



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

Aproximación a la eficiencia y calidad del Sistema Universitario Español mediante la aplicación del Análisis Envolvente de Datos (DEA)

Autor/es

René Gilabert Reus

Director/es

Emilio Martín Vallespín

Departamento de Contabilidad y Finanzas

Facultad de Economía y Empresa
2022

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar la eficiencia productiva del sistema universitario español (gestión pública y privada), tratando de identificar la existencia de un patrón de comportamiento de las universidades que mejor saben gestionar los recursos disponibles y al mismo tiempo si es posible alinear la eficiencia productiva con la calidad y excelencia en la docencia e investigación. Para ello se aplica la técnica del análisis envolvente de datos (DEA), ampliamente utilizada en el marco de la auditoría operativa para medir la eficiencia relativa de organizaciones sin ánimo de lucro. Se han seleccionado indicadores que reflejan los principales recursos consumidos y una aproximación a la actividad docente e investigadora de las universidades. Los resultados enumeran las instituciones según su grado de eficiencia mostrando que no existe una tipología única en las universidades que obtienen mejores resultados evidenciando que existen distintos caminos que conducen a la eficiencia. Del mismo modo, el análisis de correlaciones de Pearson muestra una débil correlación entre la eficiencia en la gestión de recursos y la calidad docente e investigadora.

Abstract

The aim of this paper is to analyze the productive efficiency of the Spanish university system, trying to identify the existence of a pattern of behavior of the universities that best know how to manage the available resources and at the same time whether it is possible to align productive efficiency with quality and excellence in teaching and research. For this purpose, the technique of data envelopment analysis (DEA), widely used in the framework of operational auditing to measure the relative efficiency of non-profit organizations, is applied. There have been selected indicators that reflect the main resources consumed and an approximation to the teaching and research activity of the universities. The results list the institutions according to their degree of efficiency, showing that there is no single typology in the universities that obtain better results, evidencing that there are different paths that lead to efficiency. Similarly, Pearson's correlation analysis shows a weak correlation between efficiency in resource management and teaching and research quality.

INDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción	4
2. Revisión de la literatura	6
3. Metodología	10
4. Muestra y variables	13
5. Resultados	17
6. Limitaciones y recomendaciones	22
7. Conclusiones	23
Bibliografía	24
Anexos.....	30

1. INTRODUCCIÓN

La gestión diligente de los recursos públicos en España es una cuestión de suma importancia a la que se le presta una especial atención. Es tal la relevancia, que la Constitución española la incluye dentro de sus derechos y deberes fundamentales, más concretamente en el artículo 31.2, exponiendo que “El gasto público realizará una asignación equitativa de los recursos públicos, y su programación y ejecución responderán a los criterios de eficiencia y economía” (Constitución Española, 1978). La eficiencia, entendida como el análisis del consumo de recursos (*input*) y su consecuente producción (*output*), tiene una doble vertiente. Puede referirse a la eficiencia asignativa, cuando el objetivo perseguido es la minimización del coste, o a la eficiencia técnica, donde lo que se busca es que el Estado se sitúe sobre su frontera de posibilidades de producción. Esta segunda vertiente tiene una gran importancia en el ámbito público, adquiriendo aquí el término eficiencia un matiz importante. Y es que su evaluación no se puede efectuar teniendo en cuenta únicamente los costes y los beneficios, ya que el objetivo principal no es la rentabilidad, sino emplear indicadores que mejor reflejen la imagen fiel de las unidades analizadas con el fin de detectar patrones y poder realizar juicios sobre si resulta adecuada la administración que se hace de los recursos públicos .

De todas las rúbricas dispuestas en los Presupuestos Generales del Estado, el trabajo se centra en la partida de educación, concretamente en la educación universitaria, tanto por el volumen de fondos que representa (1,3% del PIB según datos del Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2021) como por la trascendencia de la actividad universitaria en el desarrollo económico, científico y cultural del país. Durante las últimas décadas, el sistema universitario español ha experimentado un notable crecimiento con la creación de un buen número de universidades, en su mayoría privadas, algunas de ellas especializadas en la modalidad de enseñanza a distancia o con un perfil específico claramente diferenciado de las universidades clásicas multidisciplinares. Al mismo tiempo, el entorno académico presta cada

vez más atención a los principales rankings internacionales y nacionales a través de los cuales se busca monitorizar la actividad universitaria pero cuya visibilidad acaba en muchos casos condicionando la estrategia de las instituciones. En estas circunstancias, resulta oportuno tratar de profundizar en la medición del rendimiento de las instituciones mediante la comparación de los recursos utilizados con los resultados de la actividad docente e investigación llevada a cabo, teniendo en cuenta que este proceso de transformación no responde a una función de producción paramétrica y que coexisten distintos tipos de universidades con perfiles y orientaciones diferenciadas. En el presente trabajo se llevará a cabo este análisis a través de la evaluación del rendimiento de cincuenta y cinco universidades españolas fundamentado en la segunda vertiente mencionada anteriormente, la eficiencia técnica. Para ello, se empleará la metodología DEA con el objetivo principal de evaluar la eficiencia técnica que presenta el SUE. Este objetivo principal se desgrana en varios objetivos secundarios que son:

- Determinar la frontera de posibilidades de producción de las instituciones
- Clasificar las universidades en base a sus rendimientos constantes a escala
- Ordenar los centros respecto a sus rendimientos variables a escala
- Identificar las unidades que presentan comportamientos atípicos
- Detectar si existe relación entre la calidad y la eficiencia de los organismos

Tras este primer apartado introductorio, se enmarca en el segundo el contexto de la investigación, mostrando los indicadores que se utilizan en trabajos de naturaleza similar a través de la revisión sistemática de estudios realizados durante la última década. Los apartados tres y cuatro presentan la metodología aplicada para llevar a cabo el trabajo, así como las variables empleadas para llevar a cabo el estudio. Finalmente, en el quinto apartado se presentan los resultados obtenidos y en el sexto se exponen las conclusiones alcanzadas tras la evaluación de los resultados, se comentan las limitaciones que se han tenido a la hora de llevar a cabo el trabajo y se proponen líneas de investigación sobre las que realizar estudios futuros.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

El análisis de la eficiencia técnica del sector público se centra en comparar el punto en el que se encuentra una institución desarrollando una actividad, con el punto máximo que esta podría alcanzar si se utilizasen de forma óptima los mismos recursos dados. Para ello es clave el uso de la frontera de posibilidades de producción, que es el reflejo de los *output* máximos alcanzables para cada combinación de recursos posible. Esta frontera puede hallarse mediante técnicas econométricas o de programación lineal, siendo el análisis envolvente de datos, el más adecuado para el caso que se aborda en este trabajo.

El aspecto nuclear de dicho método es la selección de *inputs* consumidos y *outputs* producidos (hecho que se realizará en el apartado de metodología), y para ello se ha considerado conveniente repasar los trabajos de la misma naturaleza publicados durante la última década. En aras de la rigurosidad, se ha optado por emplear el diagrama de flujo de la metodología PRISMA de revisión sistemática (Page et al., 2021) de forma que el lector pueda observar que la selección de artículos en los que se basará la selección de *inputs* y *outputs* posterior no es arbitraria. En la Tabla 1 se exponen las bases de datos de las que se han extraído los artículos, así como sus ecuaciones de búsqueda, y en la Tabla 2 se muestran los criterios que se han seguido para incluir y excluir publicaciones. Finalmente, en la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo que sintetiza el proceso al que han sido sometidos los artículos tratados.

