

Evaluación de la eficiencia en educación superior mediante el análisis envolvente de datos: Un estudio cuantitativo

Autores: Escobar Toledo, Libardo*; Galvis Lista, Ernesto; Angulo Cuentas, Gerardo

Contacto: *iescobart@unimagdalena.edu.co

País: Colombia

Resumen

El artículo presenta la revisión cuantitativa de las publicaciones indexadas en la base de datos Scopus® relacionadas con el uso del análisis envolvente de datos (DEA) en la educación superior (ES). La metodología utilizada consta de dos etapas. La primera etapa busca identificar las publicaciones asociadas a la temática, donde luego de distintas iteraciones se percibió una ecuación de búsqueda con resultados coherentes al objeto de la revisión, obteniendo un total de 305 publicaciones. Los registros fueron sometidos al software de revisión sistemática de literatura "EPPI Reviewer©", software que ha sido utilizado para trabajos en la comunidad científica. El sometimiento de la información excluyó 16 publicaciones, agrupando los 289 restantes en tres grandes temas: Educación superior (ES), Análisis envolvente de datos (DEA) y Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI); luego, se realizó una agrupación por EPPI Reviewer© a un nivel mayor, registrando tres focos temáticos: DEA-ES, DEA-CTI, y DEA-CTI-ES. En la segunda etapa se lleva a cabo el análisis cuantitativo de las publicaciones seleccionadas y de los focos temáticos definidos. Primero se presenta el comportamiento de las publicaciones a través de los años, las fuentes de publicación con mayor número de publicaciones sobre el tema, el top de autores y el análisis de palabras clave del autor del total de publicaciones; también, se realiza el análisis por cada foco presentando el top de autores y el análisis de palabras clave propuestas por los autores. Los resultados muestran que la producción se encuentra en crecimiento y se concluye que el DEA es una herramienta objetiva para la evaluación del desempeño de la ES.

Palabras clave: análisis envolvente de datos; DEA; educación superior; ciencia, tecnología e innovación – CTI.

1. Introducción

La gestión de las instituciones de educación superior, constantemente se encuentran en evaluación en distintos aspectos. Esta evaluación, en algunas ocasiones, es realizada mediante el Análisis Envolvente de Datos (DEA), donde se han encontrado ejercicios aplicados a la gestión económica y financiera (Han, 2020; Tran et al., 2022), la gestión de la investigación (Ding et al., 2021; Jiang et al., 2020a), y a la gestión de la ciencia, la tecnología e innovación (Peng y Shenghan, 2021; Zhao et al., 2022). Es así como el DEA se convierte en una herramienta útil para evaluar el desempeño de las organizaciones o Unidades de Toma de decisiones (DMU).

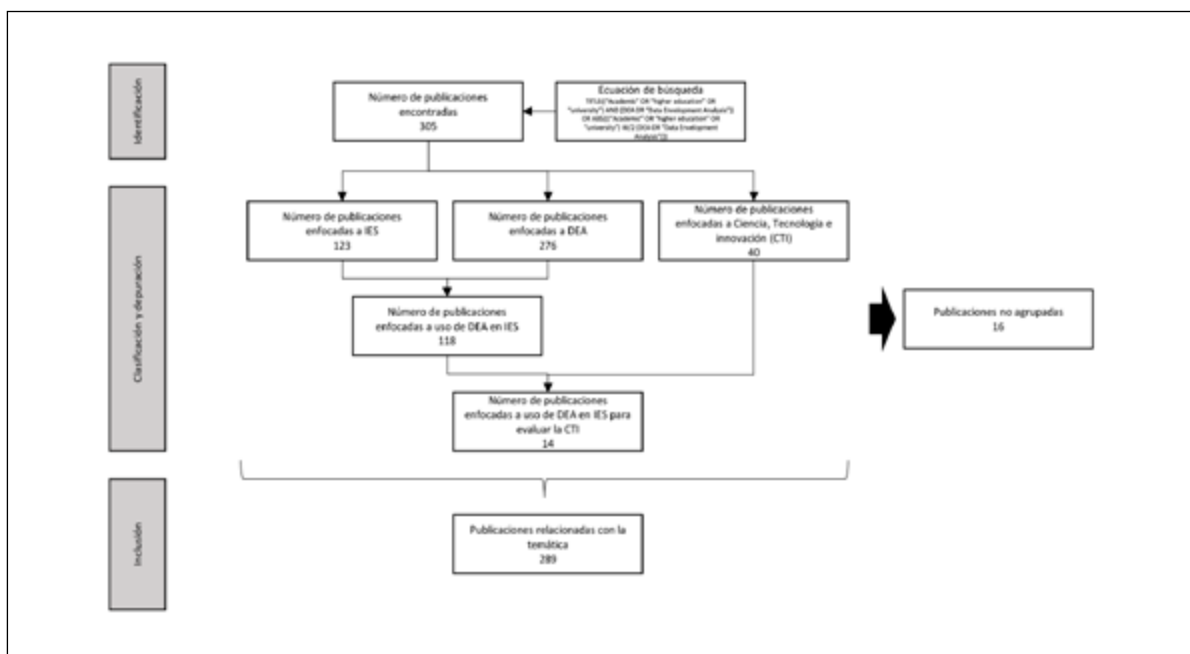
El Análisis Envolvente de Datos es una técnica matemática que considera distintos *inputs* y *outputs*, para determinar las eficiencias relativas en las organizaciones (Roy y Kulshrestha, 2020). La idea básica del DEA es determinar una frontera de mejores prácticas de Unidades de Toma de Decisiones eficientes que abarque todas las DMU ineficientes (Kohl et al., 2018). El DEA se genera mediante modelos de programación lineal, y permite la referenciación de DMU eficientes para las DMU ineficientes, evaluando unidades de medida heterogéneas, y proyecta el mejoramiento de las DMU ineficientes para alcanzar su eficiencia (Buitrago Suescú et al., 2017).

