
Medición de la eficiencia en las Universidades. Una propuesta metodológica

Measurement of efficiency in universities. A methodological proposal

Victor Dante Ayaviri Nina

Postdoctorado en Ciencias Empresariales, Universidad de Valladolid, Doctor en Desarrollo Económico, Universidad Autónoma de Madrid, Docente Investigador Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.

dayaviri@unach.edu.ec

Gerardo Zamora Echenique

Doctor en Medio Ambiente y Recursos Naturales Universidad RWTH Aachen – Alemania. Miembro Red Latinoamericana de Economía Ambiental. Profesor invitado en las universidades de: Freiberg y TU Berlin – Alemania; Escuela Politécnica de Guayaquil (Ecuador); Pontificia Católica de Lima Perú; Nacional de Antofagasta (Chile). Profesor en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica de Oruro.

gerardozamoraechenique@yahoo.es

AYAVIRI Nina, Victor Dante - ZAMORA Echenique, Gerardo (2016). “Medición de la eficiencia en las Universidades. Una propuesta metodológica”. <i>Perspectivas</i> , Año 19 – N° 37 – mayo 2016. pp. 7-22. Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, Unidad Académica Regional Cochabamba. Clasificación JEL: D20, D29
--

RESUMEN

El presente trabajo plantea una metodología para la medición de la eficiencia en las Universidades. Para ello, se describe aspectos teóricos que permiten una comprensión de la complejidad del estudio de estas unidades productivas, este planteamiento a su vez, coadyuva en la formulación del modelo de medición que será aplicado. Por otra parte, se establece la función de producción propuesta inicialmente por Charnes, Cooper y Rhodes, conocida como el modelo CCR y el modelo BCC que tuvo su origen en el artículo de Banker, Charnes y Cooper, y consecuentemente su aplicación del Análisis Envolvente de Datos (DEA). La investigación, ofrece una evidencia empírica que demuestra una metodología en el sector de la educación superior y, desde el punto de vista metodológico, la introducción de restricciones técnico-productivas en el Análisis Envolvente de Datos ofrece una robustez sustancial del análisis y los resultados, y en consecuencia, permitirá incorporar y plantear criterios que contribuyan a la mejora de sus actuaciones en estas unidades productivas.

PALABRAS CLAVE: Eficiencia, Universidades públicas, Análisis Envolvente de Datos, modelos.

CLASIFICACIÓN JEL: D20, D29

ABSTRACT

This paper presents a methodology for measuring efficiency in Universities. To do this, theoretical aspects - which allow understanding the study complexity of these production units - are described; at the same time, this approach contributes to the formulation of the measurement model to be applied. Moreover, the production function originally proposed by Charnes, Cooper and Rhodes, known as the CCR model and BCC model - originated in the article Banker, Charnes and Cooper - is drawn up, consequently the application of Data Envelopment Analysis (DEA). The research provides empirical evidence that supports a methodology for higher education and, from a methodological point of view, the introduction of technical and production restrictions in Data Envelopment Analysis provides substantial robustness of analysis and results, and consequently, will allow incorporating and raise criteria to improving the performance in these productive units.

KEYWORDS: Efficiency, public universities, Data Envelopment Analysis, models.

JEL CLASSIFICATION: D20, D29

1. Introducción

En las últimas dos décadas, las universidades han experimentado transformaciones importantes, derivadas de los cambios producidos en el contexto internacional y en sus regiones. En este bagaje de factores que impulsaron dichos cambios, las presiones financieras sobre el sector público, por ejemplo en la búsqueda de la reducción del déficit, han producido una creciente preocupación por la medida de la eficiencia con la que desarrollan sus actividades estas organizaciones (Martin Rivero, 2007). Por otro lado, otros aspectos han generado un incremento de los estudios referentes a la eficiencia y a su evaluación en el ámbito del sector público, como las exigencias por parte de los usuarios para obtener mayores niveles de eficiencia, efectividad y calidad en la educación y, la presión social en relación a la contribución a través de investigaciones, innovaciones e involucramiento en los procesos de desarrollo de los países (Hernangómez et al, 2007). En general, el sistema universitario está experimentando profundos cambios frente a las exigencias de la población, y a medida de los ajustes y mejoras de sus intervenciones, están influyendo directamente en el desarrollo socioeconómico de un país y contribuyendo a la innovación, factor determinante del crecimiento económico (Rodríguez Vargas, 2005), en base a una gestión eficiente de sus procesos y resultados.

Así, el interés por la medición y la mejora de la eficiencia en las actuaciones de las Universidades cobra especial interés y relevancia. En el caso de las universidades públicas en los países de América Latina, éstas no están exentas de aquellas posturas, exigencias y necesidades de los cambios y adaptación a las nuevas tendencias de la educación superior a nivel mundial, que suponen importantes incrementos y exigencias en la búsqueda de la eficiencia y la calidad de los servicios ofertados.