Tabla 1. Bases de datos y ecuaciones de búsqueda

Base de datos	Ecuación de búsqueda
Web of Science	((AB=(DEA)) AND AB=(University)) AND AB=(Efficiency)
EBSCO	((AB=(DEA)) AND TITLE=(University)) AND AB=(Efficiency)

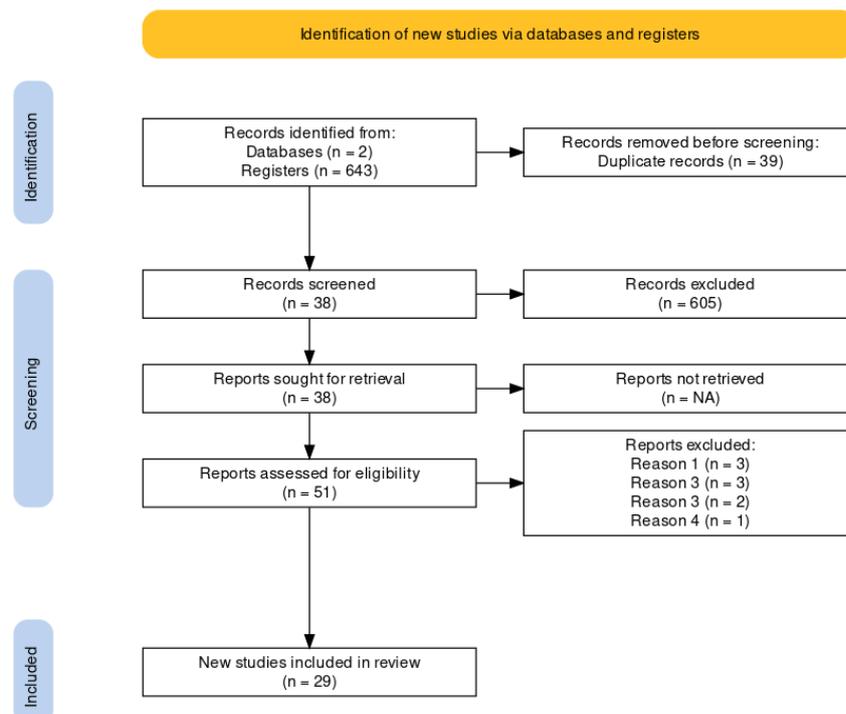
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos publicados en revistas académicas	Muestra compuesta por solo una universidad
Revisados por pares	Muestra compuesta por universidades de varios países
Muestra compuesta por universidades	Análisis de la eficiencia de departamentos de la universidad
Análisis de la eficiencia técnica u operativa	Escritos en un idioma diferente al castellano o al inglés
Uso de la metodología del análisis envolvente de datos	
Fecha de publicación comprendida entre 2010 y 2021	

Fuente: Elaboración propia

Tras la búsqueda inicial que arrojaba una cifra de 643 artículos, y su consiguiente criba a través de la eliminación de duplicados, los criterios de inclusión y exclusión, así como la lectura pormenorizada de sus *abstract*, se realiza a continuación una recapitulación de los *inputs* y *outputs* usados con la DEA aplicada a la educación superior (Anexo 1).

Figura 1. Diagrama de flujo sobre los artículos seleccionados

Fuente: Elaboración propia a partir de (Page et al., 2021)

Eficiencia y calidad del Sistema Universitario Español. Análisis Envolvente de Datos (DEA)

La metodología DEA aplicada a la educación superior es un fenómeno que progresivamente ha ido popularizándose con el paso del tiempo. Prueba de ello es que más de la mitad de los estudios recopilados se sitúan comprendidos entre los últimos dos años. En su gran mayoría el análisis se centra en universidades cuya gestión es pública debido a la facilidad de disposición de datos, no obstante, hay casos en los que se utilizan muestras de composición mixta. En lo referente al tamaño de la muestra, esta suele comprender entre 16 y 56 universidades, situándose dentro de esta horquilla el caso de estudio que este trabajo comprende (se detalla en el apartado 4). Destacar también que tanto la media como la mediana del tamaño muestral coinciden en la cifra de 36 universidades.

Es oportuno mencionar que los autores no se limitan a aplicar únicamente la metodología, sino que la combinan con otros métodos realizando análisis DEA en dos etapas. La práctica más frecuente es el empleo de técnicas paramétricas en la segunda etapa, como las regresiones lineales, que permitan constatar la eficacia de las estimaciones derivadas de la primera etapa (Moreno-Gómez et al., 2020; Agasisti & Wolszczak-Derlacz, 2016). Al uso de las regresiones también se le añade el empleo de la herramienta estadística *Bootstrap*, la cual a través del modelo de Simar & Wilson (2007), permite disminuir el sesgo que las unidades analizadas presentan sobre la frontera de posibilidades de producción generada por el DEA (Salas-Velasco, 2020a; Brzezicki, 2020; Hammes et al., 2020; Navarro Chávez et al., 2017).

En lo relativo a la cuestión clave a abordar, la selección de *inputs* y *outputs*, cada autor opta por la elección de los más adecuados a su objeto de estudio, al enfoque de la investigación o a su disposición de datos. Sin embargo, hay valores que generalmente están presentes en la gran mayoría de los estudios. A continuación se exponen los *inputs*, ordenados de mayor a menor frecuencia de utilización, y junto a ellos su definición:

1. N° de PDI: Se trata del número de personal docente e investigador ajustado a tiempo completo, es decir, transformando los PDI de tiempo parcial mediante equivalencia.
2. N° de PAS: Es el personal de administración y servicios ajustado a tiempo completo, tratándose de la misma situación que la que sucede en el caso anterior.
3. Financiación: Importe monetario del presupuesto anual destinado a cada centro.

En el caso de los *outputs*, estos suelen presentar un volumen por estudio superior al de los *inputs*, aunque su variabilidad es mucho menor, siendo los más afluentes:

1. N° de graduados: Es la cantidad anual de personas que supera todos los créditos de la titulación en la que está matriculada (grado, máster, doctorado).
2. N° de publicaciones: Se trata del volumen anual de publicaciones en revistas.

Estos indicadores se perfilan siguiendo las líneas generales del artículo, así pues hay trabajos que deciden otorgarle un mayor peso a la investigación científica en las universidades, integrando variables afines como el número de premios (Wang & Wang, 2021; Jiang et al., 2020; Agasisti & Wolszczak-Derlacz, 2016) o la cantidad de patentes (Nieto & Pérez, 2020; Soummakie & Talay, 2020). Hay otros, como Navickas et al., 2021 o Nkohla et al., 2021 que optan por dotarle una mayor relevancia al número de matriculados, e incluso algunos se deciden por una disgregación de este parámetro en grado, máster o doctorado (Visbal-Cadavid et al., 2017; Podinovski & Wan Husain, 2017; Navarro Chávez et al., 2017). Con todo ello, y bajo los criterios expuestos, se procede en el siguiente capítulo a definir las variables seleccionadas y a desarrollar el método que se ha empleado para efectuar el análisis.

3. METODOLOGÍA

Como bien se menciona anteriormente, la técnica utilizada para la realización del presente trabajo es el Análisis Envolvente de Datos. Se trata de un modelo de programación lineal no paramétrico que evalúa el desempeño (eficiencia relativa) de las DMU (es el acrónimo en inglés de unidad de decisión, que en este caso hace referencia a cada universidad) mediante la generación de una frontera de posibilidades de producción eficiente con la que se comparan las unidades sujetas al análisis.

La expresión matemática elemental del modelo para la unidad j_0 es la siguiente:

$$\max_{h_0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m u_i x_{ij_0}}$$

Sujeta a

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m u_i x_{ij_0}} \leq 1 \text{ para cada unidad de } j$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Donde

u_r es la ponderación del output "r", y_{rj} es el output "r" de la unidad j_0

v_i es la ponderación del input "i", x_{ij} es el input "i" de la unidad j_0

$r: 1, 2, \dots, s$ (número de outputs) $i: 1, 2, \dots, m$ (número de inputs)

Como se puede observar, el objetivo del modelo es decidir las ponderaciones de *input* y *output* que maximicen el coeficiente obtenido. Todo ello, además, tiene que estar sujeto a la restricción de que el resultado obtenido nunca puede exceder el valor de 100%. Esto se debe a

que las DMU que obtengan dicho valor son las que se sitúan sobre la frontera de posibilidades de producción eficiente, por lo que los coeficientes de las de las demás DMU distintas de 100% indicarán cuál es el grado de eficiencia que estas están obteniendo con respecto a las unidades completamente eficientes.

