



Coloquios



La evaluación de la actividad docente: un análisis a partir de la técnica DEA

Hugo Javier Fuentes Castro*

Introducción

La adecuada evaluación del desempeño es fundamental, ya que impacta en la generación de los incentivos, los cuales determinan en gran medida el comportamiento de los individuos dentro de las organizaciones. Una evaluación correcta afecta en diferentes aspectos como atraer o desalentar candidatos, retener trabajadores o promover su renuncia; indica lo que valora una organización castigando o premiando actividades.

La educación no es la excepción y en torno a la evaluación del profesor se han escrito una gran cantidad de artículos. De hecho, como lo señalan Danielson y McGreal (2000), los investigadores están concibiendo la evaluación de los profesores como un mecanismo para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en las aulas. La importancia entonces de la evaluación de la educación está no sólo en mejorar el desempeño del profesor, sino en el impacto que tiene en la sociedad al generar individuos con mejores conocimientos, habilidades, actitudes y valores.¹

Del profesor se evalúa tanto su actividad docente como no docente, entendiéndose por esta última la investigación y la consultoría. La investigación ha sido evaluada normalmente utilizando número de libros, artículos y ponencias, ponderando las cifras por la importancia del medio en que fue escrito, calificando a su vez la importancia de acuerdo

* Departamento de Economía de la Empresa, Universidad Autónoma de Barcelona. Este artículo fue presentado en el coloquio "Reflexiones en torno a la formación del economista", realizado el 14 de marzo de 2002 en el Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE). Correo electrónico: hfuentes27@hotmail.com.

¹ Sanders, Wright y Horn (1997) analizan el impacto que tienen sobre la enseñanza el profesor y otros factores que afectan el contexto de la clase, como son el número de alumnos o la heterogeneidad del alumnado sobre la enseñanza. El resultado muestra que el profesor tiene un mayor impacto que el resto de los factores en la ganancia académica.

con un canon preestablecido. Por otra parte, la consultoría se evalúa por los ingresos que atrae a la institución o bien por el impacto social de ésta.²

En México, la evaluación del docente se realiza en la mayoría de los casos a través de los cuestionarios que contestan los alumnos y cuyas preguntas buscan calificar habilidades y actitudes que el profesor tiene ante su grupo. El objetivo de este artículo es apoyar la evaluación de la actividad docente utilizando Data Envelopment Analysis (DEA) a partir de los cuestionarios que se utilizaron para evaluar al profesorado en una universidad mexicana. Además, se busca que el instrumento contestado por el alumno brinde información adicional más allá de las preguntas que lo conforman y, de esta manera, mejorar la calidad no sólo de la evaluación del docente, sino del resto de las decisiones que están en torno al proceso educativo y a la gestión de la institución de enseñanza.

Incentivos y evaluación

Como lo señalan Milgrom y Roberts (1992), toda organización, para su buen funcionamiento, necesita una buena coordinación y motivación y, para llevar a cabo estas tareas, los sistemas de incentivos desempeñan un papel fundamental. Los incentivos, que tienen un impacto sobre la remuneración, se pueden clasificar en dos: Retribución por Incentivos Explícitos (RIE) y Retribución por Incentivos Implícitos (RII).

RIE se caracteriza porque liga la retribución a la productividad; ejemplos de estos sistemas son el pago a destajo, comisiones por ventas y las opciones de compra de acciones para ejecutivos. Con este tipo de retribución, la articulación del desempeño es sencilla y la medición del producto no es complicada.

RII no liga la retribución a la productividad de una manera directa, ya que utiliza supervisiones sobre el trabajo que están basadas en criterios inarticulados y subjetivos que impactan a pagos, aumentos, promociones y despidos. Una característica en torno a RII es que se utiliza cuando es difícil especificar el desempeño deseable y es complicado evaluar después de que la actividad fue realizada.

Tanto RIE como RII necesitan la evaluación para alimentarse y dar incentivos a los agentes involucrados. Siguiendo a Lazear (1998), la

² En México se pueden encontrar trabajos como el de Puchet (2001) y Esquivel (2002) que analizan la productividad del investigador.

La evaluación de la actividad docente: un análisis a partir de la técnica DEA

evaluación tiene como objetivos *i)* obtener información sobre las habilidades generales del trabajador y *ii)* obtener información sobre las habilidades específicas del trabajador. Para alcanzar estos dos objetivos, toda evaluación tiene que contestar tres preguntas: 1) ¿Cómo se debe medir?, 2) ¿Debe ser una medición absoluta o relativa? y 3) ¿Con qué frecuencia se debe evaluar y a quién?

- 1) ¿Cómo se debe medir? Para el caso de RIE se necesita una evaluación transparente ligada al resultado, por lo que su aplicación es poco recomendable ante actividades complejas donde es difícil evidenciar la relación de resultado y esfuerzo. Por su parte, RII necesita estándares que finalmente impacten en el volumen de la remuneración y en la posibilidad de promociones. En especial, este tipo de medidas está ligada a la subjetividad por lo que su aplicación llega a ser incómoda, poco fiable y sujeta a actividades de influencia, lo que tiende a acumular las calificaciones en los niveles superiores, como lo muestran Medoff y Abraham (1980).
- 2) ¿Debe ser una medición absoluta o relativa? La aproximación absoluta mide el desempeño según una escala determinada e inmutable. Un punto a favor es que no elimina la cooperación entre los individuos evaluados, mientras que un punto en contra es que incide en la presencia de actividades de influencia por parte de todos los evaluados (en conjunto) para cambiar el estándar de medición. La aproximación relativa mide comparando el desempeño de los agentes. En contra, se debe resaltar que inhibe la cooperación cuando importa el orden relativo y propicia actividades de influencia global tendientes a disminuir el estándar.
- 3) ¿Con qué frecuencia y a quién se debe evaluar? Siguiendo a Lazear (1990), podría señalarse que, con respecto a la frecuencia:
 - i)* A mayor capital humano específico, debe disminuir la frecuencia en la evaluación.
 - ii)* A mayor experiencia, menor frecuencia en la evaluación.
 - iii)* Mayor frecuencia es válida, mientras esto disminuya los costos medios de la evaluación y modifique el comportamiento.

¿A quién se debe evaluar y cómo evaluar?

- i) A mayor antigüedad, debe evaluarse por logros y no por habilidades.
- ii) La evaluación no es recomendable si la productividad del puesto tiende a ser la misma en diferentes empresas.

Evaluación y educación

La evaluación en la educación se aplica en diferentes circunstancias; por ejemplo, cuando el docente es contratado o si está en juego una promoción o, en su caso, un aumento de sueldo. También el docente puede estar sujeto a evaluaciones periódicas realizadas al final de cada ciclo escolar.

Los escenarios contractuales también son diferentes. Una opción es “ascender o marcharse” (“up or out”), que consiste en que el docente sujeto a una evaluación tendrá que irse de la organización si no supera la prueba y, en caso de lograrlo, gana un puesto vitalicio. Otra opción es que el profesor sea contratado bajo un contrato marco y el puesto al que tenga acceso no sea vitalicio. La frecuencia de la evaluación es mayor en este caso que en la opción de “ascender o marcharse”.