Ante estas demandas, el sistema universitario público ha reaccionado adoptando nuevos esquemas organizativos y de gestión interna, y no así en una contextualización y adaptación a nuevos sistemas. La naturaleza de estos cambios en el entorno universitario, lleva a una reflexión y permite plantear que no es suficiente realizar un esfuerzo importante en el uso de los recursos y el desempeño de las funciones tradicionales, sino que, deben realizar ajustes profundos en la estructura organizativa, académica y sus actuaciones e interacciones con la población.

En este contexto, el presente trabajo, plantea una metodología para determinar la eficiencia en las Universidades del contexto latinoamericano. Un punto de

partida es la asignación de los recursos destinados a la educación superior, cómo éste puede ser mejorado en los aspectos concernientes a la eficiencia y el uso de los mismos. Y, cómo coadyuvaría en la incorporación de medidas correctoras en la asignación presupuestaria y gestión.

2. El estudio de la eficiencia en las universidades

Las Universidades son organizaciones para las que es interesante plantearse la cuestión sobre qué inputs utiliza y en qué outputs los transforma en su proceso productivo. Tal y como se recoge en las principales investigaciones económicas sobre funciones de producción en el campo de la educación superior, asumimos que la Universidad tiene como objetivos fundamentales, tanto la docencia como la investigación, con ciertas características de intangibilidad (Mancebón y Muñiz, 2003). Por tanto, la Universidad moderna se caracteriza por su dedicación a la investigación, seguida por la formación de profesionales a nivel de pregrado y postgrado. La investigación no es simplemente una actividad entre otras muchas que se puede escoger o no; al contrario, la investigación y la formación investigadora constituyen cada vez más el sector principal de la Universidad (Parsons y Platt, 1999). La función investigadora ha llegado a convertirse en el sello de la universidad: aquello que la diferencia de otras instituciones que imparten una educación postsecundaria (Blume, 2008). Así, la Universidad es considerada por autores como Wolfle (1992) el hogar o el lugar donde se genera ciencia.

Por otra parte, las Universidades se constituyen y siempre lo fueron, instituciones de formación superior, formadores de recursos humanos en las distintas especialidades, sean técnicas, sociales, humanistas y técnicas; son las Universidades en definitiva, quienes se encargan de los procesos formativos y capacitación de cuadros, que luego, actuarán en el mercado laboral. En esa línea, se identifican la formación de postgraduados, donde el profesional recibe entrenamiento según sea su especialidad. Consecuentemente, se distinguen también el trabajo que realizan con la sociedad, bajo el denominativo de la vinculación Universidad-población, o en el nuevo concepto de Universidad-Empresa. Estas áreas de intervención y otras, otorgan a las Universidades un papel importante frente a la sociedad y población en su conjunto. Conocer eficiencia de sus actuaciones, puede otorgar un referente en términos de inversiones y resultados que obtienen el conjunto de Universidades en América Latina.

En las últimas décadas, investigadores de la Economía de la Educación han considerado relevante evaluar la eficiencia en las Educación Superior, especialmente por la necesidad de rendir cuentas a la sociedad sobre el empleo de los recursos públicos, así como de mejorar a nivel institucional en un entorno altamente competitivo a nivel internacional (Fernández, et al. 2009) . En este sentido son numerosos los trabajos realizados en este tema, las investigaciones realizadas sobre la medida de la eficiencia en las Universidades de un país concreto han sido bastante prolíficas y no precisamente en América Latina, sino que fueron desarrollados en los países desarrollados. Tal es el caso de Estados Unidos (Ahn, Charnes, y Cooper, 1988; Breu y Raab, 1994; Colbert et al., 2000; Sav, 2012), Canadá (Mcmillan y Datta, 1998), Australia (Avkiran, 2001; Abbot y Doucouliagos, 2003; Carrington, Coelli y Rao, 2005; Lee, 2011), Alemania (Warning, 2004; Kempkes y Pohl, 2010), Reino Unido (Athanasopoulos y Shale, 1997; Flegg et al., 2004; Johnes, 2006 y 2008; Thanassoulis et al., 2011), Italia (Agasisti y Salerno, 2007; Agasisti y Dal Bianco, 2006 y 2009) y China (NG y Li, 2009; Johnes y Yu, 2008). Por último, Wolszczak-Derlacz y Parteka (2011) realizan un análisis de eficiencia cross-country en universidades de siete países europeos. el análisis de la eficiencia universitaria a nivel institucional ha sido escaso, destacando los trabajos de Duch (2006) y Parellada y Duch (2006), que analizan las 47 universidades públicas presenciales con datos del curso académico 2002/03; Hernangómez et al. (2007), que comparan la eficiencia de las cuatro universidades públicas de Castilla y León, España; Duch-Brown y Vilalta (2010), que evalúa en 46 universidades públicas; Gómez-Sancho y Mancebón (2012), que estudian la eficiencia de 47 universidades públicas en el año 2000; Fernández-Santos et al. (2013), que evalúan la eficiencia de 39 universidades públicas españolas y, finalmente, Agasisti y Pérez-Esparrells (2010), que realizan un análisis cross-country donde comparan la eficiencia de 60 universidades italianas y 47 españolas.

