REVISTA INVESTIGACION OPERACIONAL
https://doi.org/10.5281/zenodo.23302372 **VOL. 48, NO. 1, 21-27, 2027**

PRIORIZACIÓN DE INTERVENCIONES EN LA VINCULACIÓN UNIVERSIDAD-SOCIEDAD MEDIANTE UN MODELO ENTROPÍA-TOPSIS DE BRECHAS DE PERCEPCIÓN

Leili Genoveva Lopezdominguez Rivas[*,**1], Raúl Alfredo Sánchez Ancajima[*], Kelvin Howard Pizarro Romero[*,***], Sol David Lopezdominguez Rivas[**], Maikel Yelandi Leyva-Vázquez[****,*****,**]

*Universidad Nacional de Tumbes, Perú.
**Universidad de Guayaquil, Ecuador.
***Universidad Técnica de Machala, Ecuador.
****Universidad Bernardo O'Higgins, Santiago, Chile.
*****Universidad Bolivariana del Ecuador, Durán, Ecuador.

ABSTRACT

University-society engagement programs must allocate limited improvement resources among heterogeneous stakeholder groups and evaluation dimensions. This paper formulates that allocation as a multicriteria prioritization problem and solves it with an entropy-TOPSIS model applied to perception-gap data. Using aggregate profiles from stakeholder surveys at two Ecuadorian state universities (N = 295; students, teachers, and external beneficiaries; 15 Likert items in three validated dimensions), gaps to the scale maximum were computed for six actor-university units. Shannon entropy assigned objective weights (competencies 0.464; social impact 0.033; technological pertinence 0.503), revealing that social impact carries almost no discriminating information. TOPSIS produced a stable intervention ranking headed by external beneficiaries at Universidad de Guayaquil (closeness coefficient of 0.994). The ranking is identical under equal weights and under weighted-sum aggregation, with perfect rank concordance. The model provides engagement managers with a reproducible, data-driven priority map.

KEYWORDS: multicriteria decision analysis; objective weighting; ideal-solution ranking; higher education management; stakeholder evaluation.

MSC: 90B50, 91B06.

RESUMEN

Los programas de vinculación universidad-sociedad deben asignar recursos limitados de mejora entre grupos de actores y dimensiones heterogéneos. Este trabajo formula esa asignación como un problema de priorización multicriterio y lo resuelve con un modelo entropía-TOPSIS aplicado a brechas de percepción. A partir de perfiles agregados de encuestas en dos universidades estatales ecuatorianas (N = 295; estudiantes, docentes y beneficiarios externos; 15 ítems Likert en tres dimensiones validadas), se calcularon brechas respecto al máximo de la escala para seis unidades actor-universidad. La entropía de Shannon asignó pesos objetivos (competencias 0.464; impacto social 0.033; pertinencia tecnológica 0.503), revelando que el impacto social casi no aporta información discriminante. TOPSIS produjo un ranking estable encabezado por los beneficiarios externos de la Universidad de Guayaquil (coeficiente de cercanía de 0,994), invariante ante pesos iguales y ante suma ponderada, con concordancia perfecta de rangos. El modelo entrega a los gestores un mapa de prioridades reproducible y basado en datos.

PALABRAS CLAVE: análisis de decisión multicriterio; ponderación objetiva; ordenamiento por solución ideal; gestión de la educación superior; evaluación de actores.

1. INTRODUCCIÓN

La vinculación con la sociedad es una función sustantiva del sistema ecuatoriano de educación superior, con anclaje legal e institucional propio [1, 3, 11]. Su evaluación, sin embargo, suele detenerse en la descripción: se reportan medias

[1]Corresponding author: glopezdominguez@untumbes.edu.pe

de satisfacción por grupo de actores y por dimensión, sin un procedimiento formal que traduzca esas percepciones en decisiones de gestión. El problema práctico que enfrenta una dirección de vinculación no es describir las percepciones, sino decidir dónde intervenir primero cuando los recursos de mejora son limitados.

Este trabajo formula esa decisión como un problema clásico de investigación de operaciones: un conjunto finito de alternativas (unidades actor-universidad), un conjunto de criterios (dimensiones de percepción expresadas como brechas respecto a un nivel meta) y la necesidad de un ranking de prioridad defendible. Se resuelve con dos herramientas estándar y complementarias: la ponderación objetiva por entropía de Shannon [9], que asigna peso a cada criterio según su capacidad discriminante real, y TOPSIS [2, 4, 5], que ordena las alternativas por cercanía relativa a la solución ideal de intervención.