En educación, los incentivos son en esencia del tipo RII y la evaluación de la actividad docente gira en torno a esta forma. Dentro de las diferentes evaluaciones que se pueden realizar, una muy común consiste en que la organización en la que labora el docente o una institución calificada puede aplicar directamente una evaluación sobre el profesor, como sucede con los procesos de certificación. Por ejemplo un observador va al salón de clases y realiza una lista de verificación de aspectos que se consideran importantes durante un espacio de tiempo definido, como pueden ser 30 minutos.³

Otras vías son el llamado “portafolios” y el “*dossier* profesional”, los cuales reúnen un conjunto de evidencias como test, monitoreo de actividades, materiales didácticos y cuestionarios a alumnos. Todo lo anterior está destinado a tratar de captar la complejidad de la enseñanza, donde el reto es un manejo adecuado de la información.⁴

Por otra parte, está la autoevaluación que hace el docente de su actividad, la cual puede realizarse a partir de un patrón de priorida-

³ Un análisis de este sistema lo tienen Loup *et al.* (1996).

⁴ Kenneth , Stevens, Mack (2001) muestran la ventaja del uso del *dossier* como una forma de simplificar el manejo de la información.

des que le presenta la organización educativa o, en otros casos, sin una guía preestablecida.

En otros casos, sólo se considera como evaluación la opinión del alumnado que sigue una guía de preguntas que la propia escuela genera, o bien, se realiza sin orientación previa.

Como ya se señaló, en México la evaluación del docente se realiza, en la mayoría de los casos, a través de los cuestionarios que contestan los alumnos y cuyas preguntas buscan evaluar habilidades y actitudes que el profesor tiene ante su grupo. Esta práctica puede observarse esencialmente en instituciones de educación superior como la Escuela de Dietética y Nutrición (EDN), el Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), la Universidad de las Américas (UDLA), la Universidad Iberoamericana (UIA), y la Universidad Panamericana (UP).

El objetivo del artículo es mejorar la evaluación que se hace del docente y apoyar el resto de decisiones que están en torno al proceso educativo y a la gestión de la institución. Para lograr dicho objetivo, en este artículo se realizan tres ejercicios. El primero consiste en que, a partir de los cuestionarios que fueron realizados por los alumnos de una universidad mexicana, se realiza un análisis de frecuencia de los resultados y se aplica una regresión logística con variable dependiente binaria que permita relacionar las características del docente con su desempeño. A partir de los resultados se busca contestar tres preguntas que involucran al proceso educativo y a la gestión de la institución: 1) ¿Orienta a mejorar el monitoreo, el reclutamiento y el tipo de apoyo que necesita el profesor para mejorar su desempeño?, 2) ¿Es la tecnología educativa un factor para que el profesor sea bien evaluado?, 3) ¿Tienden a concentrarse las evaluaciones de los profesores en los niveles altos de la evaluación, dificultando con esto diferenciar el desempeño de los profesores?

El segundo ejercicio es que, a partir de los cuestionarios que fueron realizados por los alumnos, se utiliza DEA. Con los resultados obtenidos se aplica una regresión logística que permita relacionar las características del docente con su desempeño. Una vez más, a partir de los resultados obtenidos se contestan las tres preguntas antes formuladas.

Finalmente, en el tercer ejercicio, a partir de los resultados se propone una evaluación del profesorado que considere la utilización de DEA.

Información

La universidad que proporcionó la información ha tenido como preocupación y meta principal la docencia, rediseñando el proceso educativo al aplicar técnicas didácticas y tecnología y enfocándose en mejorar la evaluación de la práctica docente del profesorado. Como ya se indicó, la evaluación al docente utiliza la opinión de los alumnos en busca de retroalimentación y medición del desempeño.

El cuestionario que se aplica al alumnado consiste en 15 preguntas que, en su conjunto, buscan conocer la adecuación del desempeño del profesor a la misión de la institución, el uso de la tecnología educativa y su impacto en el aprendizaje. Sin embargo, en concreto, *la evaluación del profesor en un salón se extrae del promedio de las calificaciones que obtuvo en la pregunta 14.*⁵

El instrumento utiliza una escala de 1 (mejor desempeño) a 7 (peor desempeño) para las contestaciones, y se considera una práctica adecuada la que es menor o igual a 2.5 en promedio. La encuesta es recopilada por vía electrónica al final de cada periodo escolar y a ella no tienen acceso profesores ni directores. Con lo anterior, se evita la presencia de actividades de influencia entre profesor y directivos y se enfoca a que el docente mejore su desempeño. Sin embargo, puede tender a incentivar la presencia de actividades de influencia entre profesor y alumnos, dando lugar al alza de los promedios y disminuyendo la capacidad discriminadora de las calificaciones.

Se tomó la información de 343 salones impartidos por 163 profesores y pertenecientes a diferentes departamentos como economía, administración, finanzas y contabilidad.

Del cuestionario que responde el alumno se extrae:

EV: Evaluación que recibe el profesor como promedio de la pregunta 14 en un salón. La escala va de 1 (mejor desempeño) a 7 (peor desempeño).

Como datos adicionales a la evaluación se consideran:

DE: Desviación de las calificaciones que reciben los alumnos en cada salón. Con esta variable se pretende captar la capacidad que tiene el profesor para diferenciar el desempeño de cada alumno.

⁵ La pregunta 14 dice: Tomando en cuenta todos los aspectos anteriores (resto de preguntas), ¿su desempeño fue excelente?

La evaluación de la actividad docente: un análisis a partir de la técnica DEA

EXP: Años en la institución. Con esta variable se capta la experiencia que tiene el profesor en la institución.

GRADO: 1 = Doctor, 0 = Menor grado académico. Se busca diferenciar los salones que fueron impartidos por doctores de los que no lo fueron.

TEC: 1 = Con tecnología educativa, 0 = sin tecnología educativa. Se busca diferenciar los salones cuya materia tuvo integrada una técnica educativa o el uso de plataforma tecnológica como apoyo para llevar a cabo las sesiones.

SEX: 1 = Hombre, 0 = Mujer. Se busca diferenciar por sexo y saber si esto impacta para pertenecer al grupo de los mejor evaluados.

EDOCIVIL: 1 = casado, 0 = Otro. Se busca diferenciar por estado civil y con ello saber si esto es un factor para alcanzar una buena evaluación.

CONTRATO: 1 = planta, 0 = Otro. Se busca diferenciar por tipo de contrato y saber si esto es un factor para ser bien evaluado.

PROM: Promedio de calificaciones que reciben los alumnos por salón.