Así también se puede distinguir otros trabajos como de Warning (2004) que estudia 73 universidades alemanas en el año 1998, del mismo modo, Kempkes y Pohl (2010) analizan 72 universidades públicas alemanas durante el periodo 1998-2003, llegando a la conclusión de que aquellas universidades localizadas en regiones económicamente más prósperas, es decir, con mayor “PIB per cápita regional”, se benefician de los efectos positivos que conlleva esa situación. También se destaca el trabajo de Wolszczak-Derlacz y Parteka (2011) realizan el análisis DEA en dos etapas desarrollado por Simar y Wilson (2007) citado en (Fernández et al. 2009).

En este contexto, es pertinente plantear un modelo de medición de la eficiencia en las Universidades, considerando que no se realizaron trabajos anteriores en este ámbito y en especial, para el caso de los países de América Latina; si se parte del concepto de la homogeneidad en los servicios ofertados y el contexto, el modelo a desarrollar debe incorporar elementos o variables similares con las que han desarrollado las investigaciones citadas anteriormente.

3. Medición de la eficiencia

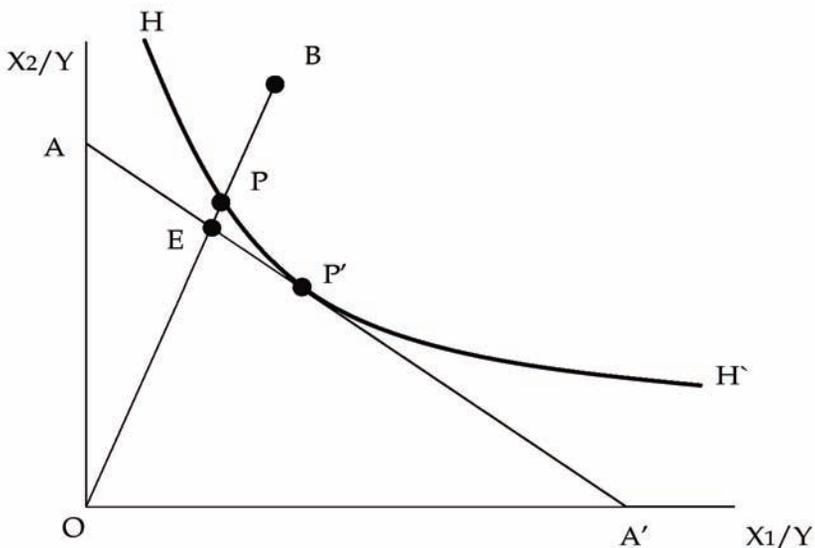
El concepto de eficiencia utilizado en las ciencias económicas y empresariales, es el óptimo paretiano; es decir, una asignación es eficiente, en el sentido de Pareto, cuando no es posible reasignar los recursos existentes de tal forma que algún individuo mejore sin que otro empeore. Esto se cumple cuando se garantizan las condiciones de la eficiencia en la producción, en el intercambio y la eficiencia global (Ruiz, 2009). Así, la eficiencia en la producción exige una igualdad en las relaciones marginales de sustitución entre inputs para todos los bienes producidos.

La medición de la eficiencia, es desarrollada por Farrell (1957) como una primera experiencia y su establecimiento y diversificación a otros ámbitos, partieron del trabajo de dicho autor; el modelo es desarrollado en base a los trabajos preliminares de Koopmans (1951) y Debreu (1951) que introducen una medida de eficiencia en el ámbito empresarial. De esta forma, la eficiencia tiene dos vertientes, técnica y asignativa, la combinación de ambas nos proporciona una medida sobre la eficiencia económica global (Ayaviri, 2007).

a) Eficiencia técnica. En su medición, se identifican dos enfoques, eficiencia técnica con orientación input y eficiencia técnica con orientación al output. En la primera, implica la obtención de una cantidad dada de output o producto, utilizando una mínima cantidad de inputs o recursos técnicamente necesaria. Farrell (1957) ejemplifica de esta forma, una empresa utiliza 2 inputs (X_1 y X_2) para la producción de un output (Y), bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala¹ y con el conocimiento de la función de producción (Coelli, 1996; Coelli, Prasada y Battese, 1999). Gráficamente, la isocuanta, representada por HH' muestra las cantidades de los inputs X_1 y X_2 necesarias para proporcionar una unidad de output Y (gráfico 1).

