

EFICIENCIA TÉCNICA DE LAS UNIVERSIDADES ARGENTINAS DE GESTIÓN ESTATAL

*María Marta Coria**

Resumen

En el presente trabajo se examina la eficiencia técnica de las universidades argentinas de gestión estatal utilizando una metodología no paramétrica. A través del Análisis Envoltante de Datos se caracteriza a cada universidad mediante una única puntuación de eficiencia técnica relativa, lo que permite estimar las mejoras necesarias por comparación con un grupo de referencia. Se considera el modelo básico con orientación al producto, cuyos resultados muestran que las universidades tienen en promedio entre un 23,2% y un 23,9% de ineficiencia. Estos resultados son de utilidad para el diseño de políticas universitarias.

Palabras clave: Análisis Envoltante de Datos – Medición de Eficiencia – Universidades

Abstract

This study examines the technical efficiency of Argentine public universities with a non-parametric methodology, the Data Envelopment Analysis. Using this technique a measurement of relative technical efficiency for each university and the necessary improvements by comparison to a peer group are estimated. The results of the basic output-oriented model show that, for all universities, the average level of inefficiency varies from 23.2% to 23.9%. These results are useful for the design of university policies.

Keywords: Data Envelopment Analysis – Efficiency Measurement – Universities

JEL: I21, C14

* Profesora de la Pontificia Universidad Católica Argentina
mariamarta.coria@gmail.com

I. Introducción

En Argentina existen 114 instituciones universitarias, de las cuales 46 son universidades de gestión estatal. Al observar los datos desagregados por universidad, se hace evidente la existencia de una importante heterogeneidad entre ellas. En el sistema universitario conviven instituciones de reciente creación con otras que cuentan con más de 100 años de antigüedad. A su vez, el tamaño de las instituciones es muy diverso. A modo de ejemplo, mientras que 4 universidades tienen menos de 5.000 alumnos, 7 cuentan con más de 50.000. Las instituciones muestran datos muy dispares en cuanto al gasto promedio por alumno (entre \$1.446 y \$7.227 por alumno por año en 2006) y por graduado (entre \$19.600 y \$304.500 en 2005). La gran variabilidad del primer indicador muestra que existe una marcada disparidad en la distribución de los recursos, aún entre universidades con tamaño similar (García de Fanelli, 2005).

El 90% de ingresos con los cuales las universidades de gestión estatal solventan sus gastos proviene de los aportes del Tesoro Nacional. En el año 2006 estos ascendieron a \$3.900 millones (a precios corrientes), lo cual representa el 3,7% del total del gasto público nacional, el 6% del gasto público social y el 0,6% del Producto Interno Bruto (PIB). Entre 2001 y 2006 estos aportes (a precios corrientes) se incrementaron en un 139%. No sólo aumentó el aporte a cada institución universitaria, sino que en el período se crearon dos nuevas universidades nacionales¹. El gasto promedio por alumno aumentó un 123,4% en los años mencionados, pasando de \$1.373 a \$3.068 por alumno por año, a precios corrientes. En los últimos años, además, el Estado Nacional modificó la forma en que otorga los aportes a las universidades. En particular, a partir del ejercicio presupuestario correspondiente al año 1992, los fondos son girados como transferencias globales sin afectación específica, otorgando a las instituciones mayor autonomía en la administración de su patrimonio y de su presupuesto y favoreciendo la capacidad gerencial en la gestión pública (García de Fanelli, 2005).

En este contexto de expansión de la oferta universitaria y de los aportes del Estado Nacional para su sostenimiento y dada la importante heterogeneidad de las instituciones oferentes, resulta interesante analizar los resultados del proceso educativo en términos del producto logrado en comparación con los insumos empleados. En términos generales, es de interés analizar si las instituciones de gestión pública que ofrecen educación universitaria están haciendo un uso eficiente de los recursos con los que cuentan. Cabe destacar que se está haciendo referencia a un concepto de eficiencia técnica. Este es el concepto más utilizado habitualmente en el ámbito público y analiza los procesos productivos y la organización de tareas centrándose en las cantidades de insumos utilizados y en las cantidades de productos obtenidas. La eficiencia técnica se logra si se alcanza el máximo producto o servicio posible con una determinada combinación de factores de producción (orientación al producto); o bien, si se alcanza un nivel de producto o servicio determinado con la mínima cantidad de factores o de recursos combinados en una proporción dada (orientación al insumo).

La medición de la eficiencia de las universidades puede realizarse a través de distintos métodos. Los no paramétricos tienen la ventaja de que no requieren una especificación de la función de producción para poder definir qué unidades están operando en formas eficientes y cuáles no. Además, permiten calcular una única medida de eficiencia (técnica relativa) en procesos donde intervienen una multiplicidad de insumos y de productos. Esto es especialmente importante en el caso de las instituciones que proveen servicios de educación universitaria, dado que las mismas realizan actividades de docencia, investigación y extensión, es decir, son multiproducto.

Este trabajo tiene el objetivo central de medir la eficiencia técnica del conjunto de universidades de gestión estatal a través de una técnica no paramétrica, la del Análisis

¹ También se crearon otras 2 en el año 2007, las cuales aún no ofrecen carreras.

Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en inglés). Esta técnica permite caracterizar a cada una de las unidades mediante una única puntuación de eficiencia relativa y medir las mejoras necesarias en una unidad ineficiente, al compararlas con un grupo de referencia. Se plantearán dos modelos considerando diferentes insumos y se analizarán las características de las universidades que resulten eficientes.

En Argentina son pocos los trabajos que se orientan a la temática planteada. Sin embargo, la misma es relevante por cuanto, como se dijo, el 90% del presupuesto de las universidades de gestión estatal proviene del Estado. Por lo tanto, la eficiencia de este gasto afecta a la eficiencia global del gasto público y de la economía en su conjunto. Poder identificar las características de las instituciones que están operando en forma eficiente posibilita el diseño de políticas que tiendan a aumentar la cantidad de los productos de la educación universitaria y una más eficiente administración de los recursos públicos.

En la siguiente sección se revisan los estudios previos referidos al tema en cuestión. En la tercera sección se plantea la metodología a utilizar. En la cuarta sección se describen los insumos y productos que se considerarán para el cálculo de la eficiencia y se plantean dos modelos alternativos. Luego se calculan las puntuaciones de eficiencia de las universidades de gestión estatal y se analizan los resultados obtenidos. En la quinta sección se presentan las conclusiones.

II. Antecedentes

Una importante cantidad de trabajos se ha centrado en el cálculo de la eficiencia del gasto en educación y de las instituciones educativas. En el caso de las instituciones que proveen educación superior, el interés por esta cuestión radica principalmente en el hecho de que se financian, total o parcialmente, con fondos públicos y, por lo tanto, la eficiencia en el uso de esos fondos afecta a la eficiencia global del gasto público. El marco teórico usualmente utilizado en el análisis económico de la educación es el de la función de producción (Worthington, 2001). Sin embargo, este enfoque presenta numerosos problemas, en general relacionados con la dificultad de especificar una función que relacione los insumos del proceso educativo con el producto, debido a las características complejas del proceso. Por este motivo, una gran cantidad de trabajos busca calcular la eficiencia utilizando métodos estadísticos o matemáticos de cálculo de la frontera de eficiencia. Estos trabajos tienen en común la particularidad de que se centran en las instituciones educativas que tienen mejor desempeño, dado sus insumos; es decir, en las instituciones ubicadas en la frontera de eficiencia (técnica). Dentro de esta línea se encuentran los trabajos que emplean la metodología DEA para medir el desempeño de las instituciones de educación superior en distintos países.

