

Un acercamiento al estudio de las variables que afectan el rendimiento académico de alumnos del CUCEA

TERESITA DE JESÚS ALVARADO CASTELLANOS¹
ROSA ELENA REYES NODHAL²

Resumen

El artículo se refiere al modelo econométrico utilizado en la investigación para analizar cómo las variables “conocimiento de matemáticas” y “dificultad para interpretar gráficas”, inciden en el rendimiento escolar de los alumnos que cursan la materia de Economía II en el Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas; esto es, con base en el modelo es posible establecer una línea de análisis a partir de la teoría económica.

Antecedentes

El presente trabajo se sustenta en un diseño metodológico a partir de una significación económica del rendimiento académico; se asocia con desarrollos teórico-metodológicos que se han generado en el ámbito de la economía de la educación, es decir, en las aportaciones de la ciencia económica a la educación, como es el caso de los estudios de insumo-producto.

El proceso de análisis de insumo-producto en el campo de la educación es una estrategia de investigación mediante la cual se pretende medir los cambios en sistemas de productos creados debido a variaciones en la cantidad y calidad de los insumos

-
1. Profesora del Departamento de Economía, Centro Universitario de Ciencias Económicas, Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: tereal@cucea.udg.mx.
 2. Profesora-investigadora del Departamento de Economía, Centro Universitario de Ciencias Económicas, Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: relena@cencar.udg.mx.

del sistema. Esta modalidad de análisis remite al planteamiento de una función de producción educativa que relaciona los factores y un resultado o producto en forma de bienes o servicios. Es decir, establece una relación de los insumos educativos con el producto de la educación.

El enfoque económico de la producción, señala García Díez (1997), se concentra en la variación de cantidades homogéneas de producto, lo cual no es fácilmente trasladable al ámbito educativo. La educación es un servicio que transforma cantidades fijas de insumos en individuos de diferentes cualidades, con lo que una de las dificultades más importantes, a la hora de integrar este tipo de análisis, estriba en la identificación, cuantificación y cualificación de los insumos y los productos.

Un estudio de insumo-producto es riguroso en cuanto a la información disponible y confiable acerca de los insumos, los productos y el proceso por medio del cual se da su transformación.

El presente trabajo sólo se enfoca en una función de producción lineal a partir de una relación funcional entre la interpretación gráfica de las variables económicas, a manera de un insumo escolar, con el rendimiento académico medido a través de una prueba estandarizada, considerado como producto. Se trata de establecer una relación entre variables para determinar el grado de influencia de una (interpretación de gráficas) sobre la otra (rendimiento escolar), mediante la aplicación de un análisis cuantitativo multivariado.

Enfoque metodológico

Además del análisis sobre rendimiento académico en sentido económico, que se manifiesta en el enfoque metodológico de los métodos cuantitativos multivariados aplicado en este trabajo, la estrategia planteada por la investigación evaluativa también resulta pertinente.

Es importante para el desarrollo del presente estudio tener un referente teórico analítico derivado de este enfoque, debido que al estructurar el modelo causal entre rendimiento académico y algunas variables que lo afectan, se destacó el énfasis puesto en su medición, por lo que se utilizó únicamente la cuantificación de alguna de sus representaciones empíricas.

En este sentido, algunos trabajos formulan cuestionamientos sobre los resultados del rendimiento a partir de datos observables y medibles que emplean desde la estadística descriptiva hasta modelos complejos, al considerar lo observable y lo medible como los únicos criterios de validez (Camarena, 1995).

La evaluación del aprovechamiento escolar, señala García Cortés (1979), en el proceso enseñanza-aprendizaje, es el acopio sistemático de datos cuantitativos y cualitativos que sirven para determinar si los cambios propuestos en los objetivos de aprendizaje se están realizando en los alumnos.

En este trabajo se estructura la relación de incidencia entre las representaciones gráficas de las variables económicas, el antecedente matemático y el rendimiento o aprovechamiento académico, sólo a partir de datos medibles al evaluar el logro

mediante una nota de calificación asignada a los estudiantes que cursan la asignatura de Economía II en el CUCEA. El aprovechamiento escolar se refiere al nivel de conocimientos y habilidades que ha adquirido el estudiante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, el cual guarda relación con los objetivos y contenidos de los programas.

Cómo calificar los logros escolares, es objeto de análisis riguroso; una metodología muy valiosa para ello es la investigación evaluativa. Arnal (1992) refiere que la evaluación puede considerarse como un proceso, o conjunto de procesos, para la obtención y análisis de la información significativa en qué apoyar los juicios de valor sobre un objeto, fenómeno, proceso o acontecimiento, como soporte de una eventual decisión sobre el mismo.

A este respecto, Stufflebean en uno de sus trabajos entiende la evaluación como una forma particular de investigación educativa que se ocupa de describir y explicar diversos aspectos que inciden en las oportunidades de aprendizaje, para lo cual se relacionan distintos resultados educativos con los factores que influyen en el aprendizaje de los alumnos, de manera explícita o implícita; estas relaciones a su vez se utilizan para proponer o establecer la efectividad de programas o políticas que podrían afectar actual o potencialmente estas condiciones.