1. Los rendimientos constantes a escala permiten representar usando una sola isocuanta.

Gráfico 1
Eficiencia técnica y asignativa. Orientación input.



Fuente: Elaboración propia

Todos los puntos por encima de HH' emplean una cantidad mayor de inputs a la necesaria y por lo tanto serían técnicamente ineficientes. Ahora bien, si una empresa utiliza una cantidad de inputs X_1 y X_2 para producir una unidad de output Y , definida por el punto B , la ineficiencia técnica es representada por la distancia BP , que a su vez es la cantidad en que todos los inputs podrían ser proporcionalmente reducidos sin implicar una disminución del output producido, lo señalado, se expresa normalmente por la ratio PB/OB ; y la eficiencia técnica vendría representada por OP/OB .

b) Eficiencia asignativa. La eficiencia asignativa es cuando una unidad productiva minimiza el costo de los bienes y servicios que oferta (orientación input), también se refiere, cuando el volumen de gasto, maximiza el valor de los bienes y servicios que ofrece (orientación output). Por tanto, la eficiencia asignativa implica ser eficiente técnicamente sino que, además, se utiliza la combinación de inputs que implica un menor costo, dados los precios de los inputs (Farrell, 1957). De esta forma, se define la eficiencia asignativa a través

de las dos orientaciones descritas, eficiencia asignativa con orientación input y eficiencia asignativa con orientación output.

La eficiencia asignativa con orientación input implica que el costo del nivel dado de output sea mínimo mediante la combinación de inputs, que no puede ser sustituido un input por otro sin que afecte en el incremento del costo (Coelli, 1996). En el gráfico 1, se puede observar la isocoste AA' y todos los puntos en dicha línea representan las diferentes combinaciones de los inputs X1 y X2 que implican un mismo costo. La eficiencia asignativa, en el caso de una unidad productiva que opera en el punto B, es dada por la ratio: Eficiencia asignativa = OE/OP, y la distancia EP representa la reducción de costos en la producción, para que la unidad productiva sea asignativamente (y técnicamente) eficiente debiendo situarse para ello en el punto P'. Así, la eficiencia asignativa con orientación input, al igual que la eficiencia técnica, toma un valor entre 0 y 1, proporcionando así un indicador del grado de ineficiencia asignativa de la unidad analizada. El valor 1 indica que la unidad es asignativamente (y técnicamente) eficiente. Así, el punto P' es asignativamente (y técnicamente) eficiente porque no sólo descansa sobre la isocuanta HH', sino que produce un output al menor costo.

La eficiencia asignativa con orientación output, implica obtener un máximo de producción, manteniendo el costo, a través del reajuste de los factores de producción según los costos empleados (Färe, Grosskopf y Lovell, 1994; Coelli, 1996; Coelli, Prasada y Battese, 1999).

Tal como se describió anteriormente, las investigaciones sobre la medición de la eficiencia en el ámbito de la educación son pocos, la mayoría han sido llevados a cabo en países desarrollados, Estados Unidos (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978), en el Reino Unido (Beasley, 1990; Athanassopoulos y Shale, 1997; Johnes y Johnes, 1995) y recientemente en Australia (Madden y Savage, 1997; Abbott y Doucouliagos, 2003). En otros países, como España, los estudios en el sector educativo es relativamente reciente (García Valderrama, 1996; Caballero et al, 1997; González, Lafuente y Mato, 1999; Trillo, 2000), similar situación ocurre en América Latina, (Martínez, 2003; Mancebón, 1996, Ayaviri, 2011).

Para la medición de la eficiencia en las Universidades, la más aconsejable es la dimensión de la eficiencia técnica, puesto que la eficiencia asignativa, precisa de información sobre los precios de los factores, generalmente no está disponible en el ámbito educativo público (Pedraja, Salinas y Suárez, 2001),

que indica el grado de aprovechamiento técnico de los recursos puestos al servicio de la producción educativa.

4. Metodología de medición

Una vez expuesto el concepto de eficiencia y al que se orienta el trabajo, el siguiente paso es seleccionar un método que permita medir y conocer el grado de eficiencia con la que están actuando las Universidades. Cuando hacemos referencia a la eficiencia técnica se debe tener en cuenta su relación con la función de producción, esta función se constituye en el referente básico de todas las estimaciones. Por otra parte, cuando se pretende medir o evaluar la eficiencia de un conjunto de unidades, lo más común es disponer de datos que representan los inputs y los outputs implicados en el proceso productivo, desconociendo en algunos casos, la relación técnica subyacente que los vincula. Por tanto, el primer paso para desarrollar un trabajo de medición de la eficiencia es construir empíricamente una función de producción representativa de las mejores prácticas productivas obtenidas en la muestra (Athanassopoulos y Shale, 1997), esta afirmación también lo hace (Coelli, 1996), que constituye la base para la medición de la eficiencia técnica de un conjunto de unidades productivas.

