

T.O.P.S.I.S.: UN MÉTODO DE DECISIÓN MULTIATRIBUTO COMO TÉCNICA EVALUATIVA

Rafael Galante Guille
Universidad de Málaga

El contenido de esta comunicación se enmarca dentro de las técnicas estadísticas del **Análisis de las Decisiones**, más concretamente los **Métodos de Decisión Multiatributo como instrumental de ayuda a la Evaluación Educativa**. Por las limitaciones inherentes a esta comunicación nos confinaremos a la aplicación de una técnica concreta, cual es **Técnica de Ordenación de Preferencias por Similitud a la Solución Ideal**, en siglas **TOPSIS**, ya que supondremos que el decisor dispone de información cardinal sobre los atributos.

Los **Métodos de Decisión Multicriterios, MCDM**, se refieren a cuestiones de la toma de decisión en presencia de criterios múltiples, usualmente en conflictos. Estas situaciones problemáticas son muy usuales en la vida diaria.

Como por ejemplo: *en un contexto personal*, el trabajo que podemos escoger depende de muchos atributos, como el salario, el prestigio social, las oportunidades de progresar, las condiciones del trabajo (horario flexible, concurso de traslado, etc.), etc. Otra situación personal es cuando elegimos el compañero/a para formar una familia; la elección de nuestros estudios; la elección del vehículo para desplazarnos; etc.

En un contexto académico: la selección del rector de la universidad de la futura configuración de la universidad podría depender del número de escuelas, de facultades, escuelas superiores, de la distribución de las matrículas de los centros, de los planes de estudios, de los programas de investigación, etc. En este mismo contexto *la selección/evaluación de los candidatos a una plaza de profesor* puede ser una cuestión enfocable a través de la utilización de los Métodos de Decisión Multicriterios, como tendremos ocasión de estudiar en la presente comunicación.

En general, en cualquier contexto donde nos situemos, ya sea personal, académico, empresarial, público, etc. nos encontramos con situaciones de decisión que pueden ser auxiliadas con estos métodos.

Los problemas de decisión multicriterios son ampliamente diversos, sin embargo comparten las siguientes características comunes: *Atributos/Objetivos múltiples*, ya que el decisor debe generar atributos u objetivos relevantes para la situación problemática propuesta.

Conflicto entre criterios, ya que una mayor utilización o ponderación de un recurso o atributo supone una menor utilización o ponderación en otros.

Unidades incomparables, ya que cada objetivo/atributo suele venir medido en diferentes magnitudes de unidades.

Diseño/Selección, ya que las soluciones a estas situaciones problemáticas se entienden que son o **DISEÑAR** la 'mejor' alternativa o **SELECCIONAR** la 'mejor' de entre un conjunto finito de alternativas previamente especificado.

Así pues, los problemas de MCDM pueden ser clasificados, ampliamente, en dos categorías: los de diseño o Métodos de Decisión MultiObjetivos, **MODM**; y los de selección/evaluación o Métodos de Decisión Multiatributo, **MADM**.

La característica distintiva de los MADM es que, usualmente, tienen un número limitado, y generalmente pequeño, de alternativas predeterminadas. *Las alternativas están asociadas con un nivel de realización de los atributos, los cuales no necesariamente tienen que ser cuantificables. La selección final de la alternativa se hace con la ayuda de comparaciones inter e intra atributos. Las comparaciones pueden implicar compensaciones o negociaciones explícitas o implícitas.*

Históricamente, el esfuerzo de introducir el concepto de criterios múltiples en los procesos de toma de decisión comenzó en los años 60; sin embargo el estudio sobre los criterios múltiples tienen una larga tradición de los investigadores en diversas disciplinas, como por ejemplo: En **Teoría Matemática de la Decisión**: Teoría de la Utilidad Multiatributo, Probabilidad a Priori, Metodología Maximin. En **Teoría Económica**: Optimalidad de Pareto, Utilidad de Von Neumann-Morgenstern, Función de Bienestar Social, Análisis de Coste/Beneficio. En **Estadística**: Regresión Multivariante, Análisis Factorial. En **Psicometría**: Escalamiento Multidimensional, Medición Conjunta. Etc.