Este método se introdujo por primera vez en el artículo de Charnes et al. (1978) y posteriormente se amplió en Banker et al. (1989) con el objetivo de diferenciar entre eficiencia global y eficiencia a escala. El primer modelo (conocido con el acrónimo CCR en alusión a los creadores) asume unos rendimientos constantes a escala, haciendo que no se tenga en cuenta el tamaño de las unidades a la hora de evaluar la eficiencia y comparándolas a todas entre sí. Por el contrario, el segundo modelo (con el acrónimo BCC por el mismo motivo) presenta rendimientos variables a escala, lo que conlleva que el análisis del desempeño se realice teniendo en cuenta únicamente las unidades que son similares entre sí. Al emplear ambos modelos se puede observar que todas las unidades que resulten eficientes en rendimientos constantes también lo harán en rendimientos variables, pero no inversamente. Del mismo modo, hay que subrayar la importancia de la orientación que el modelo puede presentar. Si lo que se quiere evaluar es la cantidad de *output* máximo que se puede alcanzar con los *input* dados, se trata de un modelo orientado al *output*. De otro modo, si lo que se quiere investigar es el menor consumo de *input* para los *output* dados, el modelo estará orientado al *input*.

Este modelo presenta una serie de ventajas, tal y como recoge en Martín (2006), como es la fácil evaluación de la eficiencia en instituciones sobre las que es difícil, o incluso imposible, obtener el precio de los *output* gracias a que únicamente se requieren cantidades de insumos y consumos (Johnes & Johnes, 1993); la identificación de las unidades ineficientes y los cambios que se pueden realizar para mejorar el rendimiento, convirtiendo al modelo en una herramienta muy útil para el benchmarking (McMillan & Datta, 1998); y la posibilidad de seleccionar las variables input y output en función del enfoque que tenga el estudio (Avkiran, 2001).

Eficiencia y calidad del Sistema Universitario Español. Análisis Envolvente de Datos (DEA)

Por otra parte, el modelo también presenta una serie de limitaciones que deben ser tenidas en cuenta a la hora de ser empleado. La primera, y más importante, es que el modelo evalúa la eficiencia relativa de las unidades sujetas al mismo, es decir, indica cuáles son las unidades que más eficientes son dentro de los parámetros que se han indicado, pero ello no implica que dichas unidades sean eficientes con la elección de otras variables o en términos absolutos (Sowlati & Paradi, 2004). Otra limitación está ligada a las unidades que presentan atributos atípicos, y es que el análisis se debe realizar unidades homogéneas, ya que la existencia de DMU que presenten patrones de *input* y *output* que no operen dentro de ningún nicho puede producir coeficientes de eficiencia del 100% debido a que ninguna otra unidad ha podido ser comparada con ella (Johnes & Johnes, 1993). Finalmente, el poder de discriminación que tiene el modelo se reduce conforme más variables se añadan a este, ya que cuantas más haya mayor es la probabilidad de que alguna de las unidades ineficientes tenga el valor más alto en un *input* u *output*, y por ende, no sea considerada como unidad ineficiente (El-Mahgary, 1995).

Para completar el trabajo se ha realizado un análisis de correlaciones, similar al de trabajos como el de Soummakie & Talay, 2020 o Agasisti & Wolszczak-Derlacz, 2016, con el objetivo de identificar si existe algún tipo de correlación entre el rendimiento de las instituciones y la calidad de las mismas. Para ello se ha utilizado la puntuación de la eficiencia relativa (rendimientos constantes a escala) de cada institución como variable dependiente, y cinco indicadores de la calidad docente e investigadora de las instituciones (los cuales serán definidos y desarrollados en el capítulo siguiente) como variables independientes. El coeficiente de correlación de Pearson es una medida de dependencia lineal entre dos variables que, con independencia de la escala de medida de las variables, mide el grado de relación entre ellas.

4. MUESTRA Y VARIABLES

La selección de las variables que se emplean en el análisis envolvente de datos es la fase más importante del estudio, ya que es la que determina bajo que atributos se va a llevar a cabo la medición de la eficiencia. La fiabilidad del trabajo depende en gran medida de la precisión con la que se hayan escogido los *inputs* y *outputs*, y su concordancia con el objetivo establecido. Ya que, dichas variables deben recoger los atributos que se desean comparar y el reflejo que se quiere proyectar de cada DMU, por lo que una elección errónea de variables conlleva una proyección fallida. La revisión de trabajos de similar naturaleza que se lleva a cabo en el segundo apartado se ha utilizado como guía para la elección de variables. No obstante, y debido a la confluencia de universidades de gestión pública y gestión privada, se explicarán los motivos que han llevado a que dos de las variables experimenten cierta modificación. El objetivo de este estudio, tal y como se expone en la introducción del trabajo, es analizar la eficiencia técnica de las universidades españolas. Para ello, se ha considerado conveniente que los *inputs* reflejen el consumo de recursos a través del personal universitario y la depreciación anual del inmovilizado; y los *outputs* los resultados obtenidos en función de los recursos invertidos mediante el número de estudiantes y la labor investigadora. La Tabla 3 recoge los *inputs* y *outputs* seleccionados.

Tabla 3. Variables input y output

<i>Input / Output</i>	Definición
Nº PDI (TC)	Número de personas que imparten la docencia o realizan labores de investigación dentro de cada centro. Datos convertidos a jornada completa (Ej: media jornada = 0,5)
Nº PAS (TC)	Número de personas que realizan las funciones de apoyo, asistencia, asesoramiento, gestión o administración de las instituciones. Datos convertidos a jornada completa.
Amortización anual	Disminución de valor de los elementos que conforman el inmovilizado de cada universidad. Valor obtenido a partir de la cuenta de resultados o de pérdidas y ganancias.
Nº Sexenios de Investigación	Número de sexenios de investigación otorgados a los contratados laborales y a los funcionarios, bajo previa evaluación de la CNEAI.

Eficiencia y calidad del Sistema Universitario Español. Análisis Envolvente de Datos (DEA)

Nº Matriculados Grado	Número total de estudiantes que cursan los estudios de grado
Nº Matriculados Máster	Número total de estudiantes que cursan los estudios de máster

Fuente: Elaboración propia

De entre las variables seleccionadas, es necesario aclarar la decisión de incluir la amortización anual como medida de recursos consumidos. Al tratarse de una muestra con compuesta por organizaciones que presentan gestión pública y privada, el uso del presupuesto anual como *input* ha resultado inaplicable debido a que en las universidades privadas prima el criterio contable de devengo mientras que en las universidades públicas prima el criterio contable de caja. Por ello, se ha considerado adecuado sustituir el conjunto de gastos de un periodo (es decir, el presupuesto anual) por la disminución anual del valor de los activos. Ello, junto al número de profesor docente e investigador y personal de administración y servicios a tiempo completo, forman las variables *input* del estudio.