La literatura económica presenta varias metodologías que permiten evaluar la eficiencia de las unidades que gestionan recursos. Las diferencias entre esas metodologías se encuentran en la técnica de estimación utilizada, como ser la estimación econométrica por un lado, el análisis de programación matemática, el carácter paramétrico y el carácter determinista o estocástico del mismo (según identifiquen toda la desviación como ineficiencia o no) (Pedraja, Salinas y Suárez, 2001). En general, los métodos paramétricos utilizan técnicas de estimación econométrica; en cambio, los no paramétricos aplican análisis de programación matemática. Estas metodologías agrupan dos categorías: la aproximación frontera y la aproximación no frontera, ver el siguiente cuadro:

Cuadro 1
Aproximaciones frontera y no frontera

Aproximaciones no frontera	No paramétrico	Análisis Cluster	
	Paramétrico	Estudios econométricos (Cobb-Douglas)	
Aproximaciones frontera	Paramétrico	Deterministas	programación matemática (Aigner y Chu, 1968)
			Estadísticos (Afriat, 1972)
		Estocásticos	Programación matemática (Tintner, 1960)
			Estadísticos (Aigner, Lovell y Schmidt, 1977)
	No paramétrico	Deterministas	FDH (Deprins, Simar y Tulkens, 1984)
			DEA (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978)
Estocásticos	DEA (Sengupta, 1990)		

Fuente: Elaboración propia con base a (Pedraja et. Al, 2001)

En la aproximación frontera de carácter no paramétrico, se encuentran dos metodologías deterministas: el Free Disposal Hull (FDH) y el Data Envelopment Analysis (DEA). El inconveniente de la metodología FDH es su extrema sensibilidad al número de dimensiones consideradas en el análisis, al aumentar el número de inputs u outputs, se atrofia o existe la posibilidad de que una unidad sea dominada por otra, así incrementa la probabilidad de ser eficiente.

La aproximación frontera de orden no paramétrico DEA, es la metodología más utilizada en los estudios aplicados para medir la eficiencia (Lovell y Muñiz, 2003). Ésta es una técnica no estadística basada en la programación lineal que constituye una herramienta muy útil en la valoración de la eficiencia técnica. Las características del DEA y las peculiaridades de las Universidades públicas, la convierten en la técnica más apropiada para llevar a cabo una evaluación y medición de la eficiencia técnica.

En la metodología DEA podemos encontrar una amplia gama de modelos, la elección del más conveniente dependerá de su adaptación a las características de nuestro objeto de análisis. En este trabajo tan solo utilizamos el método con rendimientos de escala constantes, el CCR cuyo autor es Charnes, Cooper y Rhodes (1978), y el de rendimientos variables conocido como BCC que tuvo su origen en el artículo de Banker, Charnes y Cooper (1984).

Cuadro 2
Modelo BCC y CCR

BCC-O	CCR-O
$Max .z_o = \phi + \left(\varepsilon \sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^- \right)$	$Max .g_k = \phi \left(\varepsilon \sum_{r=1}^s s_r^+ + \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- \right)$
$s.a.$ $\sum_{j=1}^k \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{io}$ $\sum_j \lambda_j Y_{rj} - \phi y_{rk} - s_r^+ = 0$ $\sum_j \lambda_j = 1$ $\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0$	$s.a.$ $\sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{ik}$ $\sum_j \lambda_j y_{rj} - \phi y_{rk} - s_r^+$ $\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0$

Fuente: Elaboración propia con base a (Pedraja et. Al, 2001)

El periodo de análisis puede ser una serie de tiempo o bien, durante los últimos 4 años. La medición de la eficiencia de las DMUs, se debe realizar utilizando el FRONTIER Analyst, y la estimación a través del STATA y R.

5. Función de producción

El DEA tiene como objetivo medir la eficiencia de una unidad productiva (DMU). La particularidad del DEA sobre cualquier otra ratio de eficiencia, radica en que los pesos asignados vienen determinados por la resolución del modelo. Una cuestión importante, es cuando nos encontramos con múltiples inputs y varios outputs, se debe considerar la propuesta de Charnes, Cooper y Rhodes (1978), mas conocida como el modelo CCR.