Los cuatro términos más usados en la literatura MCDM son atributos, objetivos, metas y criterios. No existe una definición universal para ellos, de hecho hay investigadores que los usan intercambiablemente; sin embargo, en aras a la clarificación, precisaremos que **un criterio es una medida de la efectividad**, constituye la base para la evaluación y emerge en forma de atributo u objetivo en la situación problemática en estudio. **Las metas son valores a priori o niveles de aspiración**, con frecuencia nos referimos a ellas como *restricciones* ya que son diseñadas para restringir o limitar el conjunto de alternativas. **Los atributos suministrarán un medio de evaluar los niveles de un objetivo**, cada alternativa puede ser caracterizada por un número de atributos. **Un objetivo generalmente indica la dirección de cambio deseada.**

Con el ánimo de expresar como la técnica TOPSIS puede servir de ayuda como herramienta de análisis en la evaluación educativa consideremos la siguiente situación problemática de decisión educativa:

Deseamos seleccionar/evaluar, en un contexto académico, a cinco candidatos a una cierta plaza de profesor, para lo cual se ha acordado que deben ser consideradas las siguientes características: X₁ (titulación académica que categorizaremos en idónea, adecuada o inadecuada); X₂ (experiencia docente que mediremos en años y que deberá ser corregida según sea idónea, adecuada o inadecuada con la plaza); X₃ (experiencia investigadora en grupos que mediremos en años); X₄ (experiencia empresarial que mediremos en años); X₅ (cursos conformes al perfil de la plaza que mediremos en número de horas); X₆ (publicaciones conformes con el perfil de la plaza que categorizaremos nominalmente en muy abundante, abundante, normal, escasa o muy escaza); X₇ (entrevista personal cuyo juicio podremos medir en idóneo, muy adecuado, adecuado, poco adecuado, inadecuado). Cualquier problema de MADM puede ser expresado en un lenguaje matricial.

Simularemos los niveles de valoración alcanzado por cada uno de los candidatos en cada atributo por la matriz de decisión expresada por:

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
C ₁	Idónea	6 años	8 años	0 años	100 h.	Normal	M. Adec.
C ₂	Adec.	8 años	6 años	3 años	175 h.	Escasa	Idóneo
C ₃	Inadec.	12 años	9 años	15 años	250 h.	Abund.	P. Adec.
C ₄	Adec.	5 años	7 años	5 años	200 h.	M. Ab.	Adec.
C ₅	Adec.	4 años	12 años	10 años	150 h.	M. Esc.	M. Adec.

Un primer problema con que nos enfrentamos es como **comparar atributos cuantitativos con atributos cualitativos** o borrosos y un segundo problema es que, en general, los atributos cuantitativos no están medidos en una misma unidad de medida con lo que se nos presenta **el problema de la homogeneidad de las unidades**. Estos son problemas de escalas de medidas. Una de las formas mas comunes para convertir un atributo cualitativo en escala de intervalo es utilizar la **escala bipolar**. Por ejemplo podemos seleccionar una escala de 10 puntos y comenzar con los puntos extremos, dando 10 puntos (0 puntos) al máximo (mínimo) valor que es prácticamente realizable; el punto medio será una base para la calibración ya que es el punto de rotura entre los valores que son favorables o mejor que la media y los que son desfavorables.

Así en X_1 (Idóneo=10, Adecuado=5, No adecuado=0); X_6 (Muy abundante=10, Abundante=7.5, Normal=5, Escasa=2.5, Muy escasa=0); X_7 (Idóneo=10, Muy adecuado=7.5, Adecuado=5, Poco adecuado=2.5, Nada adecuado=0).

Para resolver el segundo problema inherentes a la presencia de diferentes unidades en la matriz de decisión se recurre a la **normalización de los valores** de atributos a través de una transformación lineal de escala a una escala 0-1 por medio de restarle a cada valor el mínimo y a este resultado dividirlo por la diferencia entre el máximo y el mínimo valor, que podemos expresar algebraicamente por la expresión:

$r_{ij} = (x_{ij} - \text{Min}_i\{x_{ij}\}) / (\text{Max}_i\{x_{ij}\} - \text{Min}_i\{x_{ij}\})$; donde x_{ij} expresa el valor de la i-ésima alternativa en el j-ésimo atributo.