Análisis del instrumento de evaluación

Como preámbulo a la aplicación de DEA, a partir de la información se realizó un análisis de frecuencia y la aplicación de una regresión logística, en donde se consideró con $BMTEC = 1$ a los profesores que tienen un buen desempeño (entre 1 y 2.5) y $BMTEC = 0$ al resto. Lo anterior se hizo para conocer la utilidad de este instrumento no sólo en la evaluación del docente, sino en decisiones que están en torno al proceso educativo y a la gestión de la institución. Con los resultados obtenidos se busca responder a las tres preguntas ya señaladas: 1) ¿Orienta a mejorar el monitoreo, el reclutamiento y el tipo de apoyo que necesita el profesor para mejorar su desempeño?, 2) ¿Es la tecnología educativa un factor para que el profesor sea bien evaluado?, 3) ¿Tienden a concentrarse las evaluaciones en los niveles altos de la evaluación, dificultando con esto diferenciar el desempeño de los profesores?

Del cuadro 1, que muestra el análisis de frecuencia, se desprende que el 84.26% de la muestra se encuentra entre 1 y 2.5 de la evaluación. Éste es un riesgo de los métodos subjetivos de evaluación. Trabajos como el de Medoff y Abraham (1980) muestran que las evaluaciones subjetivas tienden a acumularse en los niveles superiores y no logran diferenciar el desempeño de los agentes evaluados.

El cuadro 2 muestra el resultado de la estimación Logística:

Cuadro 1. Frecuencia de evaluaciones. Rango de evaluación: 1-7

Clase	Límite inferior	Límite superior	Punto medio	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada
en o por abajo	0.0	0.0		0	0.0000	0	0.0000
1	0.0	0.5	0.25	0	0.0000	0	0.0000
2	0.5	1.0	0.75	3	0.0087	3	0.0087
3	1.0	1.5	1.25	103	0.3003	106	0.3090
4	1.5	2.0	1.75	118	0.3440	224	0.6531
5	2.0	2.5	2.25	65	0.1895	289	0.8426
6	2.5	3.0	2.75	30	0.0875	319	0.9300
7	3.0	3.5	3.25	17	0.0496	336	0.9796
8	3.5	4.0	3.75	5	0.0146	341	0.9942
9	4.0	4.5	4.25	1	0.0029	342	0.9971
10	4.5	5.0	4.75	1	0.0029	343	1.0000
encima	5.0			0	0.0000	343	1.0000

Media = 1.91146

Desviación estándar = 0.628145.

Cuadro 2. Regresión logística de encuesta
Bmtec = 1 (EV: 1-2.5)

<i>Test omnibus de los coeficientes del modelo</i>				
		<i>Chi cuadrada</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
Etapa 1	Etapa	9.514	7	0.218
	Bloque	9.514	7	0.218
	Modelo	9.514	7	0.218

<i>Variables de la ecuación</i>							
		<i>B</i>	<i>S.E.</i>	<i>Wald</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>	<i>Exp(B)</i>
Etapa 1	DE	-0.011	0.022	0.244	1	0.621	0.989
	EXP	0.018	0.053	0.118	1	0.731	1.018
	SEX	-0.842	0.350	5.797	1	0.016	0.431
	EDOCIVIL(1)	0.199	0.342	0.340	1	0.560	1.220
	CONTRATO(1)	-0.259	0.368	0.496	1	0.481	0.772
	TEC(1)	-0.587	0.358	2.691	1	0.101	0.556
	GRADO(1)	0.252	0.415	0.367	1	0.545	1.286
	Constant	2.483	0.669	13.766	1	0.000	11.977

^a Variables introducidas en la etapa 1: DE, EXP, SEX, EDOCIVIL, CONTRATO, REDISEÑA, GRADO.

$$\text{Logit}[\text{pr}(\text{BMTEC} = 1)] = \beta_0 + \beta_1 \text{DE} + \beta_2 \text{EXP} + \beta_3 \text{GRADO} + \beta_4 \text{TEC} + \beta_5 \text{SEX} + \beta_6 \text{EDOCIVIL} + \beta_7 \text{CONTRATO}$$

La prueba chi-cuadrada 9.514 (.218) con 7 grados de libertad indica que el modelo no es significativo. Si se observa el resultado de cada una de las variables, la única variable significativa es SEX, -0.842 (0.016) a un nivel de significancia del 5%. El *odds ratio*, 0.43, indica que la mujer tiene una mayor probabilidad con respecto al hombre de encontrarse entre los mejores evaluados.

Con los anteriores resultados se puede contestar a las preguntas que se plantearon. Sobre si la evaluación orienta a mejorar el monitoreo, el reclutamiento y el tipo de apoyo que necesita el profesor para mejorar su desempeño, la respuesta es negativa. Lo único que se puede afirmar es que ser hombre no es un factor determinante para estar dentro del grupo de los mejor evaluados y que la mujer tiene mayor probabilidad. Por otra parte una buena evaluación no depende del uso de la tecnología educativa. Finalmente, las evaluaciones tienden a concentrarse en los niveles altos de evaluación.

Como ya se indicó, en este trabajo se muestra la aplicación de DEA a partir de los cuestionarios de opinión que realizan los alumnos y, con los resultados obtenidos, se utiliza una regresión logística para tener no sólo una mejor información sobre el desempeño del profesor, sino también del resto de decisiones que están en torno al proceso de enseñanza y a la gestión de la institución educativa.

Data Envelopment Analysis

La utilización de la técnica denominada Data Envelopment Analysis se ha enfocado al campo de la producción para la medición de la eficiencia o, en su caso, para proporcionar las estimaciones necesarias para estimar la productividad. DEA fue creada por Charnes, Cooper y Rhodes (1978, 1981) y no requiere la especificación de ninguna forma funcional para la construcción de la frontera, la cual se crea a partir de la combinación lineal convexa de empresas eficientes, contra las que se compara cada empresa, permitiendo obtener la distancia a ésta. Toda desviación con respecto a la frontera es considerada como ineficiencia, por lo que la medición tiene un carácter determinístico.

Con una orientación en el espacio de los productos, sea $Y^t = \langle y_1^t, y_2^t, \dots, y_M^t \rangle \in R_+^M$ el vector de productos producido por $X^t = \langle x_1^t, x_2^t, \dots, x_N^t \rangle \in R_+^N$ que expresa el vector de insumos en el periodo t . La tecnología del periodo t determina las posibles combinaciones de insumos-producto observados en t y asumiendo: convexidad, estricta disponibilidad de productos e insumos y rendimientos constantes de escala; el método de programación lineal basado en DEA que evalúa a la empresa K puede formularse como:

$$\begin{aligned} & \text{MAX } \Theta & (1) \\ & \Theta, \lambda \\ \text{s.a. } & X^{tK} \geq X^t \lambda & (1a) \\ & \Theta Y^{tK} \leq Y^t \lambda & (1b) \\ & \lambda \geq 0 & (1c) \end{aligned}$$

Donde la primera restricción señala que el nivel de insumos empleado por la unidad K debe ser al menos igual a la combinación lineal convexa de las empresas de referencia. La segunda restricción muestra

La evaluación de la actividad docente: un análisis a partir de la técnica DEA

que el nivel de producto corregido por la variable θ debe ser menor o igual al producto producido por la combinación lineal convexa de las empresas de referencia. La tercera condición asegura la no negatividad de λ que representa la combinación lineal de las empresas eficientes. La flexibilidad de DEA permite trabajar con rendimientos variables de escala, para lo cual, basta agregar al anterior modelo matemático la restricción $\Sigma\lambda = 1$.