Worthington (2001) presenta una síntesis de los trabajos empíricos donde se calculan fronteras de eficiencia en instituciones educativas, principalmente de países europeos, Estados Unidos y Australia. Por su parte, Rivero (2006) realiza una extensa revisión de trabajos empíricos que evalúan la eficiencia técnica de instituciones de educación superior en distintos países utilizando el método DEA.

Los trabajos que aplican la metodología DEA para el cálculo de la eficiencia de las instituciones de educación superior se diferencian fundamentalmente en la unidad bajo análisis, pudiendo ser ésta las universidades (Carrington, Coelli y Prasada Rao, 2005; Johnes, 2005; Taylor y Harris, 2004; Gómez Sancho, 2001; Athanassopoulos y Shale, 1997) o los departamentos de una misma universidad (Martín Rivero, 2006; Martín Vallespín, 2006; Giménez García y Martínez Parra, 2001; Johnes y Johnes, 1993). Entre los insumos se incluyen, en general, los gastos en personal y de funcionamiento, la cantidad de docentes, de docentes equivalentes a tiempo completo, la relación entre la cantidad de docentes y alumnos, la cantidad de alumnos y la cantidad de investigadores. En cuanto a los productos, los trabajos toman en cuenta, entre otros, a la cantidad de

graduados, las publicaciones científicas y los ingresos obtenidos para investigación. En general, los autores definen distintos modelos alternativos, que difieren en la especificación de los insumos o productos (Martín Vallespín, 2006; Johnes, 2005; Gómez Sancho, 2001), a fin de evaluar la sensibilidad de los resultados a las variables incluidas en los modelos.

En la mayoría de los trabajos, los resultados de la aplicación de la metodología DEA muestran un alto nivel promedio de eficiencia relativa de las unidades consideradas, situación que puede tener distintas explicaciones, en especial teniendo en cuenta que se trata de un sector donde no hay un objetivo de maximización del beneficio. Por un lado, las altas puntuaciones promedio de eficiencia pueden atribuirse, justamente, a que la metodología calcula medidas de eficiencia relativa; por lo tanto, la frontera de producción calculada puede no ser en realidad la verdadera frontera que podría lograrse si las unidades fueran realmente eficientes en el uso de los recursos (Johnes, 2005). Es decir, las puntuaciones de eficiencia utilizando la metodología DEA podrían estar sobreestimadas, aunque las comparaciones entre unidades de producción seguirían siendo válidas.

Otra causa para explicar la aparición de numerosas unidades eficientes y elevados promedios de eficiencia es la existencia de una importante heterogeneidad entre las unidades consideradas, lo cual hace que algunas se ubiquen en segmentos donde no compitan con otras (Martín Vallespín, 2006). Una tercera explicación para este fenómeno puede encontrarse en el hecho de que, si bien las universidades no persiguen un fin de lucro, la creciente competencia entre ellas por atraer recursos (por ejemplo, fondos para investigación) las incentiva a adoptar estrategias para aumentar la eficiencia (Martín Rivero, 2006; Johnes, 2005). Por último, la aparición de numerosas unidades eficientes puede deberse a la cantidad de insumos y productos considerados en el cálculo, dado que, por las características propias del modelo, cuanto mayor sea el número de variables, mayor será la cantidad de unidades eficientes (Martín Vallespín, 2006).

En los últimos años, algunos autores han investigado sobre la eficiencia de las instituciones educativas en Argentina. En el ámbito de la educación primaria y media, algunos trabajos analizan la eficiencia de los establecimientos educativos utilizando el enfoque de la función de producción (Mongan, Santín y Valiño, 2007; Maradona y Calderón 2002). Los resultados obtenidos muestran que el esfuerzo y motivación de los estudiantes, las características socioeconómicas de los alumnos, el efecto de los compañeros de clase sobre el mismo y los insumos escolares son factores preponderantes a la hora de explicar su rendimiento académico. Sin embargo, otros factores son también relevantes, como la disponibilidad de material pedagógico en buen estado.

En relación con la educación superior, la evaluación de la eficiencia se ha realizado a través del cálculo de indicadores. Ortiz (2003) mide la eficiencia de un conjunto de carreras de Ingeniería de una universidad nacional aplicando un indicador de eficiencia, el cual es inversamente proporcional a las pérdidas totales que el mismo registre. El autor concluye que existe una alta ineficiencia en las carreras analizadas según los resultados que arroja el indicador calculado.

Becerra, Cetrángolo, Curcio y Jiménez (2003) en un trabajo sobre el gasto público universitario en Argentina, analizan la eficiencia y asignación del presupuesto de las universidades de gestión estatal, así como la diversidad existente entre las instituciones, a través de algunos indicadores relacionados con la cantidad de egresados, la relación entre esa cantidad y la de ingresantes y el gasto medio por alumno. Los autores encuentran que el sistema universitario de gestión estatal es ineficiente, lo cual se manifiesta en los elevados índices de abandono, el alargamiento de la duración media de las carreras y de las bajas tasas de graduación en comparación con otros países de la región.

En Argentina, si bien la metodología DEA ha sido utilizada para medir la eficiencia en algunas industrias, no hay antecedentes de trabajos que intenten medir la eficiencia del sistema universitario utilizando esta técnica no paramétrica.

III. Métodos para evaluar eficiencia

En la literatura económica pueden encontrarse distintas metodologías para evaluar la eficiencia técnica de las unidades de producción. Todas ellas se basan en la resolución propuesta por Farrell (1957) para cuantificar la eficiencia técnica de un conjunto de unidades productivas, es decir, en la construcción empírica de una función de producción representativa de las mejores prácticas productivas a partir de una serie de datos que representan los insumos y los productos implicados en el proceso productivo.

Las metodologías se diferencian en su carácter paramétrico o no (según se establezca o no una forma funcional particular para la función de producción) y en su carácter determinístico o estocástico (según identifiquen toda la desviación como ineficiencia o no). A su vez, dichas metodologías se agrupan en dos categorías: las aproximaciones no frontera y de frontera. La primera se caracteriza porque no requiere una formulación explícita de un concepto de frontera que delimite el espacio de situaciones posibles, por lo que no es necesario realizar supuestos restrictivos acerca del comportamiento de las unidades objeto de evaluación. La aproximación no frontera no paramétrica más utilizada es la del análisis *cluster*, la cual trata de clasificar en grupos a las distintas unidades cuya eficiencia se pretende analizar, atendiendo a sus características y singularidades. De esta forma, las unidades que aparecen clasificadas en el mismo grupo muestran una eficiencia similar y distinta a la del resto de los grupos. Las aproximaciones no frontera paramétricas estiman, por medio de la regresión, el valor medio de la variable dependiente (producto) en términos de las variables independientes (insumos), es decir, funciones de producción de tipo medio que sirvan como referencia para realizar las mediciones.

