra situación importante involucra al municipio de Ervália (problema 2). El modelo sugiere que este municipio sea elegido (49 % de prioridad); sin embargo, en una decisión anterior los polos de EaD fueron abiertos en los municipios de Tombos y Divino, los cuales presentan problemas de demanda.

El problema 3, compuesto por los municipios de Eugenópolis, Miradouro y Antônio Prado de Minas, es el único que representa una región geográfica que aún no ha sido analizada por el equipo gestor para la oferta de cursos técnicos en la modalidad EaD, siendo por lo tanto una información valiosa que posiblemente será utilizada en el futuro para validar de forma definitiva este modelo.

Es posible concluir, a partir de los resultados obtenidos en este trabajo, que el método multicriterio fue eficaz para sugerir ubicaciones para la apertura de nuevos polos de EaD. Algunos procedimientos metodológicos contribuyeron a la confiabilidad del modelo. El levantamiento bibliográfico, realizado como punto de partida e incluyendo artículos, legislación en EaD y documentos institucionales, fue esencial para definir los criterios (Cuadro 1) y los trabajos relacionados.

La consulta a los especialistas fue importante para validar la estructura de criterios y para la ponderación de sus pesos, lo que, con el uso del método Condorcet, otorgó robustez a esta etapa.

CC BY

Sin embargo, el modelado propuesto no debe entenderse como una respuesta final para este tipo de problema, sino como una solución viable para una situación compleja, que involucra múltiples tomadores de decisión, alto nivel de inversión en recursos humanos y financieros y que, por lo tanto, debe estar respaldada por atributos técnicos que puedan minimizar errores durante este proceso.

Tabla 4. Comparativo de resultados: actual y anterior

	Decisión indicada por el modelo	Decisión tomada por los gestores	Situación actual del polo
Problema 1 (Pasado)	Miraí (59%)	São Sebastião da Vargem Alegre	Polo cerrado debido a baja demanda y dificultad de acceso a internet.
Problema 2 (Presente)	Ervália (49%)	Tombos	Polo abierto, con la primera oferta de cursos, pero con baja demanda.
Problema 3 (Futuro)	Eugenópolis (55%)	Indefinido	En espera de decisión del grupo gestor. Se recomienda el municipio de Eugenópolis para futura expansión.

Fuente: Elaborado por los autores.

Sobre la importancia de la eficacia en el proceso de toma de decisiones, Almeida (2013) destaca que el tomador de decisiones es el responsable por la decisión tomada y, por ello, será responsabilizado por las consecuencias y por los resultados que eventualmente no sean satisfactorios. En las organizaciones públicas, la responsabilidad por la aplicación correcta y eficiente de los recursos es aún mayor que en las organizaciones privadas, ya que los recursos públicos, cuando son mal utilizados, perjudican a la organización y a todos los ciudadanos.

El método AHP tiene la capacidad de captar la imprecisión de los juicios humanos, asignando pesos e indexándolos en un sistema más objetivo, promueve el consenso entre los tomadores de decisión y reduce la incertidumbre, facilitando el proceso de toma de decisiones (CHEN et al., 2015).

Sin embargo, Chou et al. (2012) presenta una visión opuesta sobre la precisión del método AHP, al afirmar que este presenta algunas deficiencias, como la utilización de una escala de pesos muy desequilibrada, además de no considerar la incertidumbre asociada al juicio humano, ya que el juicio subjetivo basado en las preferencias de los tomadores de decisión influye en el resultado final.

En relación con la subjetividad señalada por Chou et al. (2012), los procedimientos metodológicos aplicados en este artículo buscaron minimizar este efecto. Esto fue posible gracias a la elaboración de la Tabla 3, que presenta los datos de cada uno de los criterios y subcriterios, extraídos de fuentes oficiales como el IBGE, el MTE/RAIS, el MDIC y el sistema "S", que ofrecen datos cuantitativos a los tomadores de decisión e información concreta para fundamentar el juicio de las alternativas, reduciendo la subjetividad.

Es importante destacar que el modelo propuesto puede/debe ser flexibilizado para cada caso. Los criterios, así como sus pesos, pueden ajustarse a las necesidades de cada institución, con sus propias particularidades (características regionales o normas institucionales).

CC BY

Para asignar valores al criterio “competencia” se propusieron dos formas de clasificación de las alternativas (Tablas 1 y 2). Estas propuestas atienden a la región donde actúa el IF Sudeste.

Sin embargo, se recomienda que las escalas de valores sugeridas en las Tablas 1 y 2 sean revisadas para la aplicación de este modelo en regiones con características socioeconómicas distintas. Así, la utilización de este modelo no se restringe únicamente al ámbito del IF Sudeste MG; por el contrario, puede ser utilizado por otras instituciones educativas a nivel mundial.