El resultado de este modelo puede adoptar valores comprendidos entre 1 y ∞ , $1 \leq \Theta < \infty$. Si $\Theta = 1$, la observación es eficiente, no siendo este el caso cuando $\Theta > 1$. Siguiendo la gráfica 1 la empresa A es ineficiente al no encontrarse sobre la frontera y el valor de $\Theta > 1$. Mientras tanto, cualquier punto sobre la frontera como k toma un valor igual a $\Theta = 1$.

$(\Theta - 1)$ es el incremento proporcional que debe hacer la empresa para llegar a la frontera, manteniendo el resto de insumos constantes. Si $\Theta = 1.8$ significa que la empresa debe incrementar en un 80% su producción para llegar a la frontera; ese punto se representa en A'. En algunos casos el resultado desde el espacio de los productos se reporta como $1/\Theta$, acotándose ahora entre cero y uno.

Como ventajas adicionales a la posibilidad de no cometer errores de especificación se encuentran:

- La posibilidad de utilizar múltiples productos e insumos, al mismo tiempo que permite la introducción de insumos discretos y variables de entorno y la generalización del modelo para incorporar la opinión de expertos.⁶
- Dado el planteamiento tradicional que se utiliza en este trabajo de DEA, éste emplea una medición radial que permite tener una

⁶ Variables ambientales y, en su caso, definir *a priori* el conjunto eficiente de empresas contra el que se contrastará el resto.

Variables discretas o temporalmente fijas, como en Banker y Morey (1986), sustituyendo en la función (1) la restricción (1b) por las restricciones

$$\Theta Y_V^K \leq Y\lambda \quad (1.1b)$$

$$Y_F^K \leq Y\lambda \quad (1.2b)$$

donde

Y_V^K son productos variables

Y_F^K son productos fijos

Variables no estrictamente positivas, agregando variables como $\gamma \geq 0$ y $\delta \geq 0$ en insumos y/o productos, respectivamente, eliminando las observaciones negativas o iguales a cero.

interpretación directa del efecto que tiene la eliminación de la ineficiencia técnica sobre costos e ingresos, respectivamente.⁷

- Una ventaja adicional la brinda la versión dual del problema (1), la cual permite conocer los precios sombra involucrados.

Hasta ahora se indicó como desventaja de la aproximación DEA el carácter determinístico de la medición; sin embargo, también se pueden citar tres limitaciones adicionales:

- 1) Dada la naturaleza radial de la medición de la eficiencia empleada por DEA y la forma lineal con que se construye la tecnología (frontera), la estimación es congruente a la definición Debreu-Farrell y alejada de la propuesta de Koopmans.⁸
- 2) El número de empresas catalogadas como eficientes es sensible al número de insumos y/o productos empleados en la estimación.
- 3) La sensibilidad de los resultados a distinta selección de variables y el sesgo que impone la presencia de observaciones extremas. Se debe subrayar que estas dos limitaciones no son exclusivas de DEA, y las experimentan tanto las técnicas econométricas como la programación lineal paramétrica.

De la misma manera que se puede evaluar desde el espacio de los productos, se puede hacer desde el espacio de los insumos, teniendo

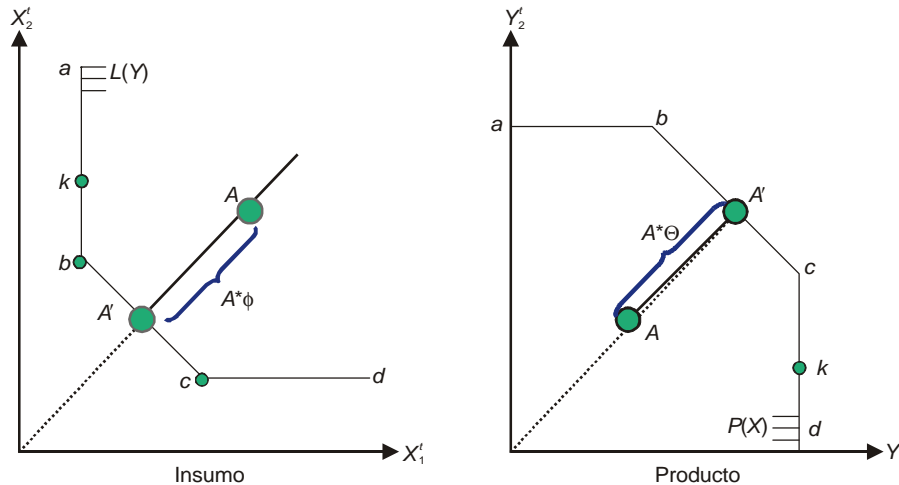
$$\begin{array}{ll} \text{MIN } \phi & (2) \\ \phi, \lambda & \\ \text{s.a. } \phi X^{tK} \geq X^r \lambda & (2a) \\ Y^{tK} \leq Y^r \lambda & (2b) \\ \lambda \geq 0 & (2c) \end{array}$$

La estimación desde el espacio de los insumos puede hacerse aplicando rendimientos variables a escala, introduciendo la restricción $\sum \lambda = 1$.

⁷ La medición radial implica, desde el espacio de los insumos, la reducción equiproporcional de los insumos dado el nivel de producto. Desde el espacio de los productos, significa el crecimiento equiproporcional de los productos dado el nivel de insumos.

⁸ Para la definición Debreu-Farrel, basta estar sobre la frontera para ser considerado eficiente, en tanto que, para la definición de Koopmans, se requiere estar donde la frontera tenga pendiente negativa.

Gráfica 1. DEA



El resultado de este modelo puede adoptar valores comprendidos entre 1 y 0, $\phi \leq 1$. Si $\phi = 1$, la observación es eficiente, no siendo éste el caso cuando $\phi < 1$. Siguiendo la gráfica 1, la empresa A es ineficiente al no encontrarse sobre la frontera y el valor de $\phi < 1$. Mientras tanto, cualquier punto sobre la frontera como k toma un valor igual a $\phi = 1$.

$(\phi - 1)$ es el decremento proporcional que debe hacer la empresa para llegar a la frontera, manteniendo el resto de productos constantes. Si $\phi = 0.8$ significa que la empresa debe reducir en un 20% sus insumos para llegar a la frontera, representándose ese punto en A'.

DEA y la evaluación del docente

Para la aplicación de DEA, se describirá la evaluación como un proceso de producción en el que la nota que reciben los alumnos es el insumo para la evaluación que hacen los alumnos del profesor. Por lo tanto, cada salón tiene un insumo (PROM) y un producto (DEA) y, a partir de esta información, es posible construir una frontera con rendimientos variables de escala. Esto tiene dos implicaciones. La primera es que se asume que la calificación que recibe el profesor se genera a raíz de la nota que el alumno alcanza, lo cual da lugar a comportamientos oportunistas por parte de los dos que pueden reflejarse en la inflación de notas. La segunda consiste en que la evaluación hacia el profesor se

Cuadro 3. Aplicación de DEA

	Promedio	CEV
A	70	1
B	80	5
C	85	3
D	90	7
E	100	7

obtiene como el promedio de las opiniones por salón, sin que se cuente con mayor información desagregada intragrupo.⁹

Vale la pena subrayar que, para realizar esta estimación, es necesario transformar la evaluación que recibió el profesor (EU) de manera que la mejor nota sea 7 y la peor 1. Llamaremos a esta nueva variable CEV. En este caso un profesor con buen desempeño se ubica entre 7 y 5.5.¹⁰

A partir del cuadro 3, es posible construir la gráfica 2, utilizando DEA. Lo anterior muestra como los salones A, B, D y E constituyen la frontera, mientras que el salón C es un punto interior.