La contribución es doble. En lo aplicado, se entrega el primer ranking formal de prioridades de intervención para los programas de vinculación estudiados, con verificación de robustez. En lo metodológico, se documenta un procedimiento corto y reproducible —brechas, entropía, TOPSIS, sensibilidad— replicable por cualquier dirección de vinculación con sus propias encuestas, sin requerir juicios subjetivos de ponderación; esto resulta útil cuando no existe panel de expertos disponible o cuando se desea neutralidad frente a los grupos evaluados.

Los datos provienen de la investigación doctoral de la primera autora [6], que validó el instrumento y caracterizó los perfiles de percepción. Dos estudios complementarios de esa línea —la validación psicométrica del instrumento y una auditoría de simetría de percepciones entre instituciones— se encuentran en revisión en otras revistas y responden preguntas distintas; el presente artículo emplea la tesis únicamente como fuente de datos y de validación del instrumento, y aporta una capa nueva de decisión operacional —ponderación objetiva y ranking formal de intervención— que no aparece en la tesis ni en los manuscritos en revisión, con los que no comparte método ni resultados.

La tesis aporta, además, la caracterización multivariada que este artículo convierte en decisión: el análisis Biplot (51,8 % de la variabilidad en dos dimensiones) y el análisis de correspondencias múltiples revelaron perfiles de respuesta diferenciados por actor e institución, y el análisis de tres vías actor × universidad × dimensión mostró que las diferencias de percepción dependen simultáneamente de los tres factores [6]. Esa evidencia estructural justifica que la unidad de priorización sea la celda actor-universidad y motiva el paso del diagnóstico descriptivo a la asignación formal de prioridades que aquí se desarrolla.

2. DATOS

Se emplean los perfiles agregados de percepción de proyectos de vinculación ejecutados entre 2022 y 2024 en dos universidades estatales de Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil (UG) y ESPOL. Participaron N = 295 informantes: 181 estudiantes, 80 beneficiarios externos y 34 docentes, con submuestras de tamaño desigual entre grupos de actores. El instrumento, de 15 ítems Likert de cinco puntos, mide tres dimensiones validadas: competencias y aprendizaje (D1), impacto social (D2) y pertinencia y aplicación tecnológica (D3) [6]. La Tabla 1 presenta las medias por unidad actor-universidad.

El instrumento cuenta con validación psicométrica completa en la investigación doctoral de origen [6]. El análisis factorial exploratorio identificó una estructura tridimensional estable, que explica el 81,7 % de la varianza en beneficiarios y el 64,8 % en estudiantes, con confiabilidad excelente (alfa de Cronbach global de 0,94 en beneficiarios y 0,86 en estudiantes; omega total de 0,98). El análisis factorial confirmatorio, estimado por mínimos cuadrados ponderados diagonalizados (DWLS) para datos ordinales, corroboró dicha estructura con índices de ajuste óptimos (CFI = 1,000, RMSEA = 0,000 y SRMR = 0,048 en beneficiarios; CFI = 1,000, RMSEA = 0,000 y SRMR = 0,054 en estudiantes) y cargas factoriales significativas ($p < 0,001$) en la totalidad de los ítems. Estas propiedades garantizan que las brechas empleadas por el modelo se calculan sobre dimensiones medidas con validez y consistencia.

Unidad	D1 Competencias	D2 Impacto social	D3 Pertinencia tecnológica
Estudiantes-UG	4.05	3.98	3.98
Estudiantes-ESPOL	3.96	3.98	3.98
Docentes-UG	4.13	4.03	3.95
Docentes-ESPOL	4.15	3.94	4.11
Beneficiarios-UG	3.88	3.98	3.75
Beneficiarios-ESPOL	4.05	3.98	3.96

Tabla 1. Medias de percepción por unidad actor-universidad y dimensión (escala 1-5).

3. MODELO DE PRIORIZACIÓN

3.1 Matriz de brechas

Sea x_{ij} la percepción media de la unidad i (i = 1, ..., m; m = 6) en la dimensión j (j = 1, ..., n; n = 3). La brecha de mejora respecto al nivel meta (el máximo de la escala) se define como:

$$g_{ij} = 5 - x_{ij} \tag{1}$$

Trabajar con brechas convierte las tres dimensiones en criterios de beneficio para la priorización: a mayor brecha, mayor prioridad de intervención. El uso de medias de escalas Likert como aproximación de intervalo es práctica estándar en aplicaciones MCDM; adicionalmente, la verificación con agregación SAW sobre brechas normalizadas (Sección 3.4) actúa como chequeo robusto, y su concordancia perfecta con TOPSIS respalda la estabilidad ordinal del resultado.