Este documento presenta un análisis cuantitativo sobre las publicaciones encontradas en la base de datos Scopus® mediante el uso de estrategias de búsqueda. El análisis cuantitativo que presenta el documento, se expone de manera escalonada, partiendo de un ámbito general y luego al análisis de las agrupaciones identificadas.

2. Metodología

La metodología utilizada para la revisión y análisis cuantitativo consta de dos etapas. La primera etapa se presenta en la Figura 1. Esta primera etapa busca identificar los registros asociados a la temática, donde luego de distintas iteraciones, se percibió una ecuación de búsqueda coherente con el objeto de la revisión obteniendo 305 registros. Estos registros fueron sometidos al software de revisión sistemática de literatura “EPPI Reviewer®”, software que ha sido utilizado para trabajos en la comunidad científica (Gelius et al., 2020) y ha sido evaluada y comparada por distintos autores, presentando un buen desempeño (Harrison et al., 2020; Tsou et al., 2020; van der Mierden et al., 2019). El sometimiento de la información se tradujo en la agrupación de tres grandes temas, como lo son: 1. Educación superior (123), 2. Análisis envolvente de datos (276) y 3. Ciencia, Tecnología e Innovación (40), donde la cantidad de publicaciones pertenecientes a alguno de estos tres agrupamientos es de 289, registrando así 16 publicaciones no pertenecientes a las agrupaciones anteriormente descritas. Luego del proceso de agrupamiento, se realizó agrupaciones a un nivel mayor, realizando el cruce de los grupos definidos, resultando de la agrupación del entre el tema 1 y 2 la cantidad de 118 registros, y de los tres temas un resultado de 14 registros.

FIGURA 1. Clasificación y selección de publicaciones



Fuente: Elaboración propia.

En la etapa dos se llevó a cabo el análisis cuantitativo, de las publicaciones seleccionadas, así como la de sus agrupaciones. Este análisis pretende mostrar el comportamiento de las publicaciones a través de los años, así como la revistas y las otras fuentes de publicación con mayor número de publicaciones sobre el

tema. Por otro lado, pretende presentar el top de autores desde todas las publicaciones, hasta el top de las agrupaciones, así como el análisis de palabras clave propuesto por los autores, mediante mapas de redes.

3. Resultados y discusión

Los resultados y la discusión se presentan en cuatro categorías, que van desde la vista general de todas las publicaciones, hasta el análisis de cada agrupación propuesta.

3.1. Análisis de las publicaciones generales

El primer análisis consta del comportamiento de las publicaciones a través de los años. Este comportamiento se presenta en la Figura 2. Se puede observar que el uso del análisis envolvente de datos inicia en el siglo XX, registrando la primera publicación en el año de 1988. En el siglo XX se presentaron 10 publicaciones, y vemos que las publicaciones han tenido un crecimiento, siendo el de mayor publicación, el año 2021, y presentando picos de publicaciones en el año 2017.

El crecimiento de las publicaciones también se puede asociar a las definidas en las agrupaciones del tema 1 y 2, y al comportamiento del tema 3.

FIGURA 2. Comportamiento de las publicaciones indexadas en Scopus



Fuente: Elaboración propia.