A su vez, aclara que no se refiere a la que realizan los profesores del desempeño escolar como recurso didáctico, ni a la evaluación que realizan los supervisores o administradores educativos del desempeño docente como herramienta de gestión. De esta forma ejemplifica, para el caso de Uruguay, la evaluación del logro de los estudiantes como un indicador de interés al formar parte de proyectos de mejoramiento en las propias escuelas.

Estructura metodológica

Al revisar los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje e identificar el factor cognitivo como uno de ellos, se aprecia que son múltiples las variables que intervienen en su desarrollo.

Así, un punto de partida importante de este estudio consiste en entender la educación como un proceso que intenta conducir al alumno al desarrollo de sus potencialidades, en este caso, cognitivas. En este sentido, el objeto del presente estudio consiste en fijar su análisis en una variable que pudiera influir en el desarrollo del rendimiento académico de los alumnos, esto es, la realización e interpretación de las representaciones gráficas de las variables económicas, al utilizarlas como un recurso para la mejor comprensión de los conceptos fundamentales de microeconomía básica.

Generalmente los textos de teoría económica que abordan tópicos a nivel básico, intermedio o avanzado incluyen representaciones gráficas de las variables económicas para ilustrar su comportamiento, con la finalidad de facilitar la comprensión y el análisis de los conceptos teóricos, tal es el caso de principios de microeconomía.

Con el fin de comprobar si las gráficas efectivamente desempeñan un papel como herramientas de apoyo para la comprensión y análisis de los conceptos microeconómi-

cos, se diseñó y llevó a cabo un análisis comparativo del rendimiento académico y las variables que supuestamente lo determinan, sobre los alumnos que cursan Economía II en el CUCEA, para los ciclos escolares 2002 calendario B y 2003 calendario A.

Cabe señalar que, en el presente trabajo, el concepto de microeconomía básica corresponde al contenido programático de la asignatura de EN114 Economía II bajo el sistema de créditos, correspondiente al bloque de materias básicas obligatorias para todas las carreras a nivel licenciatura que se imparten en el CUCEA.

Los periodos de estudio para el análisis comparativo se refieren a los ciclos escolares siguientes:

- 2002 calendario B (septiembre de 2002 a febrero de 2003) y,
- 2003 calendario A (marzo de 2003 a agosto de 2003).

En seguida se presentan los aspectos relativos al tipo de investigación realizada; población y muestra analizada, así como la descripción de instrumentos y técnicas aplicadas.

Antecedentes del modelo

La investigación es de corte cuantitativo, descriptiva, correlacional, multivariada por los factores (o variables independientes), explicativa (varianza del rendimiento académico), de corte transversal ya que se trata de un conjunto de observaciones de distintos individuos o elementos relativos a un mismo momento de tiempo. En cada ciclo escolar referido se captó el comportamiento de las variables a lo largo de una muestra de alumnos.

Para los efectos de este trabajo es importante identificar las variables que intervienen en la elaboración del mismo.

Variables independientes:

1. Calificación del alumno registrada en la materia de Matemáticas I, como curso previo al momento de cursar la asignatura de Economía II.
2. Dificultades del alumno para comprender e interpretar las representaciones gráficas de variables económicas durante el curso de Economía II.

Variable dependiente:

1. Rendimiento académico de los alumnos de nivel licenciatura que cursan la asignatura de Economía II, en términos del resultado de la prueba experimental, para los ciclos escolares 2002 calendario B y 2003 calendario A, en el CUCEA de la UdeG.

Datos y método

Se determinaron dos muestras integradas por alumnos del CUCEA que estaban inscritos en un curso de Economía II, una para el ciclo escolar 2002 calendario B y, la otra para el ciclo escolar 2003 calendario A. Los estudiantes elegidos en la muestra correspondieron a diversas carreras a nivel licenciatura que se ofrecen en este centro universitario: administración de empresas, mercadotecnia, contaduría pública, recursos humanos, turismo, economía, administración financiera y sistemas, sistemas de información y negocios internacionales.

Lecturas realizadas por los alumnos

Para cada ciclo escolar estudiado se eligieron dos lecturas que desarrollaron el mismo tema, las cuales fueron previamente revisadas. Una de ellas se apoyó en material gráfico para explicar los conceptos centrales, conteniendo ocho gráficas a lo largo de la exposición del tema. La otra utilizó sólo dos gráficas para estudiar el comportamiento de las variables económicas involucradas en el tema objeto de estudio. La extensión de ambas lecturas es similar en cuanto al contenido conceptual; no obstante, la lectura con mayor número de gráficas resulta poco más voluminosa debido al espacio que ocupan las gráficas incluidas en el texto.