Los análisis de frontera estudian la eficiencia de una unidad respecto del mejor comportamiento mostrado por algunas de las unidades de la muestra que formarán parte de la frontera. Las unidades eficientes se sitúan en la frontera de producción, mientras que las unidades ineficientes se encuentran por debajo de dicha frontera. Las aproximaciones frontera de carácter paramétrico se caracterizan porque especifican, a priori, una forma funcional con parámetros constantes, estimándose de manera que las observaciones queden sobre o por debajo de la función. La asunción de una forma funcional explícita para la tecnología constituye su ventaja fundamental, pues cualquier hipótesis puede ser contrastada con rigor estadístico; pero, a su vez, representa una debilidad, pues exige el conocimiento previo de la función de producción que, en la mayoría de los casos, es desconocida. Las aproximaciones de frontera de carácter no paramétrico se caracterizan porque permiten calcular la eficiencia sin la necesidad de especificar a priori una forma funcional de la función de producción. La metodología DEA es una aproximación de frontera no paramétrica que permite calcular la eficiencia técnica relativa de un conjunto de unidades de producción que realizan actividades similares y cuyo proceso productivo es de naturaleza multiproducto, como es el caso de la enseñanza universitaria. Una explicación detallada de la metodología puede encontrarse en Cooper, Seiford y Zhu (2004) y en Coll y Blasco (2006). A continuación se presentan las características más relevantes de la metodología, sus ventajas y limitaciones.

III.1 El Análisis Envolvente de Datos (DEA)

La metodología DEA surge a partir de una investigación referente a la educación en varios centros públicos estadounidenses desarrollada en 1978 por Charnes, Cooper y Rhodes. Es una técnica no paramétrica que permite la construcción de una superficie envolvente, frontera eficiente o función de producción empírica, a partir de los datos disponibles del conjunto de unidades eficientes. Las que no permanecen sobre la frontera

son consideradas ineficientes y la metodología permite evaluar la eficiencia relativa de cada una de las unidades. Es decir, trata de definir la frontera de producción empírica formada por las mejores unidades observadas, construyendo un perímetro de eficiencia por segmentos que envuelve a las unidades estudiadas, para posteriormente cuantificar el grado de eficiencia de las observaciones que forman parte de la muestra, o sea, su distancia con relación a la frontera.

Dado que el concepto de eficiencia considerado es el de la eficiencia técnica, una unidad será eficiente si logra el máximo producto con una cierta cantidad de insumos o bien un determinado producto utilizando la mínima cantidad de insumos.

El supuesto fundamental de la metodología DEA es que si una unidad productiva es capaz de producir un determinado nivel de producto con una cierta cantidad de insumos, entonces otras unidades productivas que cuentan con la misma cantidad de insumos también pueden alcanzar el nivel de producto de la primera. Todas las unidades productivas pueden combinarse para formar una unidad compuesta con insumos y productos compuestos. Dado que esa unidad compuesta no tiene que existir necesariamente, se le llama unidad virtual o ficticia. La clave del análisis reside en encontrar la mejor unidad productiva virtual para cada unidad verdadera. Si la unidad virtual es mejor que la unidad original, porque consigue más producto con el mismo insumo o porque elabora el mismo producto con menos insumos, entonces la unidad original se considera ineficiente. Dicho de otro modo, la metodología DEA considera que una unidad productiva es eficiente si no existe ninguna otra unidad de la muestra que produzca mayor cantidad de alguno de los productos sin producir menos de algún otro y sin utilizar más de alguno de los insumos; o bien, si no existe ninguna unidad productiva que produzca los mismos productos con menor cantidad de algún factor productivo y sin más del resto de factores. Por tanto, el indicador de eficiencia que se obtiene es relativo. La metodología calcula la eficiencia de una unidad productiva en relación al desempeño de otras que producen un bien o servicio de similares características, no respecto a un estándar ideal de desempeño.

Otro supuesto que se realiza para la construcción de la envolvente es la condición de convexidad. Es decir, que si dos insumos pueden producir una unidad de producto, también puede hacerlo cualquier otra combinación lineal de ellos, o lo que es lo mismo, que una combinación lineal de dos unidades productivas (suma ponderada de insumos y productos) es una nueva unidad de producción de tecnología factible, existiendo, por tanto, sustituibilidad perfecta de factores. Adicionalmente, se supone la existencia de libre disponibilidad de insumos y productos o ausencia de congestión, es decir, que el producto no decrece a pesar de que uno o varios de los insumos aumenten.

La medida de eficiencia de una unidad mediante la técnica DEA implica dos pasos básicos: la construcción del conjunto de posibilidades de producción tecnológicamente factibles y la estimación de la máxima expansión (contracción) factible del producto (insumo) de la unidad dentro del conjunto de posibilidades de producción.

Dentro de la metodología se pueden encontrar distintos modelos, de acuerdo a los supuestos utilizados. Estos modelos pueden clasificarse según estén orientados al producto o a los insumos. En el caso de la orientación al producto (insumo), el modelo muestra, dado el nivel de insumos (productos), el máximo incremento proporcional de los productos (insumos), permaneciendo dentro de la frontera de posibilidades de producción. También pueden diferenciarse según el tipo de rendimientos a escala que caracteriza la tecnología de producción. El cálculo de la eficiencia utilizando el supuesto de rendimientos variables a escala permite determinar si la producción se desarrolla con rendimientos crecientes, constantes o decrecientes a escala (Banker, Charnes y Cooper, 1984).

La eficiencia de una unidad productiva se define como el cociente entre la suma ponderada de los productos respecto a la suma ponderada de los insumos. Es decir:

$$h_0 = \frac{vy_0}{ux_0} \quad (1)$$

donde, h_0 es la puntuación de eficiencia de la unidad de referencia 0; y_0 es el vector de productos de la unidad 0; x_0 es el vector de insumos de la unidad 0; v y u son la matriz de pesos de los insumos y productos, respectivamente.

Las ponderaciones surgen de resolver un problema de optimización, donde la función objetivo es (1) y la restricción es que ninguna unidad puede tener una puntuación de eficiencia mayor que 1 usando los mismos ponderadores que la unidad de referencia 0.

El modelo orientado a los insumos, suponiendo rendimientos constantes a escala es:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Max}_{u,v} h_0 = \frac{vy_0}{ux_0} \\ \text{Sujeto a} \\ \frac{uY}{vX} \leq 1 \\ u; v \geq I\epsilon \end{array} \right\} \quad (2)$$

donde Y es la matriz de productos y X es la matriz de insumos.

Al resolver el modelo, si $h = 1$, entonces la unidad considerada será eficiente. Los valores de v y u determinan la importancia de cada insumo y producto a la puntuación de eficiencia. Estos valores son un indicador de la contribución relativa del correspondiente insumo o producto al valor de la eficiencia técnica de la unidad evaluada.

Cuando se considera la orientación al producto y rendimientos constantes a escala el modelo es el siguiente:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Min}_{u,v} h_0 = \frac{vx_0}{uy_0} \\ \text{Sujeto a} \\ \frac{vX}{uY} \geq 1 \\ u; v \geq I\epsilon \end{array} \right\} \quad (3)$$

El problema debe ser solucionado para cada una de las unidades productivas consideradas a fin de obtener la puntuación de eficiencia de cada una de ellas.

A la formulación de los modelos (2) y (3) les corresponde otro modelo asociado, denominado dual, que puede ser utilizado para determinar la solución del primero. El modelo dual, denominado envolvente, es, por cuestiones operativas, el más utilizado en los trabajos empíricos. La formulación del modelo, considerando una orientación al producto con rendimientos constantes a escala es:

$$\begin{array}{l}
 \text{Max}_{\varphi, \lambda, s', s''} Z_0 = \varphi + \varepsilon(Is' + Is'') \\
 \text{Sujeto a} \\
 \varphi y_0 - \lambda Y + s' = 0 \\
 \lambda X + s'' = x_0 \\
 \lambda, s', s'' \geq 0
 \end{array} \quad (4)$$

donde λ son los ponderadores; s' y s'' son las variables de holgura asociadas a los productos e insumos, respectivamente.