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
C_1	1	0.25	1/3	0	0	0.5	2/3
C_2	0.5	0.5	0	0.2	0.5	0.25	1
C_3	0	1	0.5	1	1	0.75	0
C_4	0.5	0.125	1/6	1/3	2/3	1	1/3
C_5	0.5	0	1	2/3	1/3	0	2/3

En MADM una solución óptima, solución superior, **solución ideal** o punto de utopía es una alternativa cuyo producto cartesiano está compuesto de los valores más preferibles para cada uno de los atributos dados de la matriz de decisión.

Utilizaremos una **modelización compensatoria** que permite intercambio entre los atributos y dentro de éstos una **modelización de compromiso** y más precisamente la técnica TOPSIS que selecciona aquella alternativa cuya distancia es la menor a la solución ideal y la mayor a la solución ideal-negativa, supondremos que el decisor dispone de información de tipo cardinal o ponderación lineal convexa w_j sobre los atributos, $w_j \geq 0$ y $\sum_j w_j = 1$. En nuestro caso supondremos el vector de ponderación: (0.15, 0.2, 0.2, 0.15, 0.1, 0.15, 0.05). Construimos la matriz de decisión normalizada ponderada, $v_{ij} = w_j r_{ij}$.

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
C_1	0.15	0.05	1/15	0	0	0.075	1/30
C_2	0.075	0.1	0	0.03	0.05	0.0375	0.05
C_3	0	0.2	0.1	0.15	0.1	0.1125	0
C_4	0.075	0.025	1/30	0.05	1/15	0.15	1/60
C_5	0.075	0	0.2	0.1	1/30	0	1/30

Determinamos la solución ideal A^+ y la solución ideal-negativa A^- :

$$v^+ = (\text{Máx}_i \{v_{ij}\}) = (0.15, 0.2, 0.2, 0.15, 0.1, 0.15, 0.05)$$

$$v^- = (\text{Min}_i \{v_{ij}\}) = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$$

Calculamos la medida de separación de cada alternativa C_i con la solución ideal S_{i+} y con la solución ideal negativa S_{i-} .

$$S_{i+} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad S_{i-} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

$$S_{1+} = .28050054499848, S_{1-} = .19021186988315$$

$$S_{2+} = .29185827039849, S_{2-} = .15143067720908$$

$$S_{3+} = .19080421903092, S_{3-} = .30847406698132$$

$$S_{4+} = .27613402579182, S_{4-} = .19257033312533$$

$$S_{5+} = .27449448496787, S_{5-} = .2405144947353$$

Calculamos la proximidad relativa del i -ésimo candidato a la solución ideal, $C(i)$, por la expresión $C(i) = S_{i-} / (S_{i+} + S_{i-})$. Así una alternativa es más próxima a la solución ideal cuanto más próximo a la unidad sea su $C(i)$. Obtenemos:

$$C(1) = .40409359062897, C(2) = .34160715719702$$

$$C(3) = .61783994141848, C(4) = .41085671481747$$

$$C(5) = .46701029343978$$

Así el orden de selección de los candidatos es en primer lugar el tercer candidato, en segundo lugar el quinto candidato, en tercer lugar el cuarto candidato, en cuarto lugar el primer candidato y en último lugar el segundo candidato.

Como conclusión hemos podido observar como una técnica de decisión multiatributo, cual es la técnica de ordenación de preferencias por similitud a la solución ideal desarrollada por Yoon y Hwang (1980) sirve como herramienta de ayuda en los procesos de evaluación educativa siempre que el decisor disponga de información de tipo cardinal sobre los atributos a través de los cuales valorará cada una de las posibles alternativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HWANG, C. L. & YOON, K. (1980): «Principles for Evaluation of Air-Conditioning System». A *Progress Report to U.S. Office of Energy from Industrial Engineering*. Kansas State University.
- YOON, K. (1980): «System Selection by Multiple Attribute Decision Making». *Ph. D. Dissertation*. Kansas State University.