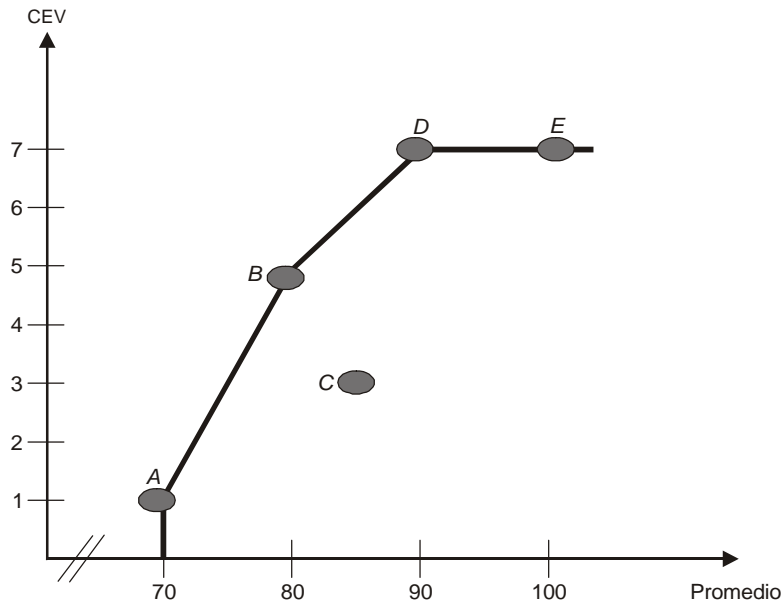
Los resultados de la evaluación se muestran en el cuadro 4. Desde el espacio de los productos, los salones A, B, D y E tienen una $\Theta = 1$, en tanto que C tiene una $\Theta > 1$. Si se observa la gráfica 3, C debe ser proyectado en Θ hacia la frontera para $(C * \Theta)$ alcanzar C' . Esto significaría que con el nivel de calificaciones que tuvieron los alumnos en C, el profesor pudo haber obtenido una mejor evaluación como en C' . Un profesor es eficiente en términos de obtener la máxima evaluación posible a su desempeño, dado el promedio del grupo.

Desde el espacio de los insumos A, B y D tienen $\phi = 1$, mientras que C y E tiene una $\phi < 1$. Si se observa la gráfica 3, C debe reducirse en $C * \phi$ para alcanzar C'' . Lo anterior significa que, dada la evaluación que recibió, el profesor pudo haber puesto una menor nota al salón. De esta manera, se busca reducir el impacto que tiene la inflación en

⁹ Numerosos estudios han considerado el problema del sesgo que introduce la calificación que recibe el alumno sobre la evaluación que hace él de su profesor. De acuerdo con un Reporte de la Universidad de Texas (2001), en todos los estudios se observa una relación positiva entre ambas variables, pero fluctúa entre 0.10 y 0.30. Si bien la correlación no es elevada, de acuerdo con el reporte, los resultados surgen de un "pool" de salones, los cuales pueden esconder comportamientos en cada salón en lo particular.

¹⁰ El índice de correlación entre la evaluación que recibe el profesor (CEV) y la que recibe el alumno (PROM) es, en este trabajo, de 0.1147 (0.0337).

Gráfica 2. Aplicación DEA



notas y, así, un profesor es eficiente en la medida en que obtiene la evaluación a su desempeño al menor promedio del salón. Obsérvese que el punto E es eficiente desde el punto de vista de los productos, sin embargo, desde el punto de vista de los insumos pudo obtener la misma evaluación con un menor promedio de calificaciones, siendo su referencia D.

Resultados DEA

Se realizaron las estimaciones desde el espacio de los productos y de los insumos, obteniéndose los siguientes resultados.

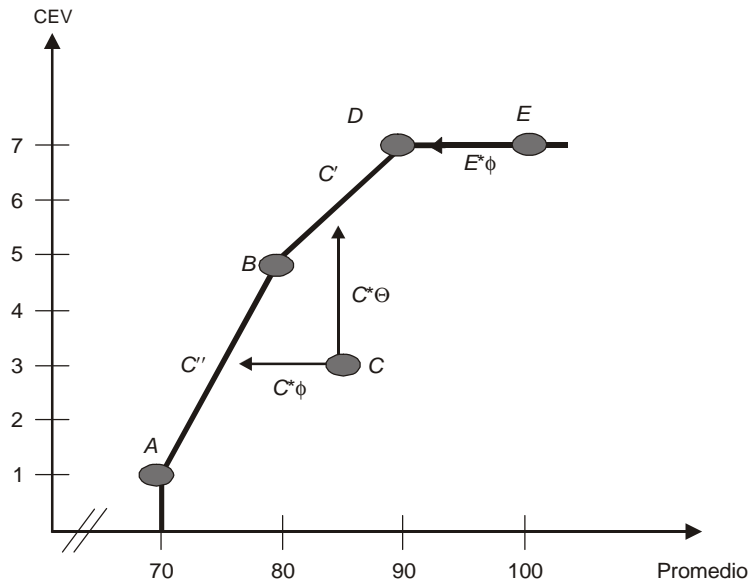
DEA: espacio productos

Una vez que se estimó el coeficiente Θ , el resultado que se reporta es $1/\Theta$, por lo que el *score* de eficiencia está ubicado entre 0 y 1, siendo las observaciones eficientes aquellas que son iguales a la unidad.

Cuadro 4. Resultados de la evaluación con DEA

	Producto Θ	Insumo ϕ
A	1	1
B	1	1
C	>1	<1
D	1	1
E	1	-1

Gráfica 3. Resultado de evaluación con DEA



Utilizando la variable transformada CEV se sabe que un desempeño adecuado se ubica entre 7 y 5.5. En términos de los resultados de eficiencia obtenidos, un profesor eficiente se encontrará entre 1 y 0.78.

Siguiendo el cuadro 5, se puede apreciar que, si se considerara de la clase 7 a la 10, lo que equivale a tener a aquellos salones con valores para el coeficiente Θ que van de 0.81 a 1, se tiene el 79.88% de la muestra. Esto nos indica que, siguiendo una medición desde el espacio de los productos, una vez más un alto porcentaje de salones se encuentran en los niveles superiores de calificación. Si se agrega la clase 6, se tiene el 89.79 por ciento.