Cuando se consideran rendimientos variables a escala, al modelo (4) se le agrega la siguiente restricción:

$$I\lambda = 1 \quad (5)$$

La restricción adicional (5) asegura que la unidad combinada es de tamaño similar a la unidad evaluada y no es una extrapolación de otra unidad combinada que opera en una escala de diferente tamaño. Es decir, la nueva restricción implica que cada unidad de producción tiene la escala de operación óptima para su estructura de productos e insumos y, por tanto, se garantiza que el modelo evalúa la eficiencia técnica pura, sin incluir consideraciones de escala. Esto implica que el modelo compara la eficiencia tomando como referencia unidades productivas que realizan su actividad en una escala similar a la que está siendo evaluada.

La función Z representa el aumento proporcional en los productos que podría ser logrado por la unidad evaluada, dados sus niveles de insumos. Cuando mayor sea φ , más ineficiente será la unidad evaluada. La eficiencia técnica de la unidad considerada es $1/\varphi$ evaluada en el óptimo. La unidad será eficiente si satisface la condición de Pareto-Koopmans, es decir, si y sólo si φ evaluada en el óptimo es igual a 1 y todas las variables de holgura son nulas. Si alguna de éstas es mayor a cero y se cumplen las demás condiciones, la unidad tendrá una eficiencia débil (Coll y Blasco; 2006; Cooper, et al, 2004).

Al aplicar el modelo que supone rendimientos variables, la puntuación de eficiencia obtenida para la unidad es la eficiencia técnica pura, neta de cualquier efecto de escala. Este valor, dividido por el de la eficiencia técnica global que se obtiene al calcular el modelo que supone rendimientos constantes a escala permite obtener la eficiencia de escala. La naturaleza de los rendimientos a escala (crecientes, decrecientes o constantes) se obtiene resolviendo el problema (3) y sumando los ponderadores obtenidos para una unidad determinada. Si la suma es igual a 1, en la unidad prevalecen rendimientos constantes a escala; si es menor, prevalecen rendimientos crecientes a escala y si es mayor a 1, prevalecen rendimientos decrecientes a escala.

III.2 Ventajas e inconvenientes de la metodología

Una vez descritas las principales características de los modelos, es conveniente destacar sus principales ventajas y desventajas (Coll y Blasco, 2006; Martín Rivero, 2006; Herrera y Pang, 2005; Worthington, 2001). Con respecto a las primeras, la metodología DEA permite caracterizar a cada una de las unidades productivas mediante una única puntuación de eficiencia técnica, la cual es relativa. Además, permite medir las mejoras necesarias en una unidad ineficiente (expansión del producto o reducción de los insumos). Asimismo, por ser una técnica no paramétrica, posibilita calcular la eficiencia sin hacer supuestos sobre la relación funcional entre insumos y productos.

Adicionalmente, el método DEA permite manejar múltiples insumos y productos y expresarlos en cualquier unidad de medida, siempre y cuando los mismos tipos de productos e insumos mantengan su homogeneidad en todas las unidades productivas. La posibilidad de considerar procesos de producción multiproducto es la razón fundamental por la cual la metodología ha sido utilizada para evaluar la eficiencia de las instituciones educativas. Otra ventaja del método es que permite calcular la eficiencia en sectores caracterizados por la ausencia de precios, razón por la cual es muy utilizado para evaluar la eficiencia del sector público. Por último, el método ofrece información sobre las unidades productivas analizadas, como la ponderación de insumos y productos, lo que puede ser de utilidad desde la perspectiva de la gestión.

Sin embargo, la metodología DEA presenta algunas desventajas, las cuales deben tenerse en cuenta al analizar los resultados de los modelos calculados. En primer lugar, por su carácter no paramétrico, el método es sensible a la especificación del modelo. Para subsanar esta dificultad, algunos autores desarrollaron pruebas de hipótesis para evaluar la significación estadística de la contribución a la medida de eficiencia de una variable determinada, de manera de evaluar la conveniencia de incluirla en el modelo (Pastor, Ruiz y Sirvent, 2002; Banker, 1996).

En segundo lugar, el método arroja un considerable número de unidades eficientes, reduciendo la utilidad de los resultados finales, a menos que la suma del número de insumos y productos sea pequeña en relación con el número de unidades consideradas. Esto supone una limitación al método DEA y hace que la selección de indicadores representativos deba realizarse de manera muy cuidadosa.

En tercer lugar, por su carácter determinístico, cualquier alejamiento de la frontera se atribuye únicamente a un comportamiento ineficiente, sin tener en cuenta factores aleatorios. Para corregir esta limitación, algunos autores desarrollaron modelos DEA estocásticos (Sengupta, 1987; Olesen y Petersen, 1995).

En cuarto lugar, el modelo básico planteado no permite identificar a aquellas unidades que presentan un comportamiento productivo diferente a los demás (denominados *outliers*). Estas unidades son observaciones que, por peculiaridades internas, se consideran eficientes al no existir otras unidades similares con las que comparar su comportamiento productivo. En una extensión del modelo básico, Wilson (1995) desarrolló una herramienta que permite detectar unidades de producción que presentan comportamientos atípicos a fin de someterlas a un análisis más detallado.

Por último, cabe señalar que la metodología ofrece una medida de la eficiencia relativa. Es decir, una unidad será eficiente en relación con el resto de las unidades bajo análisis, no respecto a un máximo teórico. Esto es así porque son las mejores prácticas observadas las que se utilizan para evaluar a las restantes, es decir, no dependen de una frontera de producción ideal para las comparaciones.

III.3 Elección del modelo

Teniendo en cuenta las características de los modelos planteados y los trabajos empíricos previos, se considera apropiado trabajar con el modelo orientado al producto.

Esta elección se basa en que el grado de control de los gestores de las unidades objeto de análisis, es decir, las universidades, sobre sus recursos es mínimo, ya que éstos vienen determinados en función de unos criterios preestablecidos y fundamentalmente basados en la demanda². Por tanto, resulta razonable suponer que los objetivos de los gestores públicos de las universidades no se orientarán a la minimización de los insumos. A pesar de que la universidad es una entidad compleja, caracterizada por tener una

² La asignación de fondos del Tesoro Nacional a las universidades sigue los criterios fijados en los Acuerdos Plenarios del Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) N°465 y N°508.

multiplicidad de objetivos y de productos y con un proceso de toma de decisiones atomizado (García de Fanelli, 2005), es más razonable suponer que los tomadores de decisión de las universidades tratarán de obtener los mejores resultados, medidos en términos de niveles de producto, a partir de los recursos disponibles. La orientación al producto propuesta coincide con la utilizada en la mayoría de los trabajos previos revisados.

IV. Aplicación del DEA a las universidades argentinas de gestión estatal

IV.1 Insumos y productos considerados

Para calcular la eficiencia del conjunto de universidades de gestión estatal, el primer paso consiste en definir los insumos y productos relevantes.

