



Innovation in research and engineering education:  
key factors for global competitiveness

Innovación en investigación y educación en ingeniería:  
factores claves para la competitividad global

# ANÁLISIS DE IMPACTO DE LA BUROCRACIA EN EL DESEMPEÑO DEL PROGRAMA DE PREGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL EN BOGOTÁ D.C.: ARGUMENTOS SOBRE LA EDUCACIÓN PRESENCIAL

Manuel Arturo Jiménez Ramírez, Adriano Cano Cuervo

Universidad de los Andes  
Bogotá, Colombia

## Resumen

Este artículo presenta algunos de los resultados de la aplicación de los modelos de regresión lineal en la relación Burocracia y Desempeño Estudiantil; el estudio fue realizado en 24 instituciones de educación superior en Bogotá que ofrecen la carrera de Ingeniería Industrial en la modalidad presencial. La amplia definición de Burocracia puede distorsionar los resultados, para esto se realizó un estudio de igualdad de medias e igualdad de varianzas para identificar el ranking en calidad educativa de los establecimientos frente a su estructura organizacional.

**Palabras clave:** modelo de regresión lineal; calidad educativa; burocracia

## Abstract

*This article presents some results about the application of the linear regression models on Bureaucracy – Student performance relationship. This study was conducted in 24 institutions that offer the Industrial Engineering program in Bogotá. The broad definition of bureaucracy can bias the results, for this reason, a study of equality means test and an equality variance test was performed to identify the educative quality ranking versus its bureaucracy.*

**Keywords:** linear statistical model; educational quality; bureaucracy

## 1. Introducción

Este artículo presenta la aplicación de un modelo de regresión lineal en la relación Burocracia y Desempeño Estudiantil. Las instituciones de educación superior tienen un sistema burocrático que, como medio, representa uno de los sistemas más efectivos de organización. Por este motivo, entre más grande es una organización más crecimiento burocrático produce y por tanto, son más las reformas y programas que genera para mejorar su desempeño como institución. El estudio se realizó en 24 instituciones de educación superior que ofrecen ingeniería industrial bajo la modalidad presencial. Utilizando los resultados de la prueba Saber Pro (antiguo ECAES) del segundo semestre del año 2009 se realizó análisis estadísticos, cuadros comparativos cualitativos y un ajuste lineal que permitió analizar la relación existente entre las variables que componen la investigación. La exploración de esta investigación está motivada por el contexto en el cual la burocracia es vista como un tipo de organización eficiente.

Particularidad principal de este estudio es la metodología, parte de la cual culmina con la conformación, construcción y comparación de conceptos con el fin de ofrecer a cada una de las instituciones un panorama sobre los posibles factores que influyen en calidad educativa en relación a su estructura burocrática. El artículo finaliza con la justificación entre la estructura burocrática y el desempeño estudiantil. Mención especial en la interpretación de los conceptos relacionados que incluyen salarios, años de experiencia docente, diferencia entre entidades privadas y públicas y diferencia por carácter académico. No es el interés de esta investigación concluir si la burocracia es buena o mala, sino analizarla como forma efectiva de estructura organizacional.

Este artículo está dividido en cuatro secciones, a parte de esta introducción. La siguiente sección presenta las primeras formulaciones sobre la relación entre burocracia-rendimiento estudiantil; la sección tercera expone la metodología, las principales variables utilizadas y la definición del modelo; la cuarta sección se ocupa de la presentación de los resultados divididos en: un análisis con variables cuantitativas, un análisis con variable cualitativas, y finaliza con la relación de un cuadro comparativo y análisis estadísticos. Por último, el documento culmina con las conclusiones de los resultados más importantes.