6. Conclusión

La metodología multicriterio (método AHP) es una técnica, cuando se aplica de forma fundamentada, eficiente y comprobada para apoyar el proceso de toma de decisiones. El desarrollo de metodologías que puedan asistir a los gestores en decisiones relacionadas con la apertura de polos presenciales mejora la eficiencia en la asignación de recursos financieros, humanos (profesores/tutores) y físicos (instalaciones/equipamientos), elementos esenciales para el funcionamiento de los polos de EaD.

El modelo propuesto señaló a los municipios de Miraí, Ervália y Eugenópolis (Tabla 4) como posibles sedes para un polo presencial de EaD. Es importante destacar que las decisiones de los problemas 1 y 2 no coincidieron con decisiones pasadas, cuyos polos presentan problemas de demanda.

La metodología propuesta en este artículo presenta aplicabilidad en otras áreas, como la prospección de municipios propicios para la oferta de cursos fuera de la modalidad EaD, investigaciones de mercado, logística y oportunidades de negocios en municipios, convirtiéndose así en un punto de partida para el desarrollo de nuevos estudios científicos.

CC BY

REFERENCIAS

ABED. Censo EAD.BR: Relatório Analítico da Aprendizagem a Distância no Brasil 2012 = Censo EAD.BR: Analytic Report of Distance Learning in Brazil/[traduzido por Opportunity Translations]. Curitiba: Ibpex, 2012.

ABED. Censo EaD.br: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2013 = Censo EaD.br: analytic report of distance learning in Brazil/[traduzido por Maria Thereza Moss de Abreu]. Curitiba: Ibpex, 2014.

Censo EAD.BR: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2020 = Censo EAD.BR: Analytic Report of Distance Learning in Brazil 2020 [livro eletrônico]/[organização ABED – Associação Brasileira de Educação a Distância; tradução Camila Rosa]. Curitiba, PR: InterSaberes, 2022.

ABDULLAH, L.; ZULKIFLI, N. Integration of fuzzy AHP and interval type-2 fuzzy DEMATEL: an application to human resource management. **Expert Systems with Applications**, v. 42, p. 4397–4409, 2015.

ALMEIDA, A. T. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. São Paulo: Atlas, 2013.

ALVES, L. Educação a distância: conceitos e história no Brasil e no Mundo. **Revista Brasileira de Educação a Distância,** v. 10, p. 83-92, 2011.

BASTOS, A. T.; NUNES, B. C.; VIDAL, E. M.; FREITAS, A. A. F. Polos de apoio presencial: requisitos e desafios na gestão. Anais do X Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância, Belém-PA, 2013.

BARCELOS, F. B.; PIZZOLATO, N. D.; LORENA, L. A. N. Localização de escolas de ensino fundamental com modelos capacitado e não-capacitado: caso de Vitória/ES. **Pesquisa Operacional**, v. 24, n. 1, p. 133-149, 2004.

BORENSTEIN, D.; BECKER, J. L. Validating decision support systems. **Encyclopedia of Microcomputers**, v. 26, n. 5, p. 323-341, 2000.

CC BY

BRASIL. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Censo da Educação Superior 2024 : notas estatísticas [recurso eletrônico]. – Brasília, DF: Inep, 2025.

BRASIL. **Portaria Normativa Nº 02, de 10 de janeiro de 2007**. Diário Oficial da União, 2007a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/portaria2.pdf>. Acesso em: 25 de jun. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Referenciais de Qualidade para a Educação Superior a Distância.** Brasília, DF, ago. 2007b. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/refead1.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2015.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Decreto Nº 7.589, de 26 de outubro de 2011, 2011a.

BRASIL. **Regimento Interno do Fórum Permanente de Educação a Distância do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais,** Instituto **Federal do Sudeste de Minas Gerais**. 2015a. Disponível em: <https://www.ifsudestemg.edu.br/sites/default/files/Regimento%20Interno-%20F%C3%B3rum%20EAD%20.pdf >. Acesso em: 01 out. 2015.

BRASIL. **Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais. Regimento Interno do Fórum Permanente de Educação a Distância do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais.** 2015b. Disponível em: http://www.ifsudestemg.edu.br/sites/default/files/Regimento%20Interno-%20F%C3%B3rum%20EAD%20.pdf. Acesso em: 01 out. 2015.

CEGAN, J. C.; FILION, A. M.; KEISLER, J. M.; LINKOV, I. Trends and applications of multi-criteria decision analysis in environmental sciences: literature review. **Environmental Systems and Decisions**, v. 37, n. 2, p. 123-133, 2017.