Cuadro 5. Frecuencia Dist. DEA Productos
(buen desempeño: 1 – 0.78)

Clase	Límite inferior	Límite superior	Punto medio	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada
en o por abajo		0.45		0	0.0000	0	0.0000
1	0.45	0.51	0.48	1	0.0029	1	0.0029
2	0.51	0.57	0.54	1	0.0029	2	0.0058
3	0.57	0.63	0.6	4	0.0117	6	0.0175
4	0.63	0.69	0.66	11	0.0321	17	0.0496
5	0.69	0.75	0.72	18	0.0525	35	0.1020
6	0.75	0.81	0.78	34	0.0991	69	0.2012
7	0.81	0.87	0.84	59	0.1720	128	0.3732
8	0.87	0.93	0.9	109	0.3178	237	0.6910
9	0.93	0.99	0.96	97	0.2828	334	0.9738
10	0.99	1.05	1.02	9	0.0262	343	1.0000
encima	1.05			0	0.0000	343	1.0000

Media = 0.875592

Desviación estándar = 0.090225

**Cuadro 6. Regresión logística DEA productos
BMRV780 = 1 (1 - 0.78)**

		<i>Test omnibus de los coeficientes del modelo</i>					
		<i>Chi cuadrada</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>			
Etapa 1	Etapa	9.445	7	0.222			
	Bloque	9.445	7	0.222			
	Modelo	9.445	7	0.222			

		<i>Variables en la ecuación</i>					
		<i>B</i>	<i>S.E.</i>	<i>Wald</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>	<i>Exp(B)</i>
Etapa 1	DE	-0.007	0.022	0.104	1	0.748	0.993
	EXP	0.036	0.053	0.451	1	0.502	1.036
	SEX	-0.759	0.337	5.075	1	0.024	0.468
	EDOCIVIL(1)	0.273	0.330	0.682	1	0.409	1.314
	CONTRATO	-0.267	0.354	0.566	1	0.452	0.766
	TEC(1)	-0.546	0.345	2.508	1	0.113	0.579
	GRADO(1)	0.266	0.401	0.442	1	0.506	1.305
	Constant	2.170	0.640	11.509	1	0.001	8.758

^a Variables introducidas en la etapa 1: DE, EXP, SEX, EDOCIVIL, CONTRATO, REDISEÑA, GRADO.

El cuadro 6 muestra la estimación logística, donde la variable dependiente tiene un valor BMRV780 = 1 para aquellos salones que evaluaron a su profesor entre 1 y 0.78 mientras que el resto tiene BMRV780 = 0.

$$\text{Logit}[\text{pr}(\text{BMRV780} = 1)] = \beta_0 + \beta_1\text{DE} + \beta_2\text{EXP} + \beta_3\text{GRADO} + \beta_4\text{TEC} + \beta_5\text{SEX} + \beta_6\text{EDOCIVIL} + \beta_7\text{CONTRATO}$$

La prueba chi-cuadrada 9.445 (0.222) con 7 grados de libertad indica que el modelo no es significativo. Se vuelve a observar SEX, -0.759 (0.024) con un *odds ratio* de 0.468, como única variable significativa con un nivel de significancia del 5%, en donde la mujer tiene mayor probabilidad que el hombre de ubicarse en el rango de desempeño adecuado.

Con los anteriores resultados se pueden contestar las preguntas:

- 1) La evaluación no orienta a mejorar el monitoreo, el reclutamiento y el tipo de apoyo que necesita el profesor para mejorar su desempeño, salvo que, una vez más, ser hombre no implica tener una mayor probabilidad de ser mejor evaluado.

La evaluación de la actividad docente: un análisis a partir de la técnica DEA

- 2) La tecnología educativa no es un factor para que el profesor sea bien evaluado
- 3) Las evaluaciones de los profesores tienden a concentrarse en los niveles altos de evaluación.

DEA: espacio insumos

Se estimó el coeficiente ϕ y el resultado que se utilizó no sufrió ninguna transformación, por lo que el *score* de eficiencia está ubicado entre 0 y 1, siendo las observaciones eficientes aquellas que son iguales a la unidad.

Recuérdese que, utilizando la variable transformada CEV se sabe que un desempeño adecuado se ubica entre 7 y 5.5. En términos de los *scores* de eficiencia obtenidos, un profesor eficiente se encontrará entre 1 y 0.78.

Siguiendo el cuadro 7 se puede apreciar que, si se considerara de la clase 6 a la 10, lo que equivale a tener aquellos *scores* que van de 0.8 a 1, se tiene el 25.65% de la muestra. Esto cambia respecto al resultado obtenido anteriormente, donde un alto porcentaje de salones se encontraba en los niveles superiores de calificación. Si se agrega la clase 5, se tiene el 44.02 por ciento.

El cuadro 8 muestra la estimación logística, donde la variable dependiente tiene un valor $BMRV78i = 1$ para aquellos salones que evaluaron a su profesor entre 1 y 0.78, mientras que el resto tiene $BMRV78i = 0$.

$$\text{Logit}[\text{pr}(BMRV78i = 1)] = \beta_0 + \beta_1 DE + \beta_2 EXP + \beta_3 GRADO + \beta_4 TEC + \beta_5 SEX + \beta_6 EDOCIVIL + \beta_7 CONTRATO$$

La prueba chi-cuadrada 69.833 (0.000) con siete grados de libertad indica que el modelo es significativo. El nivel de explicación es alto, ya que el modelo clasificaría correctamente 74.3% de la variable dependiente.

Las variables significativas, a un nivel de significancia del 5%, son DE 0.124 (.000), EXP 0.091(0.024), GRADO 1.013 (0.010) A un nivel de significancia de 10%, SEX -0.494 (0.071).

DE, con un *odds ratio* de 1.13, indica que un incremento unitario en DE incrementa la probabilidad ponderada de pertenecer al grupo de buen desempeño en un 13 por ciento.

Cuadro 7. Frecuencia Dist. DEA insumos
(Buen desempeño: 1 – 0.78 equiv. 7 – 5.5)

Clase	Límite inferior	Límite superior	Punto medio	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada
en o por abajo	0.55	0.55		0	0.0000	0	0.0000
1	0.55	0.6	0.575	9	0.0262	9	0.0262
2	0.6	0.65	0.625	32	0.0933	41	0.1195
3	0.65	0.7	0.675	65	0.1895	106	0.3090
4	0.7	0.75	0.725	86	0.2507	192	0.5598
5	0.75	0.8	0.775	63	0.1837	255	0.7434
6	0.8	0.85	0.825	39	0.1137	294	0.8571
7	0.85	0.9	0.875	32	0.0933	326	0.9504
8	0.9	0.95	0.925	8	0.0233	334	0.9738
9	0.95	1.0	0.975	9	0.0262	343	1.0000
10	1.0	1.05	1.025	0	0.0000	343	1.0000
encima	1.05			0	0.0000	343	1.0000

Media = 0.750067

Desviación estándar = 0.0874797

La evaluación de la actividad docente: un análisis a partir de la técnica DEA

Cuadro 8. Regresión logística DEA insumos

BMRV78i = 1 (1 – 0.78)

<i>Test omnibus de los coeficientes del modelo</i>				
		<i>Chi cuadrada</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
Etapa 1	Etapa	69.833	7	0.000
	Bloque	69.833	7	0.000
	Modelo	69.833	7	0.000

<i>Tabla de clasificación^a</i>					
		<i>Observado</i>	<i>Predicción</i>		
			<i>BMRV78i</i>		<i>Porcentaje de aciertos</i>
			<i>0</i>	<i>1</i>	
Etapa 1	BMRV78i	0	200	25	88.9
		1	63	55	46.6
Porcentaje global					74.3

^a El punto de corte es 0.500.