## 2. Burocracia y desempeño estudiantil

Derivado de su método característico de control social Chubb, Moe (1988), argumentan que las escuelas públicas están subordinadas en un sistema jerárquico de política democrática, mientras que las escuelas privadas son autores altamente autónomos “controlados” por el mercado. En su libro de política educativa “Politics, Markets and America’s Schools” se sintetiza un conjunto de estudios cuantitativos. Mediante sucesivos modelos de regresión argumentaron y suministraron evidencia de que empíricamente y teóricamente es demostrable que las escuelas privadas llegan a ser efectivas dado que están sometidas al mercado; por otro lado, las escuelas públicas no tenían los rasgos propios de las escuelas eficaces porque estaban sujetas a fuertes restricciones administrativas por parte de los consejos y superintendentes (Chubb, Moe, 1990. Citado en Fernández, 2002). Por consiguiente, los mecanismos de control de tipo político que gobiernan las escuelas públicas, sorprendentemente terminaban por incrementar la burocracia y la lucha de poderes corporativos gremiales que, a largo plazo, impedían desarrollar medidas correctivas o mejoramientos. (Chubb, Moe, 1990. Citado en Fernández, 2002).

Los autores Chubb, Moe (1990) argumentan que a nivel institucional, las organizaciones burocráticas no pueden responder a las demandas de los padres y, por tanto, la burocracia “causa” el bajo desempeño

estudiantil. Sostienen también que las características del sistema de las escuelas públicas (particularmente su estructura burocrática y la gobernabilidad democrática) las hacen una organización ineficaz que deprime el rendimiento estudiantil (Chubb, Moe, 1988; 1990).

En contraste, Smith, Meier (1995) objetan que un bajo rendimiento escolar es probable que responda con nuevos programas y estos esfuerzos generarán más burocracia para coordinar las reformas. Así, surgió la investigación titulada “Bureaucracy and Organizational Performance: Causality Arguments about Public Schools” por Meier, Polinard & Wrinkled (2000), usando siete años de datos panel de más de 1000 distritos escolares, encontraron que la burocracia tiene poco impacto sobre el desempeño estudiantil en años futuros. Desempeño pobre, sin embargo, resultó en crecimiento burocrático en años subsecuentes. Adicionalmente, el análisis reveló que el crecimiento en burócratas estuvo también asociado con un crecimiento en profesores en relación a estudiantes y clases más pequeñas. El crecimiento burocrático, en otras palabras, señala que el sistema escolar está respondiendo a las demandas del entorno.

El identificar los elementos estructurales de la burocracia lleva a identificar relaciones que surgen como interrelación de necesidades estructurales internas y no por el azar. Una investigación realizada por D.S. Pugh y D.J. Hickson señala que después de analizar la existencia de seis elementos burocráticos en trescientas diferentes organizaciones, se llegó a la conclusión que el tamaño de la organización está relacionado directamente con el grado de especialización y que éste a su vez tiende a aumentar el grado de rutina procedimental, de papeleo y de jerarquía. (Nieto, 2002, p. 440).

### 3. Modelo de regresión lineal como proceso de modelación

Tomando el modelo de Meier, Polinard, Wrinkled (2000) se realizaron los siguientes modelos:

$$\text{Modelo 1: } Ln(TS_i) = \beta_1 + \beta_2 Ln(ST_i) + \beta_3 Ln(SC_i) + \beta_4 Ln(AE_i) + \beta_5 Ln(BR_i) + \varepsilon_i$$

$$\text{Modelo 2: } Ln(BR_i) = \beta_1 + \beta_2 Ln(ST_i) + \beta_3 Ln(SC_i) + \beta_4 Ln(AE_i) + \beta_5 Ln(TS_i) + \varepsilon_i$$

$$\text{Modelo 3: } TS_i = \beta_1 CA_i + \beta_2 O_i + \beta_3 K + \varepsilon_i$$