CHANG, H. K.; LIOU, J. C.; CHEN, W. W. Protection priority in the coastal environment using a hybrid AHP-TOPSIS method on the Miaoli coast, Taiwan. **Journal of Coastal Research**, v. 28, n. 2, p. 369-374, 2012.

CHANG, P.-Y.; HUNG, C.-Y.; WANG, K.-I.; HUANG, Y.-H.; CHANG, K.-J. Factors influencing medical students' choice of specialty. **Journal of the Formosan Medical Association**, v. 6, n. 105, p. 489–496, 2006.

CHEN, J.-F.; HSIEHA, H.-N.; DOB, Q. H. Evaluating teaching performance based on fuzzy AHP and comprehensive evaluation approach. **Applied Soft Computing**, v. 28, p. 100–108, 2015.

CC BY

CHOU, Y.-C.; SUN, C.-C.; YEN, H.-Y. Evaluating the criteria for human resource for science and technology (HRST) based on an integrated fuzzy AHP and fuzzy DEMATEL approach. **Applied Soft Computing**, v. 12, p. 64–71, 2012.

CORRO, A. A.; VERA, R. P. Measuring the institutional efficiency using DEA and AHP: the case of a Mexican University. **Journal of Applied Research and Technology**, v. 12, p. 63-71, 2014.

COSTA, H. G. Auxílio multicritério à decisão: método AHP. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2006.

COSTA, H. G. Modelo para webibliomining: proposta e caso de aplicação. **Revista da FAE**, v. 1, n. 13, p. 115-126, 2010.

COSTA, J. F. DA S.; BORGES, A. R.; MACHADO, T. DOS S. Um modelo multicritério de apoio à decisão aplicado a localização industrial: um caso da indústria têxtil. **Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção**, v. 1, n. 13, p. 1-15, 2013.

DAS, M. C.; BIJAN S.; SIDDHARTHA R. A decision support framework for performance evaluation of Indian technical institutions. **Decision Science Letters**, v. 2, p. 257–274, 2013.

DIABY, V.; CAMPBELL, K.; GOEREE, R. Multi-criteria decision analysis (MCDA) in health care: A bibliometric analysis. **Operations Research for Health Care**, v. 2, p. 20–24, 2013.

FARIA, D. G. M.; FILHO, O. A. Aplicação do processo de análise hierárquica (AHP) no mapeamento de perigo de escorregamentos em áreas urbanas. **Revista do Instituto Geológico**, v. 34, n. 1, p. 23-44, 2013.

FREITAS, A. L. P.; COSTA, H. G. Avaliação e classificação da qualidade de serviços utilizando uma abordagem multicritério. **Gestão e Produção**, v. 3, n. 5, p. 272-283, 1998.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério**. 2.ed. Editora Atlas, Rio de Janeiro, 2006.

HUANG, X.; FENG, S. Research on the teaching quality evaluation for the physical education in colleges based on the AHP-TOPSIS. **Chemical Engineering Transactions**, v. 46, p. 487–492, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de Dados Cidades@. Censo Demográfico de 2010. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php?lang=. Acesso em: 21 set. 2015. 2010.

CC BY

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Resumo Técnico. Censo da Educação Superior, 2013.

JOHNES, J. Operational research in education. **European Journal of Operational Research,** v. 243, p. 683–696, 2015.

KABLAN, M. M. Decision support for energy conservation promotion: an analytic hierarchy process approach. **Energy Policy**, v. 32, p. 1151–1158, 2004.

KIM, S. Decision support model for introduction of gamification solution using AHP. Hindawi Publishing Corporation. The Scientific World, 1–7, 2014.

LEE, C.-F. An Investigation of Factors Determining the Study Abroad Destination Choice: A Case Study of Taiwan. **Journal of Studies in International Education**, v. 18, n. 4, p. 362–381, 2014.

LIMA, J. R.; CAPITÃO, Z. **E-learning e e-conteúdos: Aplicações das teorias tradicionais e modernas de ensino e aprendizagem à organização e estruturação de e-cursos.** Centro Atlântico. Lisboa, 2003.

LUPO, T. A fuzzy ServQual based method for reliable measurements of education quality in Italian higher education area. **Expert Systems with Applications,** v. 40, p. 7096–7110, 2013.

MALHOTRA, V. A.; LEE M. D.; KHURAMA, A. Domain Experts Influence Decision Quality: Towards a Robust Method for their Identification. **Journal of Petroleum Science and Engineering**, v. 57, p. 181-194, 2007.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. (2015). Disponível em: http://www.desenvolvimento.gov.br//sitio/interna/index.php?area=2. Acesso em 29 set. 2015.