Del mismo modo, es oportuno explicar el motivo por el cual se ha empleado el uso de la cantidad de sexenios de investigación como medida de la capacidad investigadora de cada institución. Si bien es cierto que una de las variables más frecuente es el número de trabajos publicados por cada universidad como variable *output*, el uso de los sexenios de investigación brinda una mayor consistencia en el tiempo a dicha cifra. El sexenio de investigación es un reconocimiento de la labor investigadora del personal docente e investigador de cada centro, el cual se obtiene tras la evaluación positiva de cinco artículos publicados durante los últimos seis años previos a la solicitud del sexenio. Al abarcar una horquilla temporal tan extensa, el uso de este indicador busca primar la constancia en la labor investigadora frente al volumen específico del año que está siendo analizado. Hay que subrayar que pese a que este indicador no se haya encontrado en ningún otro estudio analizado en la revisión sistemática, su inclusión se considera adecuada debido a que sigue las mismas líneas que la presente investigación. Por lo

que dicho indicador, junto con el número de matriculados de grado y el número de matriculados de máster, forman las variables *output* del estudio.

Como bien se menciona anteriormente, tras el análisis envolvente de datos se ha realizado un segundo análisis con el objetivo de estudiar si existe algún grado de correlación entre el rendimiento de las instituciones y la calidad de las mismas, mediante el empleo del coeficiente de correlación de Pearson. Para llevar a cabo este análisis de correlaciones se ha utilizado como variable dependiente el coeficiente de eficiencia relativa que cada universidad ha obtenido en el DEA y cinco indicadores que miden la calidad docente e investigadora de las instituciones como variables independientes. Estos cinco indicadores son los siguientes.

- Naturaleza de la administración de la universidad
- Puntuación que la docencia de cada universidad obtiene en el U-Ranking
- Puntuación que la investigación de cada universidad obtiene en el U-Ranking
- Tasa de rendimiento académico de los estudiantes de grado
- Tasa de rendimiento académico de los estudiantes de máster

La naturaleza de la administración de la DMU es una variable nominal, con un valor asignado de cero para las universidades que son gestionadas por el Estado y un valor de uno a las universidades que son gestionadas de forma privada, que compara si existen diferencias entre las instituciones gestionadas públicamente y las que no. La puntuación que la docencia de cada universidad obtiene en el U-Ranking de 2021 (Fundación BBVA, 2021a) es una variable continua que se emplea para reflejar la calidad de la labor docente a través de la ponderación de diez indicadores agrupados en cuatro ámbitos (ver la metodología desglosada en el Anexo 2). Del mismo modo, la puntuación que la investigación e innovación de cada universidad obtiene en el U-Ranking de 2021 (Fundación BBVA, 2021a), también es una variable continua que sirve para mostrar la calidad de la labor investigadora a través de otros

Eficiencia y calidad del Sistema Universitario Español. Análisis Envolvente de Datos (DEA)

diez indicadores agrupados en cuatro ámbitos (Anexo 2). La tasa de rendimiento académico de los estudiantes de grado del año 2020 (Secretaría General de Universidades, 2020b) es una variable continua que expresa la relación porcentual entre el número total de créditos ordinarios superados por los estudiantes de grado de cada universidad y el número total de créditos ordinarios matriculados por los mismos. Finalmente, la tasa de rendimiento académico de los estudiantes de máster del año 2020 (Secretaría General de Universidades, 2020a) es también una variable continua que indica el mismo coeficiente que la variable anterior, pero para los estudiantes que cursan sus estudios de máster, siendo el mismo cálculo que se emplea para obtener la TRA pero con los estudiantes de máster en lugar de los estudiantes de grado de cada universidad.

En lo referente al tamaño y composición de la muestra objeto de estudio, esta se compone de un total de cincuenta y cinco universidades españolas de entre las cuales cuarenta y seis de ellas son de administración pública y las restantes nueve presentan una administración privada. Los datos empleados para realizar el análisis envolvente de datos se han obtenido de las memorias anuales referentes al periodo de 2021 que cada universidad publica en los portales de transparencia de su respectiva página web. En el caso de las universidades privadas, esta información se ha extraído de las cuentas anuales auditadas del año 2021 a las cuales se ha podido acceder a través de bases de datos de acceso abierto. Tras la exposición de la metodología y la definición de las variables que forman parte del DEA, así como las que integran la el análisis de correlaciones, se muestran en el siguiente capítulo los resultados de eficiencia relativa obtenidos mediante la aplicación del análisis envolvente de datos, y los índices de correlación del rendimiento y la calidad de las instituciones.

5. RESULTADOS

La Tabla 4 muestra los coeficientes de eficiencia técnica que desprende cada una de las universidades españolas comprendidas en la muestra. Tras la primera columna en la que figura el nombre de cada DMU, se encuentran representados los rendimientos constantes a escala (modelo CCR) y los rendimientos variables a escala (modelo BCC) en la segunda y tercera columna respectivamente. La cuarta y última columna es el cociente entre el modelo CCR y el BCC. Si se observan los rendimientos constantes encontramos la siguiente distribución:

- Once universidades alcanzan la eficiencia con un coeficiente del 100%.
- Dieciséis universidades presentan unos coeficientes cercanos a la eficiencia con unos valores superiores al 90% pero inferiores al 100%.
- Veintiocho universidades tienen coeficientes de eficiencia menores a 90%.

Cabe recalcar que los coeficientes que no alcanzan en 100% muestran el grado en que dichas DMU se distancian de la unidad eficiente que actúa como referencia. No debemos olvidar, que cuando una DMU obtiene un resultado del 100% indica que no es posible asegurar que otras DMU tengan un mejor comportamiento, pero en ningún caso puede interpretarse como que no tengan un rendimiento óptimo ya que, como se ha indicado antes, el DEA es una medida de eficiencia relativa. Del mismo modo, dichos resultados no serán extrapolables a una población, ya que los índices se obtienen para una muestra y variables dadas. Ante ello, la media arroja un valor de 85,96%, y la mediana de 89,34%, indicando que, en general, la medición de la eficiencia de las universidades se encuentra cercana a la frontera eficiente definida por aquellas que presentan las mejores prácticas. La desviación típica del conjunto de resultados es de 14,08% y el valor mínimo obtenido es de 49%, quedando dentro del primer cuartil (coeficiente menor al 78%) catorce DMU con una eficiencia relativa sustancialmente menor.

Eficiencia y calidad del Sistema Universitario Español. Análisis Envolvente de Datos (DEA)

Tabla 4. Resultado del análisis envolvente de datos

Universidad	CRS	VRS	CRS/VRS
Autónoma de Madrid	100%	100%	100%
Carlos III de Madrid	100%	100%	100%
Jaume I de Castellón	100%	100%	100%
Las Palmas de Gran Canaria	100%	100%	100%
León	100%	100%	100%
Pablo de Olavide	100%	100%	100%
Politécnica de València	100%	100%	100%
Rey Juan Carlos	100%	100%	100%
Zaragoza	100%	100%	100%
Camilo José Cela	100%	100%	100%
Navarra	100%	100%	100%
Católica San Antonio	100%	100%	100%
Jaén	99%	100%	99%
A Coruña	98%	100%	98%
Extremadura	98%	100%	98%
Almería	97%	97%	100%
Oviedo	97%	99%	98%
Pública de Navarra	96%	99%	97%
Pontificia Comillas	96%	98%	98%
Granada	96%	100%	96%
Complutense de Madrid	94%	100%	94%
Murcia	93%	97%	96%
Cádiz	93%	97%	96%
Illes Balears (Les)	92%	93%	99%
Deusto	92%	93%	99%
València (Estudi General)	92%	100%	92%
Internacional de Catalunya	90%	100%	90%
Vigo	89%	91%	98%
Antonio de Nebrija	89%	100%	89%
Alcalá	88%	90%	98%
Politécnica de Madrid	87%	100%	87%
Alicante	87%	90%	96%
Politécnica de Cartagena	86%	100%	86%
Santiago de Compostela	86%	90%	96%
Miguel Hernández de Elche	86%	86%	100%
Alfonso X El Sabio	86%	98%	87%
La Laguna	83%	88%	94%
Castilla-La Mancha	81%	84%	97%
Córdoba	81%	82%	98%
Burgos	80%	88%	91%
Huelva	80%	80%	100%
Cantabria	78%	78%	99%
Salamanca	77%	79%	97%
Valladolid	76%	79%	96%
Pompeu Fabra	75%	84%	90%
Girona	73%	75%	97%
Autónoma de Barcelona	66%	71%	92%
Barcelona	66%	88%	75%
Francisco de Vitoria	64%	65%	99%
Rovira i Virgili	63%	65%	97%
Lleida	63%	63%	100%
La Rioja	60%	92%	66%
Politécnica de Catalunya	56%	66%	84%
País Vasco	53%	55%	96%
Málaga	49%	64%	76%