3.2 Pesos objetivos por entropía

Con las proporciones p_{ij} y la constante k, la entropía del criterio j y su peso objetivo son:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^{m} p_{ij} \ln p_{ij}, \quad k = \frac{1}{\ln m}, \quad p_{ij} = \frac{g_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} g_{ij}} \tag{2}$$

$$w_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^{n} (1 - E_j)} \tag{3}$$

La entropía castiga a los criterios cuyas brechas son casi idénticas entre unidades (no ayudan a decidir) y premia a los que discriminan [7, 9, 13].

3.3 Ranking TOPSIS

Sobre la matriz de brechas normalizada y ponderada:

$$v_{ij} = w_j \frac{g_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} g_{ij}^2}} \tag{4}$$

se identifican la solución ideal A+ (máxima brecha ponderada por criterio, es decir, la unidad hipotética más urgente) y la anti-ideal A−. La prioridad de cada unidad es su coeficiente de cercanía:

$$C_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \tag{5}$$

con d+ y d− las distancias euclidianas de la unidad i a A+ y A−, respectivamente. $C_i \in [0,1]$ crece con la urgencia de intervención [5, 12].

3.4 Análisis de robustez

El ranking se recalcula bajo dos variantes: (i) pesos iguales (w_j = 1/3), para aislar el efecto de la entropía; y (ii) agregación por suma ponderada (SAW) sobre brechas normalizadas por el máximo, para aislar el efecto de la regla TOPSIS [8]. La concordancia entre rankings se evalúa con el coeficiente rho de Spearman.

4. RESULTADOS

4.1 Pesos de los criterios

Las entropías resultan E = (0.9974, 0.9998, 0.9972) y los pesos w = (0.464, 0.033, 0.503). El resultado es sustantivo: el impacto social (D2) casi no discrimina entre unidades —todos los grupos lo perciben de forma prácticamente idéntica (medias entre 3.94 y 4.03)— por lo que aporta apenas el 3.3% del peso decisorio. La decisión de dónde intervenir se juega en la pertinencia tecnológica (50.3%) y en las competencias (46.4%).

Unidad	g D1	g D2	g D3
Estudiantes-UG	0.95	1.02	1.02
Estudiantes-ESPOL	1.04	1.02	1.02
Docentes-UG	0.87	0.97	1.05
Docentes-ESPOL	0.85	1.06	0.89
Beneficiarios-UG	1.12	1.02	1.25
Beneficiarios-ESPOL	0.95	1.02	1.04
Peso w_j (entropía)	0.464	0.033	0.503

Tabla 2. Matriz de brechas y pesos por entropía.

4.2 Ranking de prioridad y robustez

La Tabla 3 y la Figura 1 presentan el ranking TOPSIS con pesos por entropía, junto a las variantes de robustez. Los beneficiarios externos de la UG encabezan la prioridad con un coeficiente prácticamente dominante (Ci = 0.994): concentran simultáneamente la mayor brecha de competencias (1.12) y la mayor brecha de pertinencia tecnológica (1.25) de todo el sistema. En el extremo opuesto, los docentes de ESPOL (Ci = 0.013) constituyen la unidad menos urgente. El orden completo es idéntico en las tres especificaciones (rho de Spearman = 1.0 en ambas comparaciones): la prioridad no depende ni de la regla de ponderación ni de la regla de agregación.

Rango	Unidad	Ci (entropía)	Ci (pesos iguales)	S (SAW)
1	Beneficiarios-UG	0.994	0.919	0.999
2	Estudiantes-ESPOL	0.486	0.500	0.873
3	Beneficiarios-ESPOL	0.400	0.405	0.844
4	Estudiantes-UG	0.364	0.373	0.836
5	Docentes-UG	0.335	0.316	0.813
6	Docentes-ESPOL	0.013	0.167	0.743

Tabla 3. Ranking de prioridad de intervención y análisis de robustez.