MENDES, L. F. R.; ERTHAL JUNIOR, M.; HOSKEN, L. A. L. Seleção de sistemas de fornecimento de energia elétrica para propriedades rurais litorâneas localizadas no Norte do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 4, n. 1, p. 338-345, 2013.

MTE. Ministério do Trabalho e Emprego. RAIS, 2015. Disponível em: http://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php. Acesso em: 18 set. 2015.

MORAN, J. M. **Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas**. In: MORAN, J. M.; MASETTO, M. M. T.; BEHRENS, M. A. Novas Tecnologias em edição pedagógica. 8ª Ed. Campinas, SP: Papirus. 2000.

CC BY

NEPOMUCENO, L. D. O.; COSTA, H. G. Analyzing perceptions about the influence of a master course over the professional skills of its alumni: a multicriteria approach. **Pesquisa Operacional**, v. 35, n. 1, p. 187-211, 2015.

OTHMAN, M. R.; HADY, L.; REPKE, J.-U.; WOZNY, G. Introducing sustainability assessment and selection (SAS) into chemical engineering education. **Education for Chemical Engineers**, v. 7, p. 118–124, 2012.

PIZZOLATO, N. D.; SILVA, H. B. F. Proposta metodológica de localização de escolas: estudo do caso de Nova Iguaçu. **Pesquisa Operacional**, v. 14, p. 1-13, 1993.

PIZZOLATO, N. D., BARROS, A. G., BARCELOS, F. B., CANEN, A. G. Localização de escolas públicas: síntese de algumas linhas de experiências no Brasil. **Pesquisa Operacional,** v. 24, n. 1, p. 111-131, 2004.

PONS, O.; AGUADO, A. Integrated value model for sustainable assessment applied to technologies used to build schools in Catalonia, Spain. **Building and Environment**, v. 53, p. 49-58, 2012.

PRONATEC. Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego. Ministério da Educação. Cursos Ofertados, 2015. Disponível em: http://pronatec.mec.gov.br/inscricao/. Acesso em: 25 de set. 2015.

SAATY, T. L. Decision making with the Analytic Hierarchy Process. **International Journal of Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83–98, 2008.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Educação a Distância, 2015. Disponível em: http://www7.fiemg.com.br/produto/educacao-a-distancia. Acesso em: 22 set. 2015.

SENAC. Serviço Nacional de Aprendizagem. Cursos Ofertados, 2015. Disponível em: http://www.mg.senac.br/internet/cursos/tecnicos/. Acesso em: 26 de set. 2015.

SENAT. Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte. Cursos Ofertados, 2015. Disponível em: http://ead.sestsenat.org.br/cursos-disponiveis. Acesso em: 28 de set. 2015.

SILVA, E. R. G. de. et al. Gestão de polo de apoio presencial no sistema Universidade Aberta do Brasil: construindo referenciais de qualidade. **Novas Tecnologias em Educação**, v. 8, n. 3, p. 1–10, 2010.

CC BY

SILVA, A. G.; ANDRADE, L. C.; SILVA, M. B. Educação a distância: as novas tecnologias e o papel do tutor na perspectiva da construção do conhecimento. Anais do 17 Congresso Internacional ABED de Educação a Distância, 2011. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2011/cd/46.pdf >. Acesso em: 14 abr. 2016.

SHAHRAKI, A. A.; EBRAHIMZADEH, I.; KASHEFIDOOST, D. Distributional planning of educational places in developing cities with case studies. **Habitat International**, v. 51, p. 168-177, 2016.

SHAKOURI, G. H.; TAVASSOLI, N, Y. Implementation of a hybrid fuzzy system as a decision support process: A FAHP–FMCDM–FIS composition. **Expert Systems with Applications,** v. 39, p. 3682–3691, 2012.

WU, H.-Y.; CHEN, J.-K.; CHEN, I.-S.; ZHUO, H.-H. Ranking universities based on performance evaluation by a hybrid MCDM model. **Measurement**, v. 45, p. 856–880, 2012.

ZARE, M.; PAHL, C.; RAHNAMA, H.; NILASHI, M.; MARDANI, A.; IBRAHIM, O.; AHMADI, H. Multi-criteria decision making approach in E-learning: A systematic review and classification. **Applied Soft Computing**, v. 45, p. 108-128, 2016.

ZHANG, X. Research on the Gray Hierarchy Evaluation Model Based on Multimedia System and English Teaching Evaluation. **International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering**, v. 9, n. 8, p. 181-192, 2014.

ZYOUD, S. H., FUCHS-HANUSCH, D. A. Bibliometric-based survey on AHP and TOPSIS techniques. **Expert Systems With Applications**, v. 78, p. 158–181, 2017.

CC BY