Por ejemplo, si consideramos la evaluación de n Universidades (DMUs) que utilizan m inputs para la producción de s outputs y a su vez, cada DMUj que caracterizarse por un vector de inputs $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})$, para $j = 1, \dots, n$ y un vector de outputs $Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})$, para $j = 1, \dots, n$. Así, para DMU1 tendríamos: $X_1 = (X_{11}, X_{21}, X_{31}, \dots, X_{m1})$ y $Y_1 = (Y_{11}, Y_{21}, Y_{31}, \dots, Y_{S1})$. Y, para DMU2: $X_2 = (X_{12}, X_{22}, X_{32}, \dots, X_{m2})$ y $Y_2 = (Y_{12}, Y_{22}, Y_{32}, \dots, Y_{S2})$ y para DMUn: $X_n = (X_{1n}, X_{2n}, X_{3n}, \dots, X_{mn})$ y $Y_n = (Y_{1n}, Y_{2n}, Y_{3n}, \dots, Y_{Sn})$.

Así también, se puede evaluar con orientación input u output. Sin embargo,

se aconseja su medición bajo orientación output, porque permite medir los resultados en base los recursos utilizados. En este caso, cuando intervienen dos inputs y tres outputs o más, se aplica el modelo planteado por (Banker, Charnes y Cooper, 1984) que asume la hipótesis de rendimientos variables a escala. La eficiencia de la DMU será la siguiente:

$$\begin{aligned} & \text{Min } u_1j + u_2u_{2j} - u_0 \\ & \text{s. a. } v_1y_{1j} + v_2y_{2j} + v_3y_{3j} = 1 \end{aligned}$$

En caso,

$$\begin{aligned} u_1x_{1k} + u_2y_{2k} - v_1y_{1k} - v_2y_{2k} - v_3y_{3k} - u_0 &\geq 0 \quad k = 1, 2, \dots, n \\ u_1, u_2, v_1, v_2, v_3 &\geq \omega > 0 \end{aligned}$$

Si la función objetivo es igual a 1 con multiplicadores positivos, entonces la DMU será eficiente, caso contrario será ineficiente. Este modelo debe ser considerado bajo rendimientos variables a escala y en consecuencia, se obtendrá una eficiencia técnica. En caso de que sea restringido a cero, entonces el modelo responde a rendimientos a escala constantes.

Si consideramos una solución envolvente, entonces tendremos:

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{\phi, \lambda_i, s_r^+, s_l^-} g_j = \phi_j + \left(\varepsilon \sum_{r=1}^n s_r^+ + \varepsilon \sum_{l=1}^n s_l^- \right) \\ & \text{s. a. } \sum_{l=1}^n \lambda_l x_{lj} + s_l^- = x_{lj}, \quad \sum_{r=1}^n \lambda_r y_{rj} - s_r^+ = \phi_k y_{rj}, \quad \sum_{l=1}^n \lambda_l = 1, \quad \lambda_l, s_r^+, s_l^- \geq 0 \end{aligned}$$

Para cada DMU el índice de eficiencia se refleja en ϕ_j , en tanto que las unidades referenciales de la misma frontera (i tales que $\lambda_i \neq 0$), y si estas presentan holguras en alguna de las restricciones. En el modelo, cada DMU es eficiente cuando $\phi_j = 1$, y las holguras tendrán un valor 0.

De acuerdo al planteamiento, el objetivo es vincular la política financiera de una Universidad pública con la eficiencia, revisando los mecanismos de asignación de recursos del Estado que permita mejorar su eficiencia estas DMUs.; de esta forma, puedan diseñar y ejecutar políticas que supongan una mejora de la eficiencia en la provisión de los servicios, administrativo, docente

e investigación. Lo inputs y outputs para el análisis, se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 3
Input y output de la función de producción en la Educación Superior

INPUT	OUTPUT
Recursos asignados DMU	Nº de graduados (pregrado)
Nº de Docentes (tiempo completo)	Nº de investigaciones producidas - Publicación en revistas - Libros publicados
Nº de Docentes (total)	Participación académica en eventos científicos - Congresos y encuentros nacionales. - Congresos, encuentros internacionales.
Nº de Docentes por facultad	Producción científica y percepción - libros en su especialidad - % con buena valoración encuesta

Fuente: Elaboración propia

En caso de incluir otros inputs y outputs formulados, estos deben ser sujetos de comprobación a través de un modelo econométrico, para determinar el grado y nivel de correlación existente entre una variable dependiente e independiente. En el caso, del presente, en un ejercicio realizado por los autores, éstas se relacionan entre sí, y el modelo responde a los requerimientos y es robusto.