Las universidades realizan un proceso de producción que implica la prestación del servicio educativo utilizando distintos insumos y que tiene como resultado la transformación de un recurso humano inicial, el alumno, en otro final, el alumno instruido, es decir, el egresado (Piffano, 2005). Las universidades argentinas, además de la actividad docente, desarrollan otras actividades, como la generación de nuevos conocimientos (investigación) y la difusión y transferencia de esos conocimientos al medio donde están insertas (actividades de extensión). Por lo tanto, cualquier medida de la eficiencia de las universidades debe tomar en cuenta esta característica multiproducto del proceso de producción que éstas realizan. Además, las actividades están interrelacionadas y se producen a partir de un conjunto común de insumos, como son los recursos humanos y materiales. Asimismo, en las universidades pueden aparecer sinergias derivadas de la producción conjunta de estas actividades. Entre ellas se encuentran la mejor formación académica de los docentes que realizan actividades de investigación, la posibilidad de obtener fondos adicionales por parte de los grupos de investigación que pueden también utilizarse para la docencia, la mejora de los programas de estudio derivados de un mejor conocimiento de la disciplina y sus perspectivas futuras, entre otros (Melle, 2003).

Además, la educación tiene algunas características particulares que la diferencian de otros procesos productivos, como son la naturaleza múltiple e intangible del producto, la participación del alumno como insumo en el proceso productivo, la heterogeneidad del producto producido, el carácter acumulativo del aprendizaje y la trascendencia de elementos exógenos al contexto educativo (Martín Rivero, 2006; Johnes, 2005; Piffano 2005; Melle, 2003; Worthington, 2001). Todos estos elementos hacen que sea compleja la definición de los insumos y productos que intervienen en el proceso de producción, así como la especificación de una función de producción de educación.

Teniendo en cuenta los insumos y productos considerados en estudios previos, se tomaron en cuenta 4 insumos (alumnos cursantes de carreras de grado y pregrado, los gastos de funcionamiento, la cantidad de docentes investigadores y los recursos humanos de las universidades). Para incluir los recursos humanos se consideran dos medidas alternativas: los gastos en personal y la cantidad de cargos docentes exclusivos equivalentes. Los docentes investigadores considerados son los que participan del Programa de Incentivos a Docentes Investigadores de las universidades nacionales (PIDI) de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación³. En relación con los productos, se incluyen 2: la cantidad de graduados de carreras de grado y pregrado y la cantidad de publicaciones científicas registradas en la base bibliográfica Science Citation Index (SCI). La definición de los insumos y productos se presenta en el Anexo 1.

³ El programa, creado en 1994, tiene como objetivo promocionar las tareas de investigación en el ámbito académico, fomentando una mayor dedicación a la actividad universitaria y la creación de grupos de investigación.

Con respecto a los productos cabe realizar algunas observaciones. En primer lugar, para evaluar los resultados relacionados con la actividad de investigación, sólo se consideran las publicaciones registradas en el SCI, dado que, por falta de disponibilidad de la información, no fue posible incorporar otros indicadores de la productividad científica.

En segundo lugar, no se hacen consideraciones sobre la calidad de los graduados. Si bien el principal producto del proceso de producción educativo son las competencias y habilidades adquiridas por los estudiantes al finalizar sus estudios superiores, las mismas no son una variable observable sino a través de mecanismos que induzcan o promuevan la manifestación del mismo (Piffano, 2005; Melle; 2003). Por esta razón, algunos trabajos (Mongan, et al, 2007; Afonso y St. Aubyn, 2004; Maradona y Calderón, 2002; Mizala, Romaguera y Farren 1998) utilizan como variable para medir el producto los resultados de los exámenes estandarizados que se toman a todos los estudiantes. En Argentina, sin embargo, no hay exámenes de este tipo para evaluar las capacidades y habilidades adquiridas por los estudiantes o graduados universitarios. Adicionalmente, la educación superior utiliza una tecnología insumo-cliente (García de Fanelli, 2005), donde la calidad del producto logrado depende de las características de los insumos y de la acción del grupo de pares, ya que los estudiantes aprenden no sólo gracias a su actividad individual sino a su interacción grupal (Mongan, et al, 2007; Maradona y Calderón 2002). Otra limitación es que no se consideran los subproductos que genera el proceso educativo, es decir, a aquellos estudiantes que, aunque no se graduaron, incorporaron competencias y habilidades en el proceso educativo. Teniendo en cuenta esto, se estaría, en realidad, subestimando el verdadero producto del proceso educativo.

Por último, entre los productos considerados no se tienen en cuenta las externalidades asociadas a los productos generados por las universidades. En la literatura sobre economía de la educación se reconoce que la inversión en educación genera externalidades positivas, dado que no recaen sobre los individuos que realizan la inversión la totalidad de los beneficios generados por la educación que adquieren, así como la contribución de la educación al crecimiento económico.

A pesar de las observaciones realizadas, la elección de los productos del proceso educativo coincide con las consideradas en trabajos previos.

A continuación se presentan las estadísticas descriptivas de las variables consideradas correspondientes al año 2005 para el conjunto de 38 universidades nacionales que ofrecen carreras de grado y pregrado.

Tabla 1
Estadísticas descriptivas de los insumos y productos considerados

	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Gastos en Personal*	71.459.577	42.314.109	88.094.480	11.710.882	480.163.598
Gastos de funcionamiento*	19.353.368	9.396.592	35.772.448	2.676.018	202.136.333
Alumnos	38.362	20.514	61.566	3.772	346.513
Cargos docentes exclusivos equivalente	1.634	926	1.781	237	8.330
Docentes participantes del PIDI	604	337	652	40	3.005
Graduados	1.923	873	3.125	92	16.911
Producción científica	134	36	269	1	1.403

* Valores expresados en pesos corrientes

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Anuario 2005 de Estadísticas Universitarias y CAICYT.

IV.2 Definición de los modelos y resultados

A continuación se procede al cálculo de la puntuación de eficiencia de las universidades de gestión estatal, aplicando el modelo (4), con orientación al producto, suponiendo rendimientos constantes (RCE) y variables a escala (RVE). Se tuvieron en cuenta las universidades que cuentan con ambos productos considerados y aquellas que fueron creadas con anterioridad al año 2000⁴. Por este motivo, las puntuaciones de eficiencia se calcularon para 32 universidades.

Se plantean dos modelos. Ambos incluyen entre los insumos a la cantidad de alumnos, los gastos de funcionamiento, la cantidad de investigadores y una variable que tiene en cuenta los recursos humanos (Modelo 1: gastos en personal; Modelo 2: cargos docentes exclusivos equivalentes). En la Tabla 2 se presentan los resultados generales de las puntuaciones de eficiencia de las universidades consideradas.

Tabla 2
Estadísticas descriptivas de las puntuaciones de eficiencia calculadas

	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Cantidad de universidades eficientes
Modelo 1: RCE	68,04	70,45	25,11	14,7	100	8
Modelo 1: RVE	76,79	78	23,54	32,6	100	12
Modelo 2: RCE	66,54	67,15	25,134	14,7	100	7
Modelo 2: RVE	76,1	77,7	24,17	32,6	100	12

RCE: rendimientos constantes a escala; RVE: rendimientos variables a escala

Fuente: Elaboración propia

Como es de esperar, los modelos con rendimientos variables a escala muestran una mayor cantidad de universidades eficientes, así como también valores superiores de

⁴ Se descartaron las universidades nacionales de Catamarca, Lanús, Tres de Febrero porque no tenían publicaciones o bien no se dispuso de los datos. Las universidades Nacionales de Chilecito y del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires fueron fundadas después del año 2000.

eficiencia promedio, en comparación con los modelos calculados con rendimientos constantes a escala. Siete instituciones universitarias (22% del total) resultan eficientes en los modelos considerados en sus dos versiones.