<i>VARIABLES EN LA ECUACIÓN</i>							
		<i>B</i>	<i>S.E.</i>	<i>Wald</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>	<i>Exp(B)</i>
Etapa 1	DE	0.124	0.019	42.522	1	0.000	1.132
	EXP	0.091	0.040	5.116	1	0.024	1.096
	SEX	-0.494	0.274	3.265	1	0.071	0.610
	EDOCIVIL(1)	-0.088	0.265	0.111	1	0.739	0.915
	CONTRATO(1)	-0.412	0.288	2.049	1	0.152	0.662
	TEC(1)	0.061	0.286	0.046	1	0.830	1.063
	GRADO(1)	1.013	0.395	6.573	1	0.010	2.755
	Constant	-3.036	0.585	26.957	1	0.000	0.048

^a Variables introducidas en la etapa 1: DE, EXP, SEX, EDOCIVIL, CONTRACT, REDISEÑA, GRADO.

EXP, con un *odds ratio* de 1.09, muestra que un incremento unitario (un año) en la estadía en la institución educativa aumenta en un 9% la probabilidad de pertenecer al grupo evaluado como de buen desempeño.

GRADO tiene un *odds ratio* de 2.75, por lo que se puede afirmar que la probabilidad de pertenecer al grupo de personas con buen desempeño es 2.75 veces mayor para quien es doctor que para quien no lo es.

En el caso de SEX, una vez más se observa que, dado un *odds ratio* de 0.61, la mujer tiene una mayor probabilidad de ubicarse en el grupo de mejor desempeño que el hombre.

En este caso, es posible volver a contestar las preguntas que se hicieron:

1. ¿Orienta a mejorar el monitoreo, el reclutamiento y el tipo de apoyo que necesita el profesor para mejorar su desempeño? Si bien el resultado señala una vez más que la mujer tiene una mayor probabilidad que el hombre para ser más exigente, también indica que el grado y la experiencia tienden a un mayor grado de exigencia. A su vez, figura la desviación estándar de las calificaciones como una variable significativa para estar dentro de los mejor evaluados. La forma de contrato y el estado civil no son significativos.
2. ¿Es la tecnología educativa un factor para que el profesor sea bien evaluado? Una vez más, no es significativo.
3. ¿Tienden a concentrarse las evaluaciones de los profesores en los niveles altos de evaluación? Por primera vez no es así, rompiéndose un patrón de resultados.

El cuadro 9 muestra la estimación final, una vez que se ha reestimado el modelo, eliminando una a una las variables no significativas y siguiendo el procedimiento de eliminación hacia atrás. La estimación es significativa en forma global con el estadístico chi-cuadrada 64.504 (0.000) con tres grados de libertad. Los valores asociados a cada variable son: DE 0.127 (0.000) con un *odds ratio* de 1.135, EXP 0.110 (0.003) con un *odds ratio* de 1.117, y GRADO 0.847 (0.018) con un *odds ratio* de 2.332. El porcentaje de predicción es de 72.9 por ciento.

Evaluación con DEA

Una posibilidad para evaluar al profesor a partir de los resultados obtenidos consiste en hacer la suma ponderada de la evaluación que hace el alumno del profesor y del *score* calculado de eficiencia DEA desde el espacio de los insumos, trasladado a la escala de la evaluación que hace la escuela a fin de poder realizar la adición. Con lo anterior, se pretende ajustar la evaluación que hace el alumno a la inflación de nota sin dejar de captar otros elementos que son importantes en el trabajo docente. La ponderación queda a juicio de la organización educativa.

En caso de que el profesor trabaje en más de un grupo, se recomienda el cálculo de la media geométrica con las evaluaciones que

La evaluación de la actividad docente: un análisis a partir de la técnica DEA

Cuadro 9. Regresión logística final

BMRV78i = 1 (1 - 0.78)

<i>Test omnibus de los coeficientes del modelo</i>				
		<i>Chi cuadrada</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
Etapa 1	Etapa	64.504	3	0.000
	Bloque	64.504	3	0.000
	Modelo	64.504	3	0.000

<i>Tabla de clasificación^a</i>					
		<i>Observado</i>	<i>Predicción</i>		
			<i>BMRV78i</i>		<i>Porcentaje de aciertos</i>
			<i>0</i>	<i>1</i>	
Etapa 1	BMRV78i	0	198	27	88.0
		1	66	52	44.1
Porcentaje global					72.9

^a El punto de corte es 0.500.

<i>VARIABLES EN LA ECUACIÓN</i>							
		<i>B</i>	<i>S.E.</i>	<i>Wald</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>	<i>Exp(B)</i>
Etapa 1	DE	0.127	0.019	45.575	1	0.000	1.135
	EXP	0.110	0.037	9.068	1	0.003	1.117
	GRADO(1)	0.847	0.358	5.596	1	0.018	2.332
	Constant	-3.437	0.485	50.151	1	0.000	0.032

^a Variables introducidas en la etapa 1: DE, EXP, GRADO.

obtenga. Con la utilización de la media geométrica se busca reducir el efecto de evaluaciones extremas.

Conclusiones

i) El trabajo muestra la posibilidad de utilizar DEA en el análisis de la evaluación del personal docente, dando lugar a enriquecer la información que toda institución necesita para mejorar tanto el examen que se hace del profesorado como aspectos relacionados con la gestión y uso de la misma evaluación.

ii) Los resultados obtenidos indican que las conclusiones que pueden extraerse de la evaluación que hace el alumno del profesor se asemejan a las conclusiones que pueden extraerse de aplicar DEA desde el espacio de los productos. En esta aplicación, se utiliza como insumo el promedio que recibieron los alumnos en un grupo y, como producto, la evaluación que recibió el profesor en dicho grupo, con rendimientos variables a escala. La frontera que construye DEA la constituyen la combinación convexa de los salones que dieron una mayor evaluación al profesor a cada nivel de promedio. La única conclusión que se obtuvo, una vez que se aplicó una regresión logística, es que una mujer tiene mayores posibilidades de pertenecer al grupo de los profesores cuyo desempeño se considera adecuado, siendo el resto de variables no significativas.

Los resultados obtenidos desde el espacio de los insumos dan mayor información. Utilizando como insumo la nota que recibe el alumno y como producto la evaluación que recibe el profesor en cada salón, con rendimientos variables a escala, como se hiciera en el espacio de los productos, la frontera la constituyen ahora la combinación convexa de aquellos salones que dieron una evaluación al profesor al menor promedio de calificación. Al comparar el resto de salones contra la frontera, se busca castigar la inflación de nota. La consecuencia de este castigo es que las evaluaciones de los profesores no se concentraron en los niveles altos de evaluación, dando lugar a diferenciar el desempeño.