Donde TS = Tasa de estudiantes que se encuentran por encima de la media de Bogotá D.C en los resultados ECAES 2009; BR (Burocracia) = Tasa de personal administrativo por cada 100 estudiantes. Esta tasa específicamente ajusta por tamaño organizacional considerando la burocracia en relación del número de estudiantes (or task size) (Meier, Polinard & Wrinkled, 2000); ST = Salario promedio de los profesores de tiempo completo; SC = Salario de los profesores de cátedra; AE = Años de experiencia promedio de los profesores; CA = Variable dummy que indica el carácter de la institución (Escuela tecnológica, Institución universitaria y Universidad); O = Variable dummy que indica el sector de la institución (es decir, si la IES es pública o privada); K = Variable dummy que indica el número de estudiantes que presentaron la prueba ECAES (SABER PRO), (clasificado en cuatro categorías: de 1 a 50, de 51 a 100, de 101 a 150 y de 150 en adelante). Adicionalmente, se realiza un análisis de varianza e igualdad de medias y análisis cualitativos para conocer el desempeño de cada institución. El valor de comparación es el resultante del sistema foco.

En general, la teoría económica sugiere que salarios más altos deberían atraer mejor personal calificado para una profesión (Hanushek, Pace, 1995. Citado en Meier, Polinard, Wrinkled, 2000). Por esta razón, se usa la medida del salario promedio de los docentes de tiempo completo y el salario de los profesores de cátedra.

Los profesores son muy importantes para el éxito estudiantil. Por este motivo, se espera que cuanto mayor experiencia de los profesores habrá un mayor ambiente de aprendizaje para los estudiantes. (Meier, Polinard, Wrinkled, 2000). La medida de años promedio de experiencia se espera que se relacione positivamente con el desempeño estudiantil. (Meier, Polinard, Wrinkled, 2000).

Los modelos de regresión son afectados frecuentemente por problemas de heteroscedasticidad y autocorrelación. Si estos problemas no son tenidos en cuenta, los resultados de la prueba de significancia global y la prueba de significancia individual estarían arrojando resultados erróneos y por tanto, estaría llevando a conclusiones equivocadas. Se realizará estudios para conocer si el modelo adolece de estos problemas y luego se controlarán utilizando las herramientas de los modelos econométricos.

Adicional a estos modelos se realizó el diagnóstico del sistema siguiendo la metodología VIPLAN, herramienta utilizada para entender el sistema mediante la utilización de diferentes métodos como el TASCOTI, desdoblamiento de complejidad, texto enriquecido (realiza una descripción detallada del sistema, identificando variables, actores, indicadores, cifras, etc.) y modelos estructurales los cuales realizan un mapeo definido de todos los inputs, outputs, proceso y procedimientos del sistema de estudio. Los resultados de este análisis serán concluyentes para esta investigación.

#### 4. Resultados y discusión

La hipótesis sugiere que los programas de pregrado (educación presencial) en Ingeniería Industrial en Bogotá D.C. con mayor aparato burocrático tienen mejor desempeño.

Con los modelos planteados en el apartado 3 se muestran los resultados en 3 partes: (1) Modelo con variables cuantitativas (modelo 1 y 2) para 5 instituciones, y analizar lo que sucede en estas muestra en particular; (2) Modelo con variables categóricas (modelo 3) para las 24 instituciones que componen el sistema de estudio, y conocer diferencias por categoría; y (3) Análisis de promedios, desviaciones estándar y estudio cualitativo para conocer el ranking en desempeño y realizar la relación con la estructura burocrática (información obtenida siguiendo la metodología VIPLAN).

##### 4.1 Modelo con variables cuantitativas

Analizando la matriz de correlaciones se observó que dos variables independientes tenían alta correlación (LnST y Ln SC). Es decir, el modelo tenía problemas de multicolinealidad que fue corregida utilizando componentes principales. Adicionalmente, se contrastó problemas de heteroscedasticidad, autocorrelación y el modelo no mostró ninguno de estos problemas.