Comparando los resultados obtenidos al calcular los modelos 1 y 2 (con ambos tipos de rendimientos), las instituciones que son eficientes aplicando el modelo 1 también lo son cuando se aplica el modelo 2, con excepción de una institución al considerar rendimientos constantes a escala. También se observan puntuaciones de eficiencia muy similares para cada institución en ambos modelos.

Con rendimientos variables a escala, las universidades muestran, en promedio, entre un 23,2% y un 23,9% de ineficiencia en sus actividades de docencia e investigación (medidas según las variables consideradas). La ineficiencia promedio, con rendimientos variables o constantes, es menor cuando se considera el gasto en personal como variable para medir los recursos humanos disponibles.

Las 7 instituciones que muestran una puntuación máxima en los 2 modelos con rendimientos constantes y variables a escala presentan características diferentes. El gasto por graduado⁵ en estas instituciones fluctúa entre los \$23.248 y los \$94.697, valor inferior al promedio para las 32 universidades, de \$106.639. Las publicaciones científicas por docente investigador⁶ varían entre las 0,17 y las 0,48, mientras que el promedio para las 32 en las universidades consideradas es de 0,16. De las 7 instituciones, 4 pertenecen al CPRES⁷ Metropolitano y 3 al Bonaerense; 2 de ellas cuentan con más de 50.000 alumnos, 3 tienen entre 20.000 y 40.000 alumnos y las otras 2 tienen menos de 20.000.

En el gráfico 1 se presentan las puntuaciones de eficiencia que arroja el modelo 2 (con rendimientos constantes a escala) y dos indicadores de desempeño, la tasa de egreso⁸ y la producción científica por docente investigador. En cada gráfico se ha marcado con una línea el valor promedio del indicador mostrado, de manera que quedaron divididos en 4 cuadrantes. 13 universidades (41%) tienen puntuaciones de eficiencia y tasa de egreso superior al promedio (cuadrante I del gráfico 1 (a)), 14 universidades (44%) se ubican en el cuadrante IV; 2 en el III y 3 en el II. Estas últimas son universidades con una importante producción científica en comparación con las demás. Las dos instituciones que se ubican en el cuadrante III presentan una producción científica por docente investigador inferior al promedio. Siguiendo con el gráfico 1 (a), en el cuadrante I se ubican el 71% de las instituciones con más alumnos, el 67% con mayor gasto en personal, el 50% con más docentes investigadores y el 67% de las que exhiben mayor producción científica por docente investigador respecto del promedio. En contraposición, el 46% de las instituciones con mayor gasto por alumno y el 80% de las que más gastan por graduado que el promedio se ubican en el cuadrante IV.

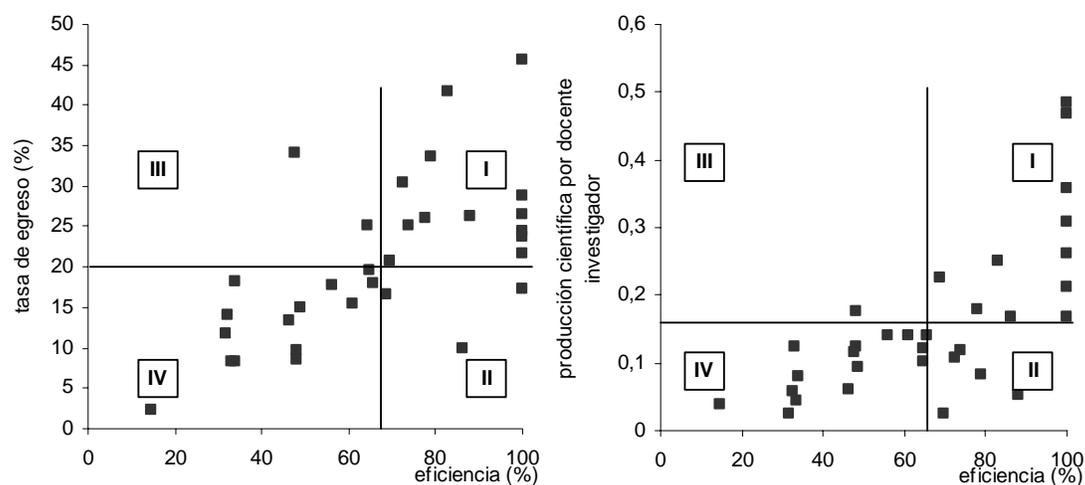
⁵ Cociente entre el gasto total de la institución y la cantidad de egresados de un año particular. Este indicador permite tener una idea del costo promedio de la carrera universitaria por graduado.

⁶ Cociente entre la cantidad de publicaciones científicas registradas en la base bibliográfica Science Citation Index (SCI) y la cantidad de docentes que participan del Programa de Incentivos a Docentes Investigadores (PIDI) del Ministerio de Educación de la Nación.

⁷ Los CPRES (Consejo de Planificación Regional de la Educación Superior) fueron creados por Ley N°24.521 y suman 7

⁸ Definida como el cociente entre la cantidad de egresados de un año particular y la cantidad de ingresantes de 5 años antes. El cálculo de esta tasa de egreso supone una duración teórica promedio de 5 años para todas las carreras de la institución y no tiene en cuenta los fenómenos de desgranamiento y cronicidad. Una medida más exacta de la tasa de egreso de una carrera o de una institución requeriría realizar un análisis de cohortes, información de la cual no se dispone en forma desagregada. De todos modos, la fórmula propuesta permite obtener una medida aproximada de la capacidad de la institución de generar graduados.

Gráfico 1
Puntuaciones de eficiencia respecto de la tasa de egreso y la producción científica por investigador (modelo 2 con RCE)
 2 (a) 2 (b)



En relación con el gráfico 1(b), en el cuadrante I se ubican 11 instituciones (34% del total), 5 se encuentran en el cuadrante II, 1 en el cuadrante III y 15 (47%) en el IV. Todas las universidades con una puntuación máxima de eficiencia tienen a su vez una producción científica por docente investigador superior al promedio. El 70% de las universidades con un mayor gasto por graduado que el promedio se ubican en el cuadrante IV del gráfico 1 (b). En el 1º cuadrante se encuentran la mitad de las universidades con más alumnos, el 53% de las que tienen mejor tasa de egreso, el 67% con más docentes investigadores y el 44% de las que tienen mayor gasto en personal, en todos los casos respecto del promedio. La antigüedad de las universidades incluidas en los diferentes cuadrantes de los gráficos 1 (a) y 1 (b) es muy variable, no observándose relación entre eficiencia y antigüedad.

En la Tabla 4 se presentan las puntuaciones promedio de eficiencia por grupos de universidades, agrupadas según tamaño, siguiendo la clasificación presentada por García de Fanelli (2005)⁹. En los grupos 1 y 2 se ubican las 3 universidades con más alumnos, de las cuales 2 (una de cada grupo) resultan eficientes cuando se consideran los modelos con rendimientos constantes y variables a escala. En estos casos, las puntuaciones de eficiencia obtenidas deben examinarse con cuidado, dado que estas instituciones, por su magnitud, pueden no tener otras instituciones con las cuales compararse. Este es sin duda el caso de la institución comprendida en el Grupo 1, la cual, es *“una mega universidad que, desde el punto de vista del análisis organizacional y económico, requiere un tratamiento diferenciado del conjunto”* (García de Fanelli, 2005, pág. 182).

Las 20 universidades agrupadas en el Grupo 5 son de menor tamaño y muestran, en promedio, un menor nivel de eficiencia que las demás.