Fuente: Elaboración propia

Es conveniente identificar cuáles han sido las variables que han llevado a las universidades eficientes alcanzar un desempeño del 100% ya que, como bien se menciona en el apartado anterior, la eficiencia puede obtenerse a través de distintas vías. Encontramos instituciones cuya eficiencia se sostiene sobre su gran labor investigadora, como es el caso de la Universidad Politécnica de Valencia o la Universidad de Zaragoza; de igual manera hay las que se apoyan en el número de estudiantes que cursan sus grados, como la Universidad Rey Juan Carlos o la Universidad de Navarra; u otras cuyo punto fuerte es la cantidad de estudiantes que están matriculados en sus máster, siendo este el caso de la Universidad Carlos III o la Universidad Camilo Jose Cela.

También es preciso destacar que al aplicar el modelo CCR, el cual calcula los rendimientos variables a escala, se puede observar como la cantidad de instituciones que alcanzan el 100% de eficiencia es superior al modelo BCC. Esto se debe a que el modelo lleva a cabo una comparación entre unidades del mismo tamaño. En este sentido es primordial observar con cuantas unidades se ha comparado cada institución para poder juzgar si la evaluación del desempeño es real, o por el contrario, se trata de una unidad eficiente debido a que no ha podido ser comparada con otras DMU (a este fenómeno se le conoce como valor atípico u *outlier*). En la Tabla 5 se recogen las instituciones eficientes que se extraen tras aplicar el modelo BCC, siendo la segunda columna (*Benchmark*) la que indica el número de DMU que han utilizado como referencia a esa universidad para calcular el rendimiento variable a escala. Como se puede observar, existen ocho universidades que han sido comparadas con dos instituciones o menos. Dado que esa eficiencia es ficticia, ya que ha sido fruto de la imposibilidad de ser comparada con otras DMU, estas universidades reciben la categoría de *outlier*. Ello conllevará que sean excluidas a la hora de ser tomadas en cuenta como modelo de referencia de administración de recursos.

Tabla 5. Unidades comparadas a través del modelo BCC

Universidad	Benchmark	Valor Atípico (Outlier)
Autónoma de Madrid	1	X
Carlos III de Madrid	13	
Complutense de Madrid	2	X
Extremadura	5	
Granada	10	
Jaén	0	X
Jaume I de Castellón	14	
Las Palmas de Gran Canaria	3	
León	18	
Pablo de Olavide	0	X
Politécnica de Cartagena	2	X
Politécnica de Madrid	0	X
Politécnica de València	2	X
Rey Juan Carlos	21	
València (Estudi General)	2	
Zaragoza	4	
Antonio de Nebrija	2	X
Camilo José Cela	18	
Católica San Antonio	9	
Internacional de Catalunya	6	
Navarra	5	

Fuente: Elaboración propia

Una vez evaluada la eficiencia técnica de las universidades, se ha realizado un análisis de correlaciones con el objetivo de contrastar e identificar si existe relación entre el rendimiento y la calidad de las instituciones. Para ello, se ha empleado el coeficiente obtenido mediante los rendimientos constantes a escala (Tabla 4) como variable dependiente, y las variables independientes enunciadas en el apartado cuatro. Los índices de correlación de Pearson resultantes se muestran en la Tabla 6 que figura a continuación.

Tabla 6. Índices de correlación de Pearson

	Puntuación DEA	Gestión de la DMU	Docencia U-Ranking	Investigación U-Ranking	TRA Grado	TRA Master
Puntuación DEA	1,000	-0,234	-0,026	-0,331	0,146	-0,022
Gestión de la DMU	-0,234	1,000	-0,309	0,574	-0,570	-0,468
Docencia U-Ranking	-0,026	-0,309	1,000	0,387	0,425	0,312

Investigación U-Ranking	-0,331	0,574	0,387	1,000	-0,138	-0,059
TRA Grado	0,146	-0,570	0,425	-0,138	1,000	0,705
TRA Master	-0,022	-0,468	0,312	-0,059	0,705	1,000

Fuente: Elaboración propia

A la luz de los resultados obtenidos se puede observar como la puntuación del análisis DEA (indicador de la eficiencia técnica) no presenta una tasa de correlación fuerte con ninguno de los indicadores de calidad. Las correlaciones más altas son las referentes a la puntuación que cada institución obtiene en el U-Ranking de investigación e innovación (-0,331) y la naturaleza de la administración de las mismas (-0,234), ambas con coeficientes negativos. Se trata de índices de correlación negativos, lo que significa que cuanto mayor es la puntuación obtenida en el DEA, menores son valores en dichos indicadores y viceversa. En el caso del primer indicador, una mayor eficiencia técnica implica una menor puntuación en el U-Ranking de investigación; y en el caso del segundo indicador, un mayor resultado en el DEA conlleva una mayor probabilidad de que la institución esté administrada por el Estado. También se puede observar la existencia de dos indicadores con tasas de correlación cercanas a cero, como es el caso de la relación con la puntuación en el U-Ranking de docencia (-0,026) o con la tasa de rendimiento académico de los estudiantes de máster (-0,022). Pese a tener unos índices de correlación negativos, no se han incluido con los anteriores debido a que un valor tan cercano a cero lleva consigo la ausencia de relación lineal entre las variables. Sin embargo, es preciso matizar que la práctica ausencia de relación lineal no necesariamente implica que las variables son independientes, ya que pueden existir relaciones no lineales entre dichas variables. Finalmente, la tasa de rendimiento académico de los estudiantes de grado (0,146) es el único indicador con una tasa de correlación positiva, indicando que cuanto mayor es la eficiencia relativa de la universidad mayor es dicha tasa.

6. LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES

Previo a la conclusión, es conveniente destacar con que limitaciones se han contado a la hora de realizar el trabajo, así como las posibles recomendaciones para futuros trabajos de misma índole. Para la elaboración del presente trabajo ha sido necesaria la obtención de datos de diversas fuentes. En algunos casos, la recolección de los mismos no se ha podido conseguir, reduciendo así el tamaño de la muestra. La gran mayoría de universidades que son gestionadas por el Estado disponen sus memorias anuales en sus respectivos portales de transparencia, en cambio, esto no ocurre con las universidades de gestión privada. Al tratarse de sociedades mercantiles, sus cuentas anuales se hallan depositadas en el Registro Mercantil, por lo que la obtención de algunos valores se ha visto limitado. Con la ayuda de bases de datos en las que se recopilan dichas cifras, se ha podido acceder a algunas instituciones. Sin embargo este es el principal motivo por el cual el volumen de universidades privadas que integran la muestra es sustancialmente menor a la cantidad de universidades de gestión pública.