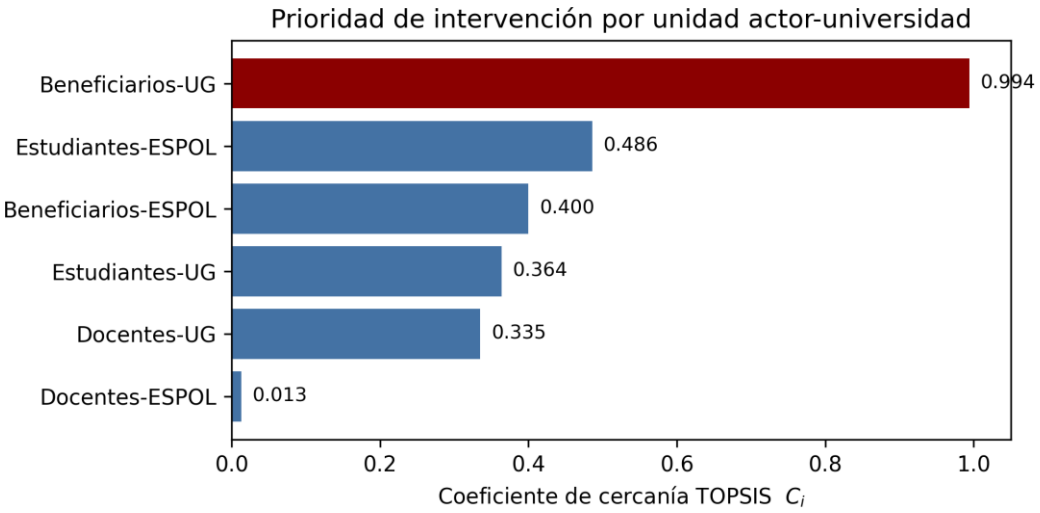


Figura 1. Coeficiente de cercanía TOPSIS por unidad actor-universidad (pesos por entropía).

4.3 Mapa de contribuciones por celda

La contribución ponderada de cada celda, $c_{ij} = w_j\, g_{ij}$, localiza el origen de la prioridad dentro de cada unidad (Figura 2); se trata de un mapa de brecha ponderada por criterio, no de una descomposición aditiva del coeficiente de cercanía, cuya construcción es no lineal. Para los beneficiarios de la UG, la pertinencia tecnológica aporta 0.629 y las competencias 0.519 de un total de 1.182: la intervención prioritaria es específica —relevancia tecnológica y transferencia de capacidades hacia los beneficiarios externos de la UG— y no un programa difuso de mejora general. Este resultado convierte el análisis descriptivo original en una instrucción operativa concreta.

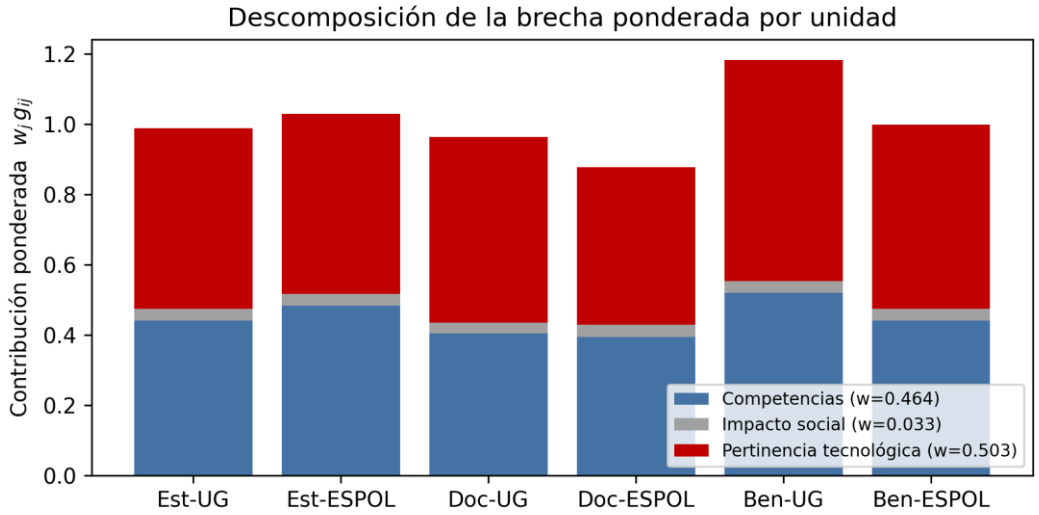


Figura 2. Descomposición de la brecha ponderada por unidad y dimensión.

5. DISCUSIÓN

Tres implicaciones de gestión se desprenden del modelo. Primera: la asimetría de prioridades es grande —el Ci del primer puesto multiplica por 75 al del último—, de modo que una asignación uniforme de recursos de mejora entre

grupos desperdiciaría la mayor parte de su efecto marginal. Segunda: el criterio dominante no fue elegido por nadie; emergió de los datos vía entropía, lo que blinda la decisión frente a la sospecha de sesgo institucional en la ponderación, un atributo valioso cuando la decisión afecta a grupos con intereses distintos. Tercera: la baja capacidad discriminante del impacto social no significa que sea irrelevante, sino que su percepción es uniformemente alta; es un logro consolidado del sistema, no un eje de decisión.