⁹ La clasificación se realiza utilizando el método de agrupamiento de datos de cluster de k-medias. Las variables consideradas son la cantidad de alumnos y de inscriptos en el año 2000. En el Grupo 1 se incluye la Universidad de Buenos Aires, en el Grupo 2 las Universidades Nacionales de Córdoba y La Plata, en el Grupo 3 las Universidades Nacionales de Rosario, Nordeste y Tucumán y la Universidad Tecnológica Nacional, en el Grupo 4 las Universidades Nacionales de Lomas de Zamora, Litoral, Comahue, Mar del Plata y Cuyo y el Grupo 5 el resto de las universidades.

Tabla 3
Eficiencia promedio por grupos de universidades, según tamaño.

	Modelo 1		Modelo 2	
	RCE	RVE	RCE	RVE
Grupo 1	100	100	100	100
Grupo 2	93,1	100	91,5	100
Grupo 3	67,1	81,2	65,9	81,0
Grupo 4	81,2	82,9	79,2	81,9
Grupo 5	60,8	70,9	59,3	70,1

Considerando rendimientos variables a escala, en los 5 grupos se encuentran instituciones eficientes, no observándose una relación definida entre el tamaño de las instituciones y el nivel de eficiencia. Este resultado, sin embargo, no debe resultar sorprendente. Las razones son, principalmente, la heterogeneidad de las universidades y el supuesto de rendimientos a escala considerado, según el cual, el modelo calcula la puntuación de eficiencia tomando como referencia unidades productivas con escala similar a la que está siendo evaluada. Por lo tanto, en el modelo que supone rendimientos variables a escala aparecen instituciones eficientes con tamaños muy diferentes. Cuando se consideran rendimientos constantes a escala, no aparece ninguna institución eficiente en el Grupo 3.

IV.3 Eficiencia de escala y rendimientos a escala

La comparación de los resultados obtenidos de los modelos con rendimientos variables y constantes a escala permite calcular la eficiencia de escala. Ésta es el cociente entre la puntuación de eficiencia suponiendo rendimientos constantes a escala y variables a escala.

Las universidades tienen, en promedio, una ineficiencia de escala del 22% o 23%, según la especificación del modelo. Este resultado muestra que las universidades podrían mejorar su eficiencia modificando la escala en la cual están operando. En la Tabla 5 se presentan los valores de la eficiencia de escala para las 32 universidades consideradas y la cantidad de instituciones según el tipo de rendimiento a escala que presentan.

En ambos modelos, todas las instituciones donde prevalecen rendimientos crecientes a escala son de menor tamaño (medido de acuerdo a la cantidad de alumnos) que el promedio. Estas instituciones podrían mejorar su eficiencia incrementando la escala de sus actividades. Por el contrario, las universidades que presentan rendimientos decrecientes a escala tienen tamaño variable; 5 cuentan más alumnos y 6 con un mayor gasto en personal que el promedio. Sin embargo, todas estas instituciones tienen un mayor tamaño, medido en términos de la cantidad de alumnos, que las que muestran rendimientos crecientes a escala.

Tabla 4
Eficiencia de escala y rendimientos a escala

		Modelo 1	Modelo 2
Eficiencia de escala	Media	88%	87%
	Mediana	96%	92%
	Desviación estándar	16%	16%
	Mínimo	38%	38%
	Máximo	100%	100%
Cantidad de instituciones con rendimientos a escala	crecientes	12	12
	constantes	8	7
	decrecientes	12	13

V. Conclusiones

Este trabajo presenta una aplicación de la técnica no paramétrica DEA para la medición de la eficiencia técnica relativa de un grupo de universidades argentinas de gestión estatal. Los resultados obtenidos muestran que las instituciones, considerando rendimientos variables a escala, tienen una ineficiencia promedio del 23,2% o 23,9%, según el modelo especificado. Las puntuaciones de eficiencia obtenidas para cada universidad son muy heterogéneas, siendo en algunas de ellas particularmente bajas.

Una ventaja de la metodología empleada es que permite obtener una única puntuación de eficiencia para cada institución, teniendo en cuenta la multiplicidad de productos que ofrece. Además, los resultados permiten evaluar el desempeño de una institución en relación con las demás y calcular las mejoras necesarias en los productos para que alcancen la frontera de eficiencia. Estas mejoras son de una magnitud importante en las 20 universidades que resultan ineficientes cuando se consideran rendimientos variables a escala. Otra ventaja de la metodología DEA es que, por su carácter no paramétrico, no resulta necesario imponer al proceso de producción una forma funcional determinada, sobre la cual, según surge de los estudios previos, no se tienen demasiados conocimientos empíricos.

Dado que la medida de eficiencia obtenida es relativa, las 7 instituciones que obtuvieron una puntuación máxima de eficiencia en los 2 modelos calculados y en sus 2 versiones, son eficientes en comparación con el resto de las universidades, aunque no necesariamente respecto de una medida teórica de eficiencia absoluta. Algunas de ellas, además, resultan eficientes por ser instituciones con características particulares que hacen que no haya otras con las cuales compararlas. Esta conclusión surge de observar la importante heterogeneidad que caracteriza al conjunto de instituciones y la baja frecuencia de aparición en grupos de referencia de varias de ellas.

En relación con los resultados obtenidos, las instituciones que resultan más eficientes que el promedio tienen un menor gasto por graduado, mejor tasa de egreso y mayor cantidad de publicaciones científicas por investigador que el promedio.

Asimismo, se observa la presencia de ineficiencias de escala en la mayoría de las universidades. Hay 12 instituciones, de menor tamaño que el promedio medido en términos de la cantidad de alumnos, que pueden operar más eficientemente si incrementan su escala. Por el contrario, entre 12 y 13 instituciones, según el modelo considerado, presentan rendimientos a escala decrecientes. Todas estas instituciones

tienen un mayor tamaño, medido en términos de la cantidad de alumnos, que las que muestran rendimientos crecientes a escala.

En síntesis, los resultados sugieren que la mayoría de las universidades pueden incrementar sus productos realizando un uso más eficiente de los insumos con los que cuentan y también, en algunos casos, modificando la escala de sus actividades.

Sin embargo, en el análisis de los resultados obtenidos se deben tener en cuenta las limitaciones de la metodología empleada. En primer lugar, en los modelos planteados sólo se consideraron algunos de los productos que generan las actividades desarrolladas por las universidades. Si bien la elección está en consonancia con los productos utilizados por otros autores que analizan la eficiencia de universidades o departamentos de universidades en distintos países, tal como surge de la revisión realizada, es reconocido en la literatura económica que la educación, entre ellas la universitaria, genera otros bienes sociales y produce externalidades positivas que impactan en la sociedad. Por lo tanto, en realidad, al considerar sólo la cantidad de graduados y de publicaciones científicas como productos de la universidad, se está subestimando el verdadero producto generado por ellas. Esta subestimación afecta principalmente a la medida global de eficiencia calculada y en menor medida a la comparación entre las unidades.

En segundo lugar, la elección de los insumos considerados también merece un comentario adicional. Nuevamente, los insumos incluidos en los modelos coinciden con los empleados en trabajos previos. Sin embargo, los modelos no incluyen ninguna variable que tenga en cuenta las características socioeconómicas de los alumnos, factor que, según estudios previos, es en uno de los determinantes de la graduación.