Por otra parte, tal y como se menciona en el apartado de metodología, en la segunda parte del análisis se emplea únicamente un análisis de correlaciones para identificar si existe algún grado de relación entre la eficiencia técnica y la calidad de las instituciones, mientras que en otros trabajos se aplica el bootstrap para llevar a cabo un DEA en dos etapas. Una posible línea de investigación futura, que puede ampliar y complementar los hallazgos de este trabajo, es la realización de un análisis envolvente de datos en dos etapas junto con el análisis de correlaciones con indicadores de calidad. También sería interesante considerar para futuros trabajos la tercera vertiente de la actividad universitaria, la transferencia de conocimiento que complementa a los indicadores output de docencia e investigación. Finalmente, cabe destacar que en el presente trabajo se explican los motivos que han determinado la elección de variables e indicadores, no obstante, se pueden determinar otras variables de eficiencia técnica que

incluir en el DEA y otros indicadores que se encarguen de reflejar el nivel de calidad docente e investigadora que tienen las instituciones.

7. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo es evaluar el rendimiento de cincuenta y cinco universidades españolas, tanto de administración pública como privada, para determinar las instituciones que están llevando a cabo una mejor gestión de sus recursos. Para ello, se ha empleado el análisis envolvente de datos a seis variables (tres *inputs* y tres *outputs*) de cada institución. Los datos que se obtienen tras el DEA muestran las universidades que mejor gestionan el consumo de recursos en relación con su producción resultante, subrayando que los coeficientes obtenidos no son ni valores absolutos, ni valores extrapolables a una población, debido a que se obtienen de un análisis de eficiencia relativa. Los resultados muestran que once universidades son eficientes, dieciséis deben modificar ligeramente la gestión de recursos ya que se encuentran próximas a la eficiencia, y veintiocho deben modificar sustancialmente la administración que realizan de sus recursos para converger hacia mejores índices. Asimismo, ocho de las veintiún universidades que son eficientes con rendimientos variables a escala no deben ser tomadas como referencia por las universidades ineficientes debido a que tienen la consideración de *outlier*, y por lo tanto, sus variables son atípicas y el modelo las identifica como falsas eficientes. Adicionalmente, se ha practicado un análisis de correlaciones tomando como variable dependiente la eficiencia técnica de cada universidad, y como variables independientes cinco indicadores que reflejan la calidad docente e investigadora de las instituciones. Los coeficientes de correlación obtenidos no indican la existencia de relaciones fuertes entre variables. Tres de las variables presentan signos de correlación débiles (dos negativos y uno positivo), y las dos restantes índices cercanos a cero, evidenciando que existe una escasa relación entre la eficiencia técnica y la calidad de las universidades que integran la muestra del estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Agasisti, T., & Wolszczak-Derlacz, J. (2016). Exploring efficiency differentials between Italian and Polish universities, 2001-11. *Science and Public Policy*, 43(1), 128–142. <https://doi.org/10.1093/scipol/scv026>
- Alabdulmenem, F. M. (2016). Measuring the Efficiency of Public Universities: Using Data Envelopment Analysis (DEA) to Examine Public Universities in Saudi Arabia. *International Education Studies*, 10(1), 137. <https://doi.org/10.5539/ies.v10n1p137>
- Avkiran, N. K. (2001). Investigating technical and scale efficiencies of Australian universities through data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 35(1), 57–80. [https://doi.org/10.1016/S0038-0121\(00\)00010-0](https://doi.org/10.1016/S0038-0121(00)00010-0)
- Banker, R. D., Datar, S. M., & Kaplan, R. S. (1989). Productivity Measurement and Management Accounting. *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, 4(4), 528–554. <https://doi.org/10.1177/0148558X8900400407>
- Brzezicki, Ł. (2020). The Efficiency of Public and Private Higher Education Institutions in Poland. *Gospodarka Narodowa*, 304(4), 33–51. <https://doi.org/10.33119/gn/128218>
- Brzezicki, Ł., & Rusielik, R. (2020). Measurement of efficiency of didactic activities of public universities of technology in poland: Directional distance function with undesirable output approach. *Business Management and Education*, 18(1), 73–87. <https://doi.org/10.3846/bme.2020.11982>
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429–444. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.030>
- Chen, Y., Ma, X., Yan, P., & Wang, M. (2021). Operating efficiency in Chinese universities:

- An extended two-stage network DEA approach. *Journal of Management Science and Engineering*, 6(4), 482–498. <https://doi.org/10.1016/j.jmse.2021.08.005>
- Constitución Española, (1978). <https://www.boe.es/buscar/pdf/1978/BOE-A-1978-31229-consolidado.pdf>
- Delfin-Ortega, O. V., & Navarro-Chávez, C. L. (2020). La eficiencia de la educación superior en México, 2008-2016: Un modelo DEA dinámico-network. *Perfiles Latinoamericanos*, 28(56), 2008–2016. <https://doi.org/10.18504/p12856-011-2020>
- El-Mahgary, S. (1995). Data Envelopment Analysis - a basic glossary. *OR Insight*, 8(4). <https://doi.org/10.1007/BF03183382>
- Fernández-Santos, Y., Martínez-Campillo, A., & Fernández-Fernández, J. M. (2013). Evaluación de la eficiencia y el cambio de productividad en el sistema universitario público español tras la implantación de la LOU. *Hacienda Publica Espanola*, 205(2), 71–98.
- Fundación BBVA. (2021a). *Índices U-Ranking*. <https://www.u-ranking.es/indices>
- Fundación BBVA. (2021b). *Metodología del ranking*. <https://www.u-ranking.es/metodologia>
- Ghimire, S., Amin, S. H., & Wardley, L. J. (2021). Developing new data envelopment analysis models to evaluate the efficiency in Ontario Universities. *Journal of Informetrics*, 15(3), 101172. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2021.101172>
- Hammes, D. D., Flach, L., & de Mattos, L. K. (2020). The efficiency of public expenditure on Higher Education: a study with Brazilian Federal Universities. *Ensaio*, 28(109), 1076–1097. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362020002802573>
- Jiang, J., Lee, S. K., & Rah, M. J. (2020). 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>

Johnes, G., & Johnes, J. (1993). Measuring the research performance of UK economics departments: An application of data envelopment analysis. *Oxford Economic Papers*, 45(2), 332–347. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.oep.a042095>

Katharaki, M., & Katharakis, G. (2010). A comparative assessment of Greek universities' efficiency using quantitative analysis. *International Journal of Educational Research*, 49(4–5), 115–128. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2010.11.001>

King-Domínguez, A., Backhouse Erazo, P., & Améstica-Rivas, L. (2020). Deserción y graduación. Midiendo la eficiencia de las universidades estatales en Chile. *Mendive. Revista de Educación*, 18(2), 326–335. <http://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/1770>

Kocak, E., & Orkcü, H. H. (2021). Measuring the Efficiency of Turkish State Universities Based on a Two-Stage DEA Model. *Gazi University Journal of Science*, 34(4), 1210–1220. <https://doi.org/10.35378/gujs.801115>

Loganathan, M., & Subrahmanya, M. H. B. (2021). Efficiency of Entrepreneurial Universities in India: A Data Envelopment Analysis. *Journal of the Knowledge Economy*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s13132-022-00897-z>

Martín, E. (2006). Efficiency and quality in the current higher education context in Europe: An application of the data envelopment analysis methodology to performance assessment of departments within the University of Zaragoza. *Quality in Higher Education*, 12(1), 57–79. <https://doi.org/10.1080/13538320600685172>

McMillan, M. L., & Datta, D. (1998). The relative efficiencies of Canadian universities: A DEA perspective. *Canadian Public Policy*, 24(4), 509–511.