En la procura de medir la eficiencia en el ámbito de la Educación Superior, existen algunas dificultades, Según Gómez (2010) por ejemplo no existe posibilidad de medir el aprendizaje debido a la complejidad del mismo y se opta por medidas de enseñanza impartida como pueden ser las horas o créditos, otro problema generalizado es la dificultad de disponer de datos o de disponerlos desagregados adecuadamente, y por último, y no menos grave, el hecho de que los aspectos cualitativos, son cruciales en este tipo de educación. Estas dificultades y otras aquí no señaladas pueden explicar, en parte, el que en los estudios sobre el tema nos encontremos que las mismas medidas sean empleadas por algunos autores como inputs o como outputs, podemos señalar la matriculación de estudiantes y las ayudas concedidas a la investigación como generadoras de un amplio debate acerca de su inclusión como inputs o como outputs. Ver siguiente cuadro:

Cuadro 4
Identificación de inputs y de outputs

ORIENTACION	TANGIBLES	INTANGIBLES
INPUTS	Nuevos estudiantes matriculados	Calidad y diversidad de los alumnos matriculados
	Tiempo y esfuerzo del profesorado	Calidad del esfuerzo del Profesorado
	Tiempo y esfuerzo de los estudiantes	Calidad del esfuerzo de los estudiantes
	Tiempo y esfuerzo de la dirección	Calidad del esfuerzo de la dirección
	Edificios y equipamientos	Calidad, antigüedad y estilo de los edificios/equipamiento
	Adquisiciones y fondo bibliográfico	Calidad del fondo bibliográfico y de las adquisiciones
	Dotación de activos	
OUTPUTS	Matriculas de los estudiantes en cursos	Calidad de la educación obtenida
	Titulaciones otorgadas	Calidad de la educación obtenida
	Investigaciones realizadas, artículos y citas	Calidad de la investigación realizada (también cantidad)
	Servicios prestados al público en general	Reputación
		Fama

Fuente: Hopking (1990), Hopking et al. (1981), Gómez, (2010).

Habría que añadir, que dependiendo del nivel de análisis escogido los problemas difieren, ya sea el comparar instituciones, centros, departamentos o individuos. En los estudios en los que las unidades objeto de análisis son las universidades podemos observar que los autores desisten en sus trabajos de analizar la parte de servicios comunes o públicos, y que en muchos de ellos los propios autores reconocen su insatisfacción con las medidas de investigación tomadas. En cambio, en aquellos estudios en los que la unidad objeto de análisis es el departamento, el problema aparece al valorarse tan solo la investigación dejando de lado consideraciones de enseñanza y de su mutua interrelación, (Gómez, 2010).

Conclusiones

- El planteamiento metodológico obedece a la teoría expuesta para la evaluación o medición de la eficiencia en las Universidades públicas, en este caso, se expone una metodología para la medición de las Universidades en América Latina, que puede ser aplicado al conjunto de Universidades públicas de un país. Si bien, los modelos se aplican en los países desarrollados, los inputs y outputs no deberían ser diferentes, pero es importante considerar los contextos y las particularidades propias de estas unidades productivas en otro continente.

- La metodología más utilizada en los estudios aplicados para medir la eficiencia es la aproximación frontera de carácter no paramétrico DEA; es ésta que se ajusta a las necesidades y características del estudio en cuestión, maximizando los resultados en cada unidad productiva.
- El proceso productivo de las Universidades es un proceso de producción conjunto, en el que los recursos (humanos, financieros, logísticos) constituyen los inputs y outputs fundamentales. Los resultados presupuestos, evidenciarían la existencia de unas potenciales economías de alcance en la producción conjunta estas unidades. Por otra parte, las estimaciones revelarían la existencia de sinergias como resultado de la producción conjunta de estos los outputs.
- La estimación de los índices de eficiencia técnica será válido, en tanto y en cuanto reflejen las eficiencias e ineficiencias de cada unidad productiva, en base a ello, se deben realizar el análisis de índices de similitud entre las variables consideradas como input y output.

Referencias bibliográficas

- Abbott, M. y Doucouliagos, C. (2003): *The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis*, Economics of Education Review, nº 22, pp. 89-97.
- Athanassopoulos, A. y Shale, E. (1997): *Assessing the comparative efficiency of higher education institutions ion the UK by means of Data Envelopment Analysis*, Education Economics, vol. 5, issue 2, pp. 117-134.
- Ayaviri, D. (2007): *Las ONGs y el Desarrollo: acción, impacto y eficiencia en Bolivia*. Universidad Autónoma de Madrid, España.
- Ayaviri, D. (2011). *Medición de la Eficiencia en los Municipios de Bolivia*. V Congreso de Eficiencia y Productividad EFIUCO, Universidad de Córdoba, España.
- Banker, R.D.; Charnes, A. y Cooper, W.W. (1984), *Some models for estimating technical and scale inefficiencies in DEA*. Management Science, 30, nº. 9, 1078-1092.
- Beasley, J. E. (1990): *Comparing University Departments*, OMEGA, vol.18, nº 2, pp. 171-183, Great Britain.
- Caballero, R.; Galache, T.; Gómez, T. y Torrico, A. (1997): *Eficiencia vía*