Variables Independientes	Variables dependientes			
	Tasa de estudiantes		Burocracia	
	Parámetro	Error estándar	Parámetro	Error estándar
Prin1	-0.29133	0.02379 (-12.25)	-0.28178	0.01707 (-16.50)
Años de experiencia	335.509	0.27583 (12.16)	324.762	0.15318 (21.20)

Tasa de estudiantes	NA	NA	-0.96291	0.07452 (-12.92)
Burocracia	-103.234	0.07989 (-12.92)	NA	NA
R cuadrado	0.9947		0.9983	
F	62.51		192.56	
Error estándar	0.00198		0.00185	
Número de casos	5		5	

Tabla 1. Relación burocracia y desempeño estudiantil, la prueba t se encuentra en paréntesis.

En la tabla 1 se aprecia que a un nivel de significancia entre el 5% y el 8% todas las variables resultan significativas. La relación entre los años de experiencia y el desempeño estudiantil es positiva como se esperaba. Adicionalmente y a manera de predicción, se observa que si se incrementa los años de experiencia en 1% el desempeño aumentará en 3.35%. Lo contrario ocurre con la variable burocracia, ésta muestra que si se incrementa en 1% la relación personal administrativo-estudiantes el desempeño estudiantil se disminuirá en 1.03%.

Por otro lado, para la segunda relación se observa que a un nivel de significancia del 5% todas las variables resultan significativas para el modelo. La relación entre la variable relacionada con burocracia sigue siendo negativa, es decir, a manera de pronóstico, si se incrementa en 1% el desempeño estudiantil la burocracia disminuirá en 0.96%. Lo contrario ocurre con los años de experiencia, con incrementos en 1% en esta variable se esperaría que la burocracia se incremente en 3.24%.

Analizando las observaciones del primer componente principal se observó que dos instituciones tienen relación positiva con el salario (docentes tiempo completo y cátedra). Dentro de la muestra de 5 instituciones se estudió que las dos con desempeños más alto tienen un efecto positivo con las variables independientes.

Estos resultados son específicos para 5 instituciones. No se puede realizar inferencia, porque aunque estadísticamente medibles, la muestra no es representativa para toda la población. La relación burocracia-desempeño, como se muestran a continuación, es positiva teniendo en cuenta los resultados con variables categóricas y el diagnóstico organizacional realizado en las 24 instituciones.

#### 4.2 Modelo con variables categóricas

Este análisis pretende conocer diferencias por las categorías identificadas para luego comparar los resultados con la teoría y los resultados obtenidos con la metodología VIPLAN. Los resultados mostraron que para el caso del número de estudiantes que presentaron la prueba, con un p-value superior a 30% se concluye que no existe diferencia significativa en el desempeño estudiantil en esta categoría. Lo mismo sucede con el carácter de la institución, con un p-value superior al 40% se concluye que no existe diferencia significativa en el desempeño entre instituciones universitarias, universidades o escuelas tecnológicas.

Adicionalmente, el origen de la institución (si es pública o privada) arroja resultados contrarios a los anteriores, con un p-value de 2.91% se concluye que las instituciones públicas y privadas tienen desempeños diferentes. Para este caso, las instituciones públicas, en promedio, tienen un desempeño

superior al de las universidades privadas, la diferencia entre instituciones públicas y privadas es aproximadamente del 34.19%.

Estos resultados pueden estar afectados porque son 3 las instituciones públicas en Bogotá mientras que 21 instituciones son privadas. Las instituciones privadas en su mayoría tienen bajo desempeño estudiantil lo que afecta sus resultados a nivel general, en los que se incluyen instituciones con alto desempeño y varios años de funcionamiento en el mercado académico.

#### 4.3 Análisis de promedios y desviaciones estándar

Los resultados estadísticos permiten apreciar que 17 de las 24 universidades tienen promedios diferentes con respecto a la media de Bogotá. 4 instituciones tienen un promedio superior (por significancia estadística) a la media general, mientras que el restante tiene promedio por debajo de la media general. Para las tres instituciones restantes los resultados indican que no se rechaza la hipótesis y por tanto, sus promedios son significativamente iguales al promedio de Bogotá.