DEA-IES: Tema 1 y 2. DEA-STI: Tema 3. DEA-IES-STI: Tema 1, 2 y 3.

Por otro lado, la Tabla 1 presenta las principales fuentes de publicación de los registros indexados. Se destacan la revista *Scientometrics* y *Socio-Economic Planning Sciences*, como las revistas con mayor número de publicaciones, seguida por la revista *Education Economics* y *Journal of the Operational Research Society*. En cuanto a fuentes de publicación de registros distintos a los artículos se destaca la *ACM International Conference Proceeding Series*.

TABLA 1. Fuentes de publicación de los registros indexados

T O P	Artículos		No-Artículos	
	Revista	N o	Otras fuentes	No
1	Scientometrics	6	ACM International Conference Proceeding Series	6
2	Socio-Economic Planning Sciences	6	Journal of Physics: Conference Series	4
3	Education Economics	5	AIP Conference Proceedings	2
4	Journal of the Operational Research Society	5	Applications of Management Science	2
5	European Journal of Operational Research	4	International Series in Operations Research and Management Science	2
6	Sustainability (Switzerland)	4	Procedia Computer Science	2
7	Annals of Operations Research	3	Studies in Computational Intelligence	2
8	Benchmarking	3	2005 Proceedings - 11th ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design	1
9	Espacios	3	2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, ICIII 2009	1
10	Evaluation and Program Planning	3	2010 2nd IITA International Conference on Geoscience and Remote Sensing, IITA-GRS 2010	1
11	Journal of Informetrics	3	2011 2nd International Conference on Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce, AIMSEC 2011 - Proceedings	1
12	Journal of Management Science and Engineering	3	2011 IEEE 18th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, IE and EM 2011	1
13	Advanced Science Letters	2	2011 International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks, CECNet 2011 - Proceedings	1
14	Economics of Education Review	2	2017 8th International Conference on Information and Communication Systems, ICICS 2017	1
15	Egitim ve Bilim	2	23rd International Conference for Production Research, ICPR 2015	1

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a autores se refiere, en la Tabla 2 se presentan los de mayor número de publicaciones, además se puede encontrar el número de publicaciones que ha realizado el autor, así como la identificación del autor en la base de datos de Scopus®.

TABLA 2. Autores con mayor número de publicaciones

TOP	ID Scopus del autor	Nombre indexado	Publicaciones
1	14012840500	Johnes J.	8
2	15049226400	Agasisti T.	5
3	37060201100	Yang G.I.	5
4	55534309400	Abd Rahman R.	4
5	6603466555	Despotis D.K.	4
6	57193138567	Duan S.X.	4
7	16031294500	Goudarzi R.	4
8	56442735400	Kashim R.	4
9	36998384900	Kasim M.M.	4
10	7003947309	Aleskerov F.T.	3
11	57222725830	Angulo-Meza L.	3
12	55861727800	Belousova V.Y.	3
13	7401775408	Deng H.	3
14	56268035000	Dyson R.	3
15	16304102200	Lee B.L.	3

Fuente: Elaboración propia.

De este mapa de red se puede apreciar que el enfoque de la evaluación de la eficiencia va orientado no sólo a realizar comparaciones entre las organizaciones, sino también a la evaluación de actividades dentro de una organización, como la docencia e investigación, en los sectores de CTI y las ciencias humanas y sociales (Barra y Zotti, 2016). Por su parte, en la Tabla 4 se puede apreciar el listado de los autores con mayor número de publicaciones del foco, y en ella se destaca la presencia de Fuad T. Aleskerov y Veronika Yu Belousova, ambos con filiación a HSE University.

TABLA 4. Autores con mayor número de publicaciones del foco 2

TOP	ID del autor	Nombre indexado	Publicaciones
1	7003947309	Aleskerov F.T.	3
2	55861727800	Belousova V.Y.	3
3	55862160400	Abankina I.	2
4	57205132023	Abdullah D.	2
5	15049226400	Agasist T.	2
6	57225877912	Ahmed S.A.M.	2
7	55021699500	Chen Y.	2
8	57190126018	De La Torre E.M.	2
9	35069593000	Jani R.	2
10	57222719715	Noor N.F.M.	2
11	56878996400	Petrushchenko V.V.	2
12	56222453400	Sagarra M.	2
13	57188871604	Talib M.A.	2
14	55862027900	Zinkovsky K.	2
15	7103086740	Abbott M.	1

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Foco 3: El análisis envolvente de datos y la evaluación del desempeño de la Ciencia, Tecnología e Innovación en Instituciones de Educación Superior

El foco tres propuesto en el documento, destaca la relación de la agrupación de los tres grandes temas extraídos por EPPI Reviewer©. De la misma manera que los focos anteriores, el análisis se presenta en relación con el mapa de red de palabras clave de la Figura 6.