<https://doi.org/10.2307/3552021>

- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2021). *Panorama de la educación. Indicadores de la OCDE 2021*. <https://www.educacionyfp.gob.es/inee/dam/jcr:3922aacd-04c0-45ac-b8d4-4aebb9b96ab5/panorama-2021-papel.pdf>
- Moreno-Gómez, J., Calleja-Blanco, J., & Moreno-Gómez, G. (2020). Measuring the efficiency of the Colombian higher education system: a two-stage approach. *International Journal of Educational Management*, 34(4), 794–804. <https://doi.org/10.1108/IJEM-07-2019-0236>
- Myeki, L. W., & Temoso, O. (2019). Efficiency assessment of public universities in South Africa, 2009-2013: Panel data evidence. *South African Journal of Higher Education*, 33(5), 264–280. <https://doi.org/10.20853/33-5-3582>
- Navarro Chávez, J. C. L., Gómez Monge, R., & Torres Hernández, Z. (2017). Universities in Mexico: a measure of its efficiency through data envelopment analysis with bootstrap. *Acta Universitaria*, 26(6), 60–69. <https://doi.org/10.15174/au.2016.911>
- Navickas, V., Grenčíková, A., & Krajčo, K. (2021). DEA model and efficiency of universities - case study in Slovak Republic. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 9(1), 348–362. [https://doi.org/10.9770/jesi.2021.9.1\(21\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2021.9.1(21))
- Nieto, L., & Pérez, M. C. (2020). Productividad y eficiencia de los sistemas universitarios regionales de España en el periodo 2009-2013. *Revista de Estudios Regionales*, 117, 45–69.
- Nkohla, T. V., Munacinga, S., Marwa, N., & Ncwadi, R. (2021). A non-parametric assessment of efficiency of South African public universities. *South African Journal of Higher Education*, 35(2), 158–187. <https://doi.org/10.20853/35-2-3950>

- Özel, G. (2015). Efficiency Analysis of Foundation Universities in Turkey. *Egitim ve Bilim*, 40(177), 31–41. <https://doi.org/10.15390/EB.2015.1813>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *The BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/BMJ.N71>
- Podinovski, V. V., & Wan Husain, W. R. (2017). The hybrid returns-to-scale model and its extension by production trade-offs: an application to the efficiency assessment of public universities in Malaysia. *Annals of Operations Research*, 250(1), 65–84. <https://doi.org/10.1007/s10479-015-1854-0>
- Ramírez-Gutiérrez, Z., Barrachina-Palanca, M., & Ripoll-Feliu, V. (2020). Eficiencia en la educación superior. Estudio empírico en universidades públicas de Colombia y España. *Revista de Administração Pública*, 54(3), 468–500. <https://doi.org/10.1590/0034-761220190232>
- Sagarra, M., Mar-Molinero, C., & Agasisti, T. (2017). Exploring the efficiency of Mexican universities: Integrating Data Envelopment Analysis and Multidimensional Scaling. *Omega (United Kingdom)*, 67, 123–133. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.04.006>
- Salas-Velasco, M. (2020a). Measuring and explaining the production efficiency of Spanish universities using a non-parametric approach and a bootstrapped-truncated regression. *Scientometrics*, 122(2), 825–846. <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03324-4>
- Salas-Velasco, M. (2020b). 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>

Secretaría General de Universidades. (2020a). *Indicadores de rendimiento académico de estudiantes de Máster.*

http://estadisticas.mecd.gob.es/EducaJaxiPx/Tabla.htm?path=/Universitaria/Indicadores/2021/Master//10/&file=Rendimiento_Exito_Eval_Master_Univ.px&type=pcaxis&L=0

Secretaría General de Universidades. (2020b). *Indicadores de rendimiento académico y de transición a Máster de estudiantes de Grado.*

http://estadisticas.mecd.gob.es/EducaJaxiPx/Tabla.htm?path=/Universitaria/Indicadores/2021/Grado//10/&file=Rendimiento_Exito_Eval_Grado_Univ.px&type=pcaxis&L=0

Simar, L., & Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, 136(1), 31–64.

<https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.07.009>

Soummakie, B., & Talay, İ. (2020). Efficiency and performance measurement of Turkish universities via Data Envelopment Analysis. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 115–138.

<https://doi.org/10.17065/huniibf.524866>

Sowlati, T., & Paradi, J. C. (2004). Establishing the “practical frontier” in data envelopment analysis. *Omega*, 32(4), 261–272.

<https://doi.org/10.1016/j.omega.2003.11.005>

Visbal-Cadauid, D., Martínez-Gómez, M., & Guijarro, F. (2017). Assessing the efficiency of public universities through DEA. A case study. *Sustainability*, 9(8), 1–19.

<https://doi.org/10.3390/su9081416>

Wang, L. & Wang, T. (2021). Research on the Scientific Research Efficiency of Provincial Universities Based on the DEA Model. *Mobile Information Systems*, 2021.

<https://doi.org/10.1155/2021/7929084>

ANEXOS

Anexo 1. Estudios analizados en la revisión de la literatura

Artículo	Muestra	Input	Output
(Loganathan & Subrahmanya, 2021)	28 Universidades Gestión pública y privada India	Financiación total Nº de facultades	Nº de graduados Tasa de publicaciones Nº de startups con apoyo de la universidad
(Navickas et al., 2021)	20 Universidades Gestión pública Eslovaquia	Nº de PDI Nº de alumnos matriculados	Nº de graduados Nº de proyectos científicos completados Nº total de publicaciones Nº de publicaciones revisadas
(Kocak & Orkcü, 2021)	53 Universidades Gestión pública Turquía	Nº de PDI Ratio graduados / estudiantes Financiación por cada PDI Nº artículos publicados	Nº de citas Nº de graduados doctores Nº de proyectos propuestos Nº de proyectos efectuados Financiación total de proyecto
(Chen et al., 2021)	52 Universidades China	Nº de PDI Valor de los activos Financiación total Financiación de investigación Nº estudiantes de master y doctorado	Nº de monográficos publicados Nº de artículos publicados Nº de premios recibidos Transferencias por patentes Nº de estudiantes no graduados Nº estudiantes de master y doctorado
(Ghimire et al., 2021)	18 Universidades Canadá	Financiación total Nº de PDI	Importe total de becas concedidas a estudiantes Índice de satisfacción de los estudiantes (encuesta) Nº de estudiantes matriculado Nº de publicaciones
(Nkohla et al., 2021)	23 Universidades Gestión pública Sudáfrica	Nº estudiantes matriculados Financiación total ajustada mediante el deflactor del PIB Nº de PDI Nº de PAS	Nº de graduados Publicaciones totales (libros, artículos, tesis doctorales, etc.)
(Wang & Wang, 2021)	31 Universidades China	Nº de PDI Gasto en ciencia y tecnología Gasto en proyectos de ciencia y tecnología	Nº de artículos publicados Nº de monográficos publicados Ingresos por transferencia de tecnología Nº de premios
(Hammes et al., 2020)	59 Universidades Gestión pública Brasil	Gasto público directo en educación superior Nº total de profesores	Nº de plazas cubiertas Nº de graduados
(King-Domínguez et al., 2020)	16 Universidades Gestión Pública Chile	Nº de PAS cada 100 alumnos Financiamiento fiscal p/c Nº de PDI cada 100 alumnos Infraestructura por m ² / alumnos pregrado Nº de carreras acreditadas	Tasa de retención 2º año Tasa de graduación
(Ramírez-Gutiérrez et al., 2020)	32 Universidades Gestión pública Colombia	Nº de PDI Índice de calidad del personal docente e investigador Nº de PAS	Nº de graduados de pregrado Nº de graduados de posgrado Nº de grupos de investigación Nº de revistas indexadas