El material de lectura proporcionado se centró en la teoría de la producción en el largo plazo para la empresa mediante el empleo de dos insumos variables, es decir, en el modelo que relaciona los insumos y productos a través de una función de producción. En cada lectura se analizaron los planteamientos que la teoría económica neoclásica aborda para explicar la función de producción de la empresa y cómo se determina la combinación de costos mínimos para ésta. Los conceptos teóricos incluidos en las lecturas fueron: función de producción con dos insumos variables, isocuenta, isocosto, mapa de isocuantas, tasa marginal de sustitución técnica, tasa marginal de sustitución técnica decreciente, línea de isocosto, combinación de menor costo o equilibrio del productor.

Dicha temática está contenida en el programa de la asignatura de Economía II, arriba mencionado. Los alumnos, en el momento de la lectura del tema ya contaban con el antecedente teórico de la función de producción en el corto plazo, contenido temático estudiado durante el curso, lo cual representó una introducción general al tema función de producción de largo plazo.

La lectura seleccionada que se apoya en representaciones gráficas de las variables económicas fue tomada del texto de Parkin (2001). Por su parte, la lectura que cuenta con un número mínimo de gráficas en el desarrollo del tema elegido se extrajo de Leftwich (1970).

Instrumentos

Los instrumentos metodológicos utilizados en el trabajo de investigación se describen en seguida:

- Una prueba del material de lectura una vez leído por los alumnos incluidos en las muestras. Se elaboró un cuestionario de opción múltiple con 10 reactivos, el cual se aplicó en los dos ciclos escolares antes referidos.
- Un cuestionario aplicado al alumno sobre información académica (cuantitativa) y su opinión sobre el manejo de elementos gráficos en el curso (cualitativa). Se preguntó al estudiante la carrera que cursa, promedio actual de calificaciones, créditos obtenidos a la fecha, número de créditos tomados durante el actual semestre, calificación registrada del curso de Matemáticas I. Además, la existencia de problemas en la comprensión de gráficos durante el actual curso de economía, su opinión sobre la utilidad de las gráficas como material de aprendizaje, y la preferencia por el empleo de textos que se apoyen en instrumentos gráficos.

Cabe señalar que los currículos de las carreras a nivel licenciatura ofrecidas en el CUCEA, excepto la licenciatura en Contaduría Pública, establecen como obligatoria durante el primer semestre la asignatura de Matemáticas I, entre otras materias. De tal manera que cuando cursan Economía II, generalmente en segundo semestre, ya tienen el conocimiento previo de Matemáticas I. El programa de la asignatura Matemáticas I comprende en la unidad IV el tema funciones y ecuaciones, y la unidad V se refiere a la solución de sistemas de ecuaciones e inecuaciones. Estos contenidos programáticos proporcionan al estudiante los elementos cuantitativos necesarios para comprender el comportamiento de las variables económicas por medio de su representación gráfica.

Procedimiento

Previamente a la sesión de la prueba se informó a los alumnos sobre el estudio en proceso de desarrollo y sus objetivos, para lo cual fue solicitada su colaboración.

Una vez determinada la muestra a partir de la población en estudio, se llevó a cabo una selección del listado de alumnos alternadamente, formando dos grupos de igual tamaño; a uno le fue asignado un material para lectura apoyado en ocho gráficas y, al otro, uno que contenía solamente dos gráficas.

Posteriormente fue distribuido el material de lectura permitiéndose subrayar y hacer anotaciones sobre las hojas; se otorgaron 30 minutos para realizar esta actividad. Una vez concluido el tiempo se recogieron los materiales y se entregaron las hojas de examen, asignando 20 minutos para resolverlo.

Modelo econométrico

El modelo ha sido diseñado para observar la relación que existe entre las variables seleccionadas para explicar el problema del rendimiento académico de los estudiantes de nivel licenciatura que cursan la asignatura de Economía II en el CUCEA. Este modelo consta de una ecuación de comportamiento para cada periodo de estudio. Con dicha ecuación se obtiene la influencia que, sobre el rendimiento escolar, ejercen:

1. El conocimiento de Matemáticas I, particularmente los contenidos temáticos de funciones y ecuaciones así como la solución de sistemas de ecuaciones e inecuaciones.
2. Las dificultades que presentaron los alumnos para interpretar las representaciones gráficas de variables económicas.

Los datos correspondientes a los estudiantes que cursan la materia de Economía II fueron recabados mediante información directa. Para tal efecto se elaboró una encuesta que incluyó 75 unidades muestrales de una población de 885, que representaban 8.5% del total de alumnos registrados en la base de datos estudiantil del turno matutino para el ciclo escolar 2002 B. Respecto al ciclo escolar 2003 A, la encuesta llevada a cabo incluyó 77 unidades muestrales de una población de 1003, cifra que representa 7.7% del total de alumnos registrados para el turno matutino.

Dichos registros se obtuvieron de las bases de alumnos de la Academia de Economía Básica, adscrita al Departamento de Economía, División de Economía y Sociedad del CUCEA de la UdeG, así como de los reportes de la oferta académica, vía electrónica, procesados por el Departamento Escolar de este centro universitario.

La razón de los anteriores porcentajes se debe a que se