4. Conclusiones

La evaluación de las instituciones va orientada principalmente a la comparación en rankings nacionales e internacionales, sin embargo, muchos de estos se basan en puntajes agregados con base en pesos subjetivos y producen resultados pocos transparentes para los usuarios finales (González-Garay et al., 2019). Por otro lado, a los sistemas de evaluación y asignación se han introducido modelos de financiamiento basados en el desempeño y han hecho que las universidades construyan e implementen diferentes estrategias que les permita competir y ser viables en circunstancias cambiantes (Abankina et al., 2016).

Es por eso por lo que el análisis envolvente de datos es considerado una herramienta para la medición de eficiencias relativas, donde equilibran y miden a todas las instituciones bajo las mismas condiciones. Como se pudo observar en el desarrollo de la revisión cuantitativa, la generación de nuevo conocimiento relacionado al análisis envolvente de datos va en incremento en su utilidad para evaluar el desempeño de las instituciones de educación superior. El DEA es una herramienta evaluadora, transparente y objetiva que permite medir el desempeño de las instituciones de educación superior en temas económicos, financieros, investigativos, científicos, tecnológicos, innovadores, entre otros, además de que permite la evaluación comparativa entre distintas instituciones, como también la comparación del desempeño de distintas actividades dentro de la institución, como el caso de la docencia y la investigación.

El DEA se ha constituido como una herramienta para la medición de la eficiencia que, con la inclusión y colaboración con otras técnicas o modificaciones a los modelos originales, puede mejorar sus resultados, orientándose a la obtención del objetivo principal de la evaluación del desempeño.

Referencias bibliográficas

- Abankina, I., Aleskerov, F., Belousova, V., Gokhberg, L., Kiselgof, S., Petrushchenko, V., Shvydun, S. y Zinkovskiy, K. (2016). From equality to diversity: Classifying Russian universities in a performance oriented system. *Technological Forecasting and Social Change*, 103, 228–239. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.10.007>
- Abbott, M. y Doucouliagos, C. (2003). The efficiency of Australian universities: A data envelopment analysis. *Economics of Education Review*, 22(1), 89–97. [https://doi.org/10.1016/S0272-7757\(01\)00068-1](https://doi.org/10.1016/S0272-7757(01)00068-1)
- Altamirano-Corro, A. y Peniche-Vera, R. (2014). Measuring the institutional efficiency using dea and ahp: The case of a mexican university. *Journal of Applied Research and Technology*, 12(1), 63–71. [https://doi.org/10.1016/S1665-6423\(14\)71606-2](https://doi.org/10.1016/S1665-6423(14)71606-2)
- Barra, C. y Zotti, R. (2016). Measuring Efficiency in Higher Education: An Empirical Study Using a Bootstrapped Data Envelopment Analysis. *International Advances in Economic Research*, 22(1), 11–33. <https://doi.org/10.1007/s11294-015-9558-4>
- Buitrago Suescú, O. Y., Espitia Cubillos, A. A. y Molano García, L. (2017). Análisis envolvente de datos para la medición de la eficiencia en instituciones de educación superior: una revisión del estado del arte. *Revista Científica General José María Córdova*, 15(19), 147. <https://doi.org/10.21830/19006586.84>
- Ding, T., Yang, J., Wu, H., Wen, Y., Tan, C. y Liang, L. (2021). Research performance evaluation of Chinese university: A non-homogeneous network DEA approach. *Journal of Management Science and Engineering*, 6(4), 467–481. <https://doi.org/10.1016/j.jmse.2020.10.003>
- Gelius, P., Messing, S., Goodwin, L., Schow, D. y Abu-Omar, K. (2020). What are effective policies for promoting physical activity? A systematic review of reviews. *Preventive Medicine Reports*, 18. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2020.101095>