El ranking converge, además, con la evidencia multivariada independiente de la investigación doctoral de origen [6]: el análisis de tres vías identificó a los beneficiarios de la UG como el perfil con los promedios más bajos del sistema —3,75 en pertinencia tecnológica, con una brecha de 0,21 puntos frente a sus homólogos de ESPOL— y a los docentes de ESPOL como el perfil con las valoraciones más altas (4,15 en competencias y 4,11 en pertinencia). Que la priorización entropía-TOPSIS reproduzca exactamente esos extremos mediante un procedimiento formal distinto refuerza la validez convergente del resultado y posiciona al modelo como la capa de decisión natural sobre el diagnóstico multivariado de la tesis.

El modelo tiene límites que conviene explicitar. Opera sobre medias agregadas a dos decimales, no sobre microdatos, por lo que hereda la pérdida de información de toda agregación y no incorpora la incertidumbre muestral derivada de submuestras de tamaño desigual (entre 34 y 181 informantes por grupo de actor); la meta común (el máximo de la escala) es exigente y uniforme, y metas diferenciadas por dimensión alterarían las brechas aunque no necesariamente el orden, dada la robustez observada; y el ranking es una fotografía del período 2022-2024, no una trayectoria. Extensiones naturales incluyen ponderaciones híbridas entropía-experto, formulaciones con incertidumbre (intervalos o representaciones neutrosóficas de las percepciones [10]) y la incorporación de costos de intervención para pasar del ranking de urgencia a una cartera óptima de proyectos de mejora.

6. CONCLUSIONES

La combinación brechas-entropía-TOPSIS convierte un estudio de percepción de vinculación en una decisión operativa reproducible. En el caso analizado, el modelo identifica una prioridad dominante y robusta —los beneficiarios externos de la Universidad de Guayaquil, específicamente en pertinencia tecnológica y competencias— y una jerarquía completa insensible a la regla de ponderación y de agregación. El procedimiento no requiere paneles de expertos, se calcula con una hoja de datos agregados y es directamente transferible a cualquier institución que evalúe su vinculación con encuestas multidimensionales por grupos de actores.

AGRADECIMIENTOS. Los autores agradecen a las instituciones participantes y a los actores de los proyectos cuyas respuestas anonimizadas sustentaron el análisis. La matriz de datos agregados se reporta íntegramente en la Tabla 1 y las ecuaciones (1)-(5) permiten reproducir todos los cálculos; el script de verificación se entregará como material suplementario junto al manuscrito.

RECEIVED: MAY, 2026.
REVISED: AUGUST, 2026.

REFERENCIAS

[1]. ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR (2018): **Ley Orgánica de Educación Superior**. Registro Oficial, Quito.
[2]. BEHZADIAN, M., KHANMOHAMMADI OTAGHSARA, S., YAZDANI, M. y IGNATIUS, J. (2012): A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. **Expert Systems with Applications**, 39, 13051-13069.
[3]. CACES (2020): Educación Superior y Sociedad: Qué Pasa con la Vinculación. **Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior,** Quito.
[4]. DENG, H., YEH, C.H. y WILLIS, R.J. (2000): Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights**. Computers & Operations Research**, 27, 963-973.
[5]. HWANG, C.L. y YOON, K. (1981): **Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications.** Springer-Verlag, Berlin.
[6]. LOPEZDOMINGUEZ RIVAS, L.G. (2026): Evaluación de la percepción sobre la vinculación con la sociedad en las universidades estatales de Guayaquil, Ecuador**. Tesis doctoral**, Universidad Nacional de Tumbes, Perú.
[7]. LOTFI, F.H. y FALLAHNEJAD, R. (2010): Imprecise Shannon entropy and multi attribute decision making. **Entropy**, 12, 53-62.

[8]. OPRICOVIC, S. y TZENG, G.H. (2004): Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. **European Journal of Operational Research**, 156, 445-455.
[9]. SHANNON, C.E. (1948): A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, 27, 379-423.
[10]. SMARANDACHE, F. (1998): **Neutrosophy: Neutrosophic Probability, Set, and Logic**. American Research Press, Rehoboth.
[11]. VALLAEYS, F. (2014): La responsabilidad social universitaria: un nuevo modelo universitario contra la mercantilización. **Revista Iberoamericana de Educación Superior**, 5, 105-117.
[12]. ZELENY, M. (1982): Multiple Criteria Decision Making. McGraw-Hill, New York.
[13]. ZOU, Z.H., YUN, Y. y SUN, J.N. (2006): Entropy method for determination of weight of evaluating indicators in fuzzy synthetic evaluation for water quality assessment. **Journal of Environmental Sciences,** 18, 1020-1023.