- DEA de las unidades docentes de la Universidad de Málaga*, VI Jornadas AEDE, Vigo.
- Charnes, A.; Cooper, W. y Rhodes, E. (1978): *Measuring Efficiency of Decision Making Units*, European Journal of Operational Research, nº 2,
- Coelli, T. (1996): *A Guide to DEAP Version 2.1: a Data Envelopment Analysis (Computer) Program*, CEPA Working Paper 96/08.
- Coelli, T., Prasada, D. S. y Battese, G. E. (1999): *An introduction efficiency and productivity analysis*, Kluwer Academic Publishers, USA.
- Färe, R., Grosskopf, S. y Lovell, C.A.K. (1994): *Production frontiers*, United Kingdom, Cambridge University Press.
- Farrell, M.J. (1957): *The measurement of productive efficiency*, Journal of the Royal Statistical Society, nº 120, pp. 253-290.
- Fernández, Y.; Martínez-Campillo, A. y Fernández-Fernández, J.M. (2009): *Determinantes de la eficiencia en las Universidades Públicas españolas: un análisis DEA en dos etapas*, Economics Educations, pág 1.20.
- García Valderrama, T. (1996): *La medida y el control de la eficiencia en las instituciones universitarias*, Sindicatura de Comptes, Valencia.
- Gómez Sancho, J.M. (2010): *La evaluación de la eficiencia en las Universidades Públicas Españolas*, Universidad de Lleida. España
- González Veiga, C.; Lafuente Robledo, E. y Mato Díaz, F. (1998): *Estudio de la eficiencia en la Universidad de Oviedo a través del análisis envolvente de datos*, VII Jornadas AEDE, 5 y 6 de octubre, Santander, pp. 417-428.
- Hernangómez, J. J.; Borge, L. M.; Gutiérrez, B.; Cruz, N. (2007): *Las Universidades de Castilla y León ante el reto del Espacio Europeo de Educación Superior: un análisis de su competitividad y eficiencia*. Revista de investigación económica y social de Castilla y León, Nº 10, págs. 13-154.
- Johnes, G. y Johnes, J. (1995): *Research Funding and Performance in U.K. University Departments of Economics: A Frontier Analysis*, Economics of Education Review, vol. 14, nº 3, pp. 301-314.
- Lovell, C. A. K. y Muñiz Pérez, M. A. (2003): *Eficiencia y productividad*

- en el sector público, Papeles de Economía Española, n° 95, pp. 47-65.
- Madden, G. y Savage, S. (1997): *Measuring Public Sector Efficiency: a Study of Economics Departments at Australian Universities*, Education Economics, vol. 5, issue 2, pp. 153-166.
- Mancebón Torrubia, M. J. (1996): *Potencialidades de las técnicas no paramétricas como método de mejora de la gestión de los centros escolares públicos. Un ejercicio de aplicación*, Estudios y documentos, n° 22, Servicio de Publicaciones del Gobierno Vasco, pp. 179-192.
- Martín Rivero, R. (2007): *La eficiencia productiva en el ámbito universitario: aspectos claves para su evaluación*, Estudios de Economía Aplicada: N° 25, pág. 793 – 812.
- Martínez Cabrera, M. (2003): *La medición de la eficiencia en las instituciones de educación superior*, Fundación BBVA, Bilbao.
- Pedraja Chaparro, F.; Salinas Jiménez, J. y Suárez Pandiello, J. (2001): *La medición de la eficiencia en el sector público*, en Álvarez Pinilla (coord.), pp. 429-444.
- Rodríguez, J. J. (2005): *La Nueva Fase de Desarrollo Económico y Social del Capitalismo Mundial*. Tesis doctoral accesible a texto completo en <http://www.eumed.net/tesis/jjrv/>
- Ruiz, G. C. (2009): *La medida de la eficiencia técnica de los grupos de investigación del área de Economía de la Universidad de Málaga*. Papeles de Trabajo, Universidad de Málaga, N° 32, pág. 1-142.

AYAVIRI Nina, Victor Dante - ZAMORA Echenique, Gerardo (2016). "Medición de la eficiencia en las Universidades. Una propuesta metodológica". Perspectivas, Año 19 – N° 37 – mayo 2016, pp. 7-22. Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Unidad Académica Regional Cochabamba. Clasificación JEL: D20, D29

Recepción: 17-2-2016
Aprobación: 06-4-2016