De la estimación desde el espacio de los insumos y utilizando una estimación logística se puede concluir:

iii.1) El profesor con mayor experiencia tiende a un mayor grado de exigencia. Por lo tanto, un factor por evitar es el comportamiento oportunista de los profesores de nuevo ingreso que puedan tender a inflar calificaciones con el fin de asegurar su estancia. Siguiendo la teoría del capital humano, se recomienda que se evalúe al profesor con experiencia con menor frecuencia y tomando en cuenta sus logros. Mientras que los nuevos profesores deben ser evaluados con una mayor frecuencia y considerando habilidades y logros.

iii.2) El profesor con doctorado tiende a ser más exigente. Si bien esto no significa que el doctor sea un mejor docente, sí debe asegurarse una mayor exigencia por parte del resto del profesorado.

iii.3) Se recomienda considerar la desviación estándar de las calificaciones que el profesor da a los alumnos como una aproximación al grado con el que distingue el desempeño diferencial de sus alumnos.

La evaluación de la actividad docente: un análisis a partir de la técnica DEA

iii.4) La implantación de la tecnología educativa, el tipo de contrato y el estado civil no figuran como variables significativas en el buen desempeño del profesorado desde el espacio de los productos ni desde el espacio de los insumos.

iii.5) La mujer tiende a tener un mejor desempeño que el hombre, tanto si la medición se realiza desde el espacio de los productos como desde el espacio de los insumos.

iv) Para mejorar la medición del trabajo docente se recomienda utilizar la estimación DEA desde el espacio de los insumos. Una forma de hacerlo es considerar la evaluación de un salón como la suma ponderada de la evaluación que habitualmente realiza el alumno y del *score* calculado de eficiencia, trasladado a la escala de la evaluación que hace la escuela, a fin de poder realizar la adición. Las ponderaciones dependerán del criterio de la institución y la calificación final del profesor sería la media geométrica de las evaluaciones que obtuvo en cada salón. Con la utilización de la media geométrica se busca reducir el efecto de evaluaciones extremas.

v) Una vía de análisis para el futuro es la utilización de la representación no-paramétrica de la tecnología llamada *Free Disposal Hull* (FDH), introducida por Deprins, Simar y Tulkens (1984), la cual relaja el supuesto de convexidad sobre el cual se basa el método DEA. El supuesto de convexidad es considerado, por autores como McFadden (1978), conveniente desde un punto de vista analítico pero no realista en el aspecto tecnológico. Un ejemplo de esta carencia lo muestra Lovell (1993), al indicar cómo los productores ineficientes no son comparados con respecto a productores eficientes, sino con respecto a una combinación lineal que representa productores inexistentes.

vi) Un riesgo al emplear DEA o FDH es que se utiliza una medición relativa que, como ya se dijo, puede inhibir la cooperación entre docentes, o en su caso, promover actividades de influencia globales tendientes a disminuir el estándar de evaluación.

vii) Existen factores adicionales por considerar para mejorar la evaluación de los profesores y que no han sido contemplados en el presente artículo, como es el diseño de las preguntas o las consecuencias de considerar como único elemento de evaluación la opinión del alumnado.¹¹

¹¹ Trabajos como el de Rando (2001) brindan sugerencias para crear preguntas que sean acordes con las necesidades de la institución, por su parte, Ory (2001) muestra en forma muy sencilla lo que debe buscar y evitar una evaluación para tener éxito.

Referencias bibliográficas

- Banker, R.D. y R.C. Morey (1986), "Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs", *Operations Research*, vol. 34, pp. 513-521.
- Charnes, A., W.W. Cooper y E. Rhodes (1981), "Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through", *Management Science*, vol. 27, pp. 668-697.
- (1978), "Measuring the Efficiency of Decision-Making Units", *European Journal of Operational Research*, vol. 2, pp. 429-444.
- Danielson, C. y T. McGreal (2000), *Teacher Evaluation to Enhance Professional Practice*, Alexandria, Association for Supervision and Curriculum Development
- Deprins, D., L. Simar y H. Tulkens (1984), "Measuring Labor Efficiency in Post Offices", en M. Marchand, P. Pestieau y H. Tulkens (eds.), *The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurement*, Amsterdam, North-Holland.
- Esquivel, G. (2002), "Producción científica e impacto de los economistas académicos en México", *Economía Mexicana*, vol. X, núm. 1, pp. 5-30.
- Kenneth, P., D. Stevens y C. Mack (2001), "Presenting Complex Teacher Evaluation Data Advantages of Dossier Organization Techniques Over Portfolios", *Journal of Personnel Evaluation in Education*, vol. 15, pp. 121-133.
- Lazear, E. (1998), *Personnel Economics for Managers*, Nueva York, John Wiley & Sons.
- (1990), "The Timing of Raises and Other Payments", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, vol. 33, pp. 13-48.
- Loup, K., J. Gargland, C. Ellen y J. Ruggut (1996), "Ten Years Later: Findings from a Replication of a Study of Teacher Evaluation Practices in Our 100 Largest School Districts", *Journal of Personnel Evaluation in Education*, vol. 10, pp. 203-226.
- Lovell, C.A.K. (1993), "Production Frontiers and Productive Efficiency", en H.O. Fried, C.A.K. Lovell y S.S. Schmidt (eds.), *The Measurement of Productive Efficiency*, Nueva York, Oxford University Press, pp. 3-67.
- McFadden, D. (1978), "Cost, Revenue and Profit Functions", en M. Fuss y D. McFadden, (eds.), *Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications*, Amsterdam, North Holland.
- Medoff, J. y K. Abraham (1980), "Experience, Performance and Earnings", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 95, pp. 703-736.

La evaluación de la actividad docente: un análisis a partir de la técnica DEA

- Milgrom, P. y J. Roberts (1992), *Economics, Organization and Management*, Boston, Prentice Hall International Editions (MR), cap. 2.
- Ory, J. (2001), "Faculty Thoughts and Concerns About Student Ratings", *New Directions for Teaching and Learning*, vol. 87, pp. 3-15.
- Puchet, M. (2001), "Presencia en revistas académicas de los artículos sobre la economía mexicana y productividad de los economistas académicos de México", *Economía Mexicana*, vol. X, núm. 1, pp. 5-35.
- Rando, W. (2001), "Writing Teaching Assessment Questions for Precision and Reflection", *New Directions for Teaching and Learning*, vol. 87, pp. 77-83.
- Reporte de la Universidad de Texas (2001), "Faculty Advisory Council Study of Student, Faculty, and Administrator Attitudes Regarding the Student Evaluation of College Teaching", Report of the University of Texas System.
- Sanders, Wright y Horn (1997), "Teacher and Classroom Context Effects on Student Achievement: Implications for Teacher Evaluation", *Journal of Personnel Evaluation in Education*, vol. 11, pp. 57-67.