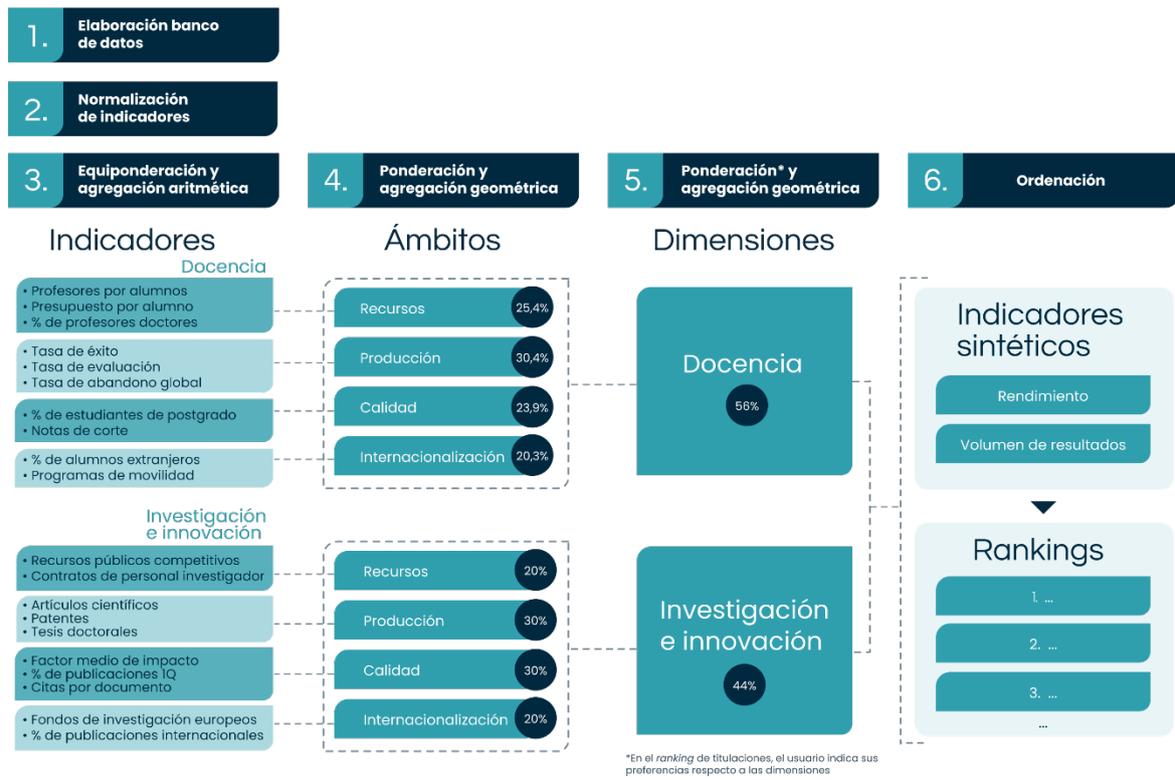
		Espacio de uso misional (m ²) Recursos transferidos por el Estado en COP	Nº total acumulado de publicaciones en Scopus
	48 Universidades Gestión pública España	Nº de PDI Porcentaje de PDI doctor Nº de PAS Total de transferencias del Estado	Nº de graduados de grado Nº de graduados de master Nº de publicaciones en Scopus o Web of Science
(Salas-Velasco, 2020b)	45 Universidades Gestión pública España	Nº de créditos cursados Porcentaje de estudiantes en grados técnicos Nº docentes tiempo completo Nº de PAS	Nº de créditos superados Financiación de investigación Porcentaje de estudiantes de ciencias de la salud
(Delfin-Ortega & Navarro-Chávez, 2020)	42 Universidades Gestión pública México	Financiación Nº de PDI Nº de PAS Nº de estudiantes de doctorado matriculados Nº de programas de posgrado en el PNPC	Nº de estudiantes graduados de doctorado Nº de profesores doctores Nº de investigadores SIN Nº de publicaciones indexadas en el ISI de Thompson Reuters
(Brzezicki & Rusielik, 2020)	18 Universidades Gestión pública Polonia	Nº de PDI	Nº de estudiantes sin diploma Nº de graduados Financiación total
(Brzezicki, 2020)	59 Universidades Gestión pública Polonia	Nº de PDI Valor del activo fijo	Nº de graduados Nivel salarial de los graduados
(Nieto & Pérez, 2020)	46 Universidades Gestión pública España	Financiación estructural Nº de PDI Nº de PAS Gastos corrientes en bienes y servicios	Nº de estudiantes Nº de publicaciones en WoS Nº de tesis defendidas Nº de publicaciones en el primer cuartil del JCR Nº de patentes y marcas
(Jiang et al., 2020)	105 Universidades China	Nº de PDI Financiación pública Financiación privada Financiación de actividades de investigación Nº de ramas de investigación	Nº de artículos publicados Nº de artículos en los que la universidad colabora Nº de libros emitidos Nº de logros Transferencias de tecnología Nº de premios
(Salas-Velasco, 2020a)	45 Universidades Gestión pública España	Nº de créditos cursados Porcentaje de estudiantes en grados técnicos Nº de PDI Nº de PAS	Nº de créditos superados Financiación de investigación Porcentaje de estudiantes de ciencias de la salud
(Soummakie & Talay, 2020)	50 Universidades Gestión pública Turquía	Financiación de investigación y becas concedidas Nº de PDI	Índice h de los docentes Nº de patentes Nº de graduados
(Moreno-Gómez et al., 2020)	78 Universidades Gestión pública y privada Colombia	Nº de estudiantes Nº de PDI	Nº de graduados Nº de publicaciones indexadas a la base de datos Scopus
(Myeki & Temoso, 2019)	28 Universidades Gestión pública Sudáfrica	Nº de estudiantes que no se han graduado Nº de estudiantes posgrado Nº de PDI Financiación total ajustada mediante el deflactor del PIB	Nº de graduados Ratio graduados / no graduados

Eficiencia y calidad del Sistema Universitario Español. Análisis Envoltante de Datos (DEA)

(Visbal-Cadavid et al., 2017)	32 Universidades Gestión pública Colombia	Nº de PDI Nº de PAS Financiación total Espacio de uso (m ²)	Nº de inscritos en grado Nº de inscritos en posgrado Nº de estudiantes en el primer quintil de los Saber PRO Nº de revistas indexadas Nº de artículos publicados Nº de profesores que participan en programas de movilidad
(Podinovski & Wan Husain, 2017)	20 Universidades Gestión pública Malasia	Nº de PDI Financiación de investigación	Nº de estudiantes de grado Nº de estudiantes de máster Nº de estudiantes de doctorado Nº de publicaciones
(Navarro Chávez et al., 2017)	32 Universidades Gestión pública México	Financiación total	Nº de alumnos matriculados en grado y máster Nº de alumnos graduados en grado y máster Nº de doctores Nº de doctores en el SIN Nº de artículos ISI
(Sagarra et al., 2017)	55 Universidades Gestión pública y privada México	Nº de PDI Nº de matriculados Nº estudiantes de primer año	Nº de artículos en Scopus Nº de graduados
(Agasisti & Wolszczak-Derlacz, 2016)	54 Universidades Gestión pública Italia 30 Universidades Gestión pública Polonia	Financiación total Nº de PDI	Nº de publicaciones Nº de graduados Nº de estudiantes Nº de premios para los PhD
(Alabdulmenem, 2016)	25 Universidades Gestión pública Arabia Saudi	Nº de PDI Nº de PAS	Nº estudiantes de primer año Nº de matriculados Nº de graduados
(Özel, 2015)	33 Universidades Gestión pública Turquía	Nº de PDI Nº de profesores asociados Nº de profesores asistentes Nº de asistentes investigador Financiación total	Nº de estudiantes total Nº de graduados Nº de proyectos Nº de publicaciones
(Fernández-Santos et al., 2013)	39 Universidades Gestión pública España	Nº de PDI Nº de PAS Nº de estudiantes totales Ingresos totales	Nº de graduados Nº de tesis defendidas Importe de ayudas en I+D
(Katharaki & Katharakis, 2010)	20 Universidades Gestión pública Grecia	Nº de PDI Nº de PAS Nº de estudiantes en activo Gastos excluyendo salarios	Nº total de graduados Ingresos por investigación

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Metodología U-Ranking



Fuente: (Fundación BBVA, 2021b)