El trabajo constituye una primera aproximación al estudio de la eficiencia de las universidades, tema que no está exento de dificultades, no sólo por la determinación de los insumos y productos considerados, sino también por la disponibilidad de información que permita realizar análisis más desagregados (a nivel de facultades o incluso de carreras). A pesar de estas consideraciones, los resultados obtenidos son útiles para el diseño de políticas universitarias relacionadas, entre otras, con el dimensionamiento y la financiación del sistema universitario. Los resultados también señalan la necesidad de implementar medidas tendientes a aumentar la cantidad de graduados de las universidades y la productividad de los investigadores.

VI. Anexos

Anexo 1: Definición de las variables utilizadas

A continuación se presentan las definiciones de las variables utilizadas, las que surgen de los anuarios estadísticos publicados por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación.

Gastos en personal: retribución de los servicios personales prestados en relación de dependencia, contribuciones patronales, asignaciones familiares, servicios extraordinarios y prestaciones sociales recibidas por los agentes.

Gastos de funcionamiento: gastos en bienes de consumo, servicios no personales y bienes de uso.

Alumnos: personas que se inscriben para cursar una carrera y a quienes se les asigna un número de legajo. Se incluyen sólo los alumnos de grado y pregrado.

Cargos docentes exclusivos equivalentes (CDEE): surge de la conversión de los cargos docentes con distinta dedicación. En las universidades de gestión estatal, los cargos pueden ser de dedicación simple (CS), semiexclusiva (CSE) o exclusiva (CE). Para calcular la cantidad de cargos exclusivos equivalentes se suman los cargos docentes (CDEE) según la siguiente fórmula: $CDEE = CE + 0,50 * CSE + 0,25 * CS$

Docentes participantes del PIDI: son docentes de universidades nacionales que han sido categorizados y perciben un incentivo por la realización de actividades de investigación.

Graduados: alumnos que completaron todos los cursos y demás requisitos académicos de la carrera a la cual se inscribieron. Se incluyen sólo los graduados de carreras de grado y pregrado.

Producción científica: artículos originales, resúmenes de reunión, cartas, revisiones, notas, correcciones, etc. incorporadas en la base del *Science Citation Index* (SCI).

VII. Bibliografía

- AFONSO, A. Y ST. AUBYN, M (2004). "Non-parametric approaches to education and health expenditure efficiency in OECD countries". ISEG/UTL. Universidad de Lisboa.
- ATHANASSOPOULOS, A. Y SHALE, E. (1997) "Assessing the comparative efficiency of higher education institutions in the UK by means of Data Envelopment Analysis", Education Economics, Vol. 5, Issue 2.
- BANKER, R. (1996) "Hypothesis Tests Using Data Envelopment Analysis". Journal of Productivity Analysis N°7.
- BANKER, R.; CHARNES, A. Y COOPER, W. (1984) "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis". Management Science, Vol 30 N°9.
- BECERRA, M.; CETRÁNGOLO, O.; CURCIO, J. Y JIMÉNEZ, J. (2003). "El gasto público universitario en Argentina". Documento de Trabajo N°8. Banco Mundial.
- CARRINGTON, R.; COELLI, T. Y PRASADA RAO, D. (2005). "The performance of Australian universities: conceptual issues and preliminary results". Economic Papers Vol. 24 N°2.
- CHARNES, A.; COOPER, W. Y RHODES, E. (1978). "Measuring Efficiency of Decision Making Units", European Journal of Operational Research, N° 2.
- COLL SERRANO, V. Y BLASCO BLASCO, O. (2006). "Evaluación de la eficiencia mediante el Análisis Envolvente de Datos". Universidad de Valencia.
- COOPER, W.; SEIFORD, L. Y ZHU, J. (2004). "Data Envelopment Analysis: Models and interpretations" en Handbook on Data Envelopment Analysis. Kluwer Academic Publisher.
- FARRELL, M. (1957). "The measurement of productive efficiency", Journal of the Royal Statistical Society, N° 120.
- GARCÍA DE FANELLI, A. (2005). "Universidad, organización e incentivos" Fundación OSDE Miño y Dávila Editores.
- GIMÉNEZ GARCÍA, V. Y MARTÍNEZ PARRA, J. (2001) "Eficiencia de costes en la universidad: una aplicación a los departamentos de la UAB". X Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación.
- GÓMEZ SANCHO, J. (2001). "La evaluación de la eficiencia en las universidades públicas españolas" X Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación.
- HERRERA, S. Y PANG, G. (2005). "Efficiency of Public Spending in Developing Countries: An Efficiency Frontier Approach" World Bank Policy Research WP N°3645.
- JOHNES, G. Y JOHNES, J. (1993). "Measuring the research performance of UK economics departments: an application of data envelopment analysis". Oxford Economic Papers, N°45.

JOHNES, J. (2005). "Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education". *Economics of Education Review* N°25.

Ley de Educación Superior N°24.521

MARADONA, G. Y CALDERÓN M. (2002). "Una aplicación del enfoque de la función de producción en educación". Reunión Anual de la AAEP, Tucumán.

MARTÍN RIVERO, R. (2006). "La eficiencia en la asignación de recursos destinados a la educación superior: el caso de la Universidad de La Laguna". Serie Tesis Doctorales. Universidad de La Laguna, España.

MARTÍN VALLESPÍN, E. (2006). "An application of the Data Envelopment Analysis Methodology in the performance assessment of the Zaragoza University Departments". Documento de Trabajo 2003-06.

MELLE HERNÁNDEZ, M. (2003) "Criterios de eficiencia en las Facultades de Economía y Empresa y empleabilidad de sus titulados. Un análisis aplicado a España (1995-2002). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, España.

MIZALA, A., ROMAGUERA, P. Y FARREN, D. (1998) "Eficiencia técnica de los establecimientos educacionales en Chile". Serie Económica N°38. Universidad de Chile.

MONGAN, J.; SANTIN, D. Y VALIÑO, A. (2007) "Igualdad de oportunidades educativas y eficiencia productiva: una aproximación empírica con aplicación al caso de la provincia de Buenos Aires". Reunión Anual de la AAEP, Bahía Blanca.

OLESEN, O. Y PETERSEN, N. (1995). "Chance constrained efficiency evaluation". *Management Science*, Vol. 41, N°3.

PASTOR, J., RUIZ, J., Y SIRVENT, I. (2002). "A statistical test for nested radial DEA models". *Operations Research*, Vol 50 N°4.

PIFFANO, H. (2005) "Microeconomía aplicada a la educación superior" PreBI/SeDICI/UNLP.

ORTIZ DE GUEVARA, E. (2003) "Un intento de medición de la eficiencia en educación superior. El caso de las ingenierías en la Universidad Nacional del Sur". Reunión Anual de la AAEP, Mendoza.

Secretaría de Políticas Universitarias (2006) "Anuario 2006 de Estadísticas Universitarias". Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de Argentina.

Secretaría de Políticas Universitarias (2005) "Anuario 2005 de Estadísticas Universitarias". Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de Argentina.

SENGUPTA, J. (1987). "Data Envelopment Analysis for efficiency measurement in the stochastic case". *Computers and Operations Research* 14 (2).

TAYLOR, B. Y HARRIS, G. (2004) "Relative efficiency among South African universities: A data envelopment analysis". *Higher Education* N°47.

WILSON, P. (1995) "Detecting influential observations in Data Envelopment Analysis".
Journal of Productivity Analysis, N°6.

WORTHINGTON, A. (2001). "An Empirical Survey of Frontier Efficiency Measurement
Techniques in Education" Education Economics, Vol. 9, No. 3.