- González-Garay, A., Pozo, C., Galán-Martín, Á., Brechtelsbauer, C., Chachuat, B., Chadha, D., Hale, C., Hellgardt, K., Kogelbauer, A., Matar, O. K., Shah, N. y Guillén-Gosálbez, G. (2019). Assessing the performance of UK universities in the field of chemical engineering using data envelopment analysis. *Education for Chemical Engineers*, 29, 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2019.06.003>
- Han, J. (2020). Financial Performance Evaluation of Colleges and Universities Based on DEA Model and Balanced Scorecard Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1533(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1533/4/042047>
- Harrison, H., Griffin, S. J., Kuhn, I. y Usher-Smith, J. A. (2020). Software tools to support title and abstract screening for systematic reviews in healthcare: An evaluation. *BMC Medical Research Methodology*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12874-020-0897-3>
- Jiang, J., Lee, S. K. y Rah, M.-J. (2020a). Assessing the research efficiency of Chinese higher education institutions by data envelopment analysis. *Asia Pacific Education Review*, 21(3), 423–440. <https://doi.org/10.1007/s12564-020-09634-0>
- Jiang, J., Lee, S. K. y Rah, M.-J. (2020b). Assessing the research efficiency of Chinese higher education institutions by data envelopment analysis. *Asia Pacific Education Review*, 21(3), 423–440. <https://doi.org/10.1007/s12564-020-09634-0>
- Kohl, S., Schoenfelder, J., Fügenger, A. y Brunner, J. O. (2018). The use of Data Envelopment Analysis (DEA) in healthcare with a focus on hospitals. *Health Care Management Science*, 22(2), 245–286. <https://doi.org/10.1007/S10729-018-9436-8>
- Lee, B. L. y Worthington, A. C. (2016). A network DEA quantity and quality-orientated production model: An application to Australian university research services. *Omega (United Kingdom)*, 60, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.05.014>
- Munoz, D. A. (2016). Assessing the research efficiency of higher education institutions in Chile: A data envelopment analysis approach. *International Journal of Educational Management*, 30(6), 809–825. <https://doi.org/10.1108/IJEM-03-2015-0022>
- Peng, L. y Shenghan, G. (2021). Transformation efficiency analysis of scientific and technological achievements in universities based on DEA-BCC-Malmquist model. *ACM International Conference Proceeding Series*, 179–192. <https://doi.org/10.1145/3516529.3516562>
- Roy, S. S. y Kulshrestha, M. (2020). Efficiency measurement of indian railways-a dea based study. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(7), 3299–3304. <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/68872020>
- Salas-Velasco, M. (2020). The technical efficiency performance of the higher education systems based on data envelopment analysis with an illustration for the Spanish case. *Educational Research for Policy and Practice*, 19(2), 159–180. <https://doi.org/10.1007/s10671-019-09254-5>
- Tavares, R. S. y Meza, L. A. (2017). Use of data envelopment analysis for the evaluation of efficiency in undergraduate courses: A case study at a Brazilian higher education institution. *Espacios*, 38(20).
- Tavares, R. S. y Meza, L. A. (2021). Performance evaluation of undergraduate courses at a Brazilian Federal University. *Ensaio*, 29(110), 206–233. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362020002802223>
- Thanassoulis, E., Dey, P. K., Petridis, K., Goniadis, I. y Georgiou, A. C. (2017). Evaluating higher education teaching performance using combined analytic hierarchy process and data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 68(4), 431–445. <https://doi.org/10.1057/s41274-016-0165-4>

- Tran, T.-V., Pham, T. P., Nguyen, M.-H., Do, L.-T. y Pham, H.-H. (2022). Economic efficiency of higher education institutions in Vietnam between 2012 and 2016: a DEA analysis. *Journal of Applied Research in Higher Education*. <https://doi.org/10.1108/JARHE-06-2021-0238>
- Tsou, A. Y., Treadwell, J. R., Erinoff, E. y Schoelles, K. (2020). Machine learning for screening prioritization in systematic reviews: Comparative performance of Abstrackr and EPPI-Reviewer. *Systematic Reviews*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01324-7>
- van der Mierden, S., Tsaioun, K., Bleich, A. y Leenaars, C. H. C. (2019). Software tools for literature screening in systematic reviews in biomedical research. *Altex*, 36(3), 508–517. <https://doi.org/10.14573/AL-TEX.1902131>
- van Eck, N. J. y Waltman, L. (2009). VOSviewer: A computer program for bibliometric mapping. *12th International Conference on Scientometrics and Informetrics, ISSI 2009*, 886–897. http://issi-society.org/proceedings/issi_2009/ISSI2009-proc-vol2_Aug2009_batch2-paper-15.pdf
- van Eck, N. J. y Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Zhao, H.-H., Liu, Y., Li, J., Guo, X.-G. y Gui, H.-J. (2022). Chinese Provincial Difference in the Efficiency of Universities' Scientific and Technological Activities Based on DEA with Shared Input. *Mathematical Problems in Engineering*. <https://doi.org/10.1155/2022/8319498>