Para conocer la calidad educativa de estas instituciones se realizó la prueba de igualdad de varianzas. Los resultados permitieron comparar la variabilidad de los resultados para todas las instituciones lo que permite verificar todo lo expuesto en este documento, los establecimientos educativos con resultados satisfactorios, en calidad educativa, son los que tienen mejor desempeño y una estructura burocrática mayor.

La siguiente tabla muestra los resultados del desempeño estudiantil de algunos de los programas en relación a su estructura jerárquica. Este comportamiento se evidencia en las 24 instituciones.

Desempeño estudiantil	Relación burocracia
90.4761905	Director-coordinador-asistente-secretaria
85.3535354	
85.078534	
80.5755396	
56.097561	Director-coordinador-secretaria
50	
27.6119403	Director-secretaria
22.7272727	
21.7391304	
11.764705	

Tabla 2: Relación burocracia-desempeño estudiantil, autores (2010).

Las instituciones con mayor desempeño estudiantil poseen una estructura jerárquica mayor. Esto a su vez está relacionado con mayor división del trabajo, rutina procedimental, carácter de oficina, súper y subordinación y asignación de salarios como características burocráticas mayormente observables. Los establecimientos con menor desempeño estudiantil poseen una estructura burocrática mucho menor (casi lo debido para ejercer sus funciones). La jerarquía director-secretaria muchas veces incluye al decano de la facultad, los decanos de los departamentos son los mismos directores del programa.

Adicionalmente, los establecimientos con mejor desempeño y a su vez mayor aparato burocrático poseen, en sus niveles jerárquicos más bajos, mayor personal contratado para ejercer sus funciones. Es decir, en los niveles de asistentes y secretarias tienen más de 2 o 3 personas contratadas para cada uno de estos niveles. Lo contrario ocurre con los establecimientos con desempeños menores (y aparato burocrático menor),

únicamente se tiene al director y una secretaria para realizar sus funciones -incluida la atención a estudiantes-.

#### 4. Conclusiones

- El análisis comparativo desempeño estudiantil-burocracia permite apreciar que existe una relación lineal positiva entre estas dos variables. Por tanto, el programa puede conocer cómo está su entorno y de esta manera, realizar la predicción de los valores de su desempeño sobre la base del conocimiento de los valores que puede tomar las variables explicativas (burocracia, salarios, especialización, etc.)
- Los resultados de esta investigación permitieron encontrar lo siguiente:
  - El salario de los profesores de tiempo completo y de los profesores de cátedra está relacionado positivamente con el desempeño del sistema. Se espera que incrementos en unidades porcentuales del salario incremente el desempeño estudiantil.
  - Los años de experiencia (con el sistema) de los profesores tiene relación positiva con el desempeño. Se espera que incrementos de unidades porcentuales de los años de experiencia incrementen el desempeño estudiantil.
  - Para el segundo semestre del 2009, el 20% de las instituciones evaluadas poseen los mejores resultados de desempeño estudiantil, las mismas con mayor aparato burocrático.

#### 5. Referencias

- Chubb, J. & Moe, T. 1988. Politics, Markets, and the Organization of Schools. *The American Political Science Review*, Vol. 82, No. 4, pp. 1065-1087.
- Fernández, T. 2002. De las “escuelas eficaces” a las reformas de segunda generación. *Revista Iberoamericana de Educación*, pp. 1-26.
- Meier, K., Polinard, J. & Wrinkle, R. 2000. Bureaucracy and Organizational Performance: Causality Argument about public schools. *American Journal of Political Science*, pp. 1-24.
- Nieto, A. (2002). *El Pensamiento Burocrático*. Bogotá, Colombia: COMARES, S.L.
- Smith, K. & Meier, K. 1994. Politics, Bureaucracy and Schools. *Public Administration Review*, Vol. 54, pp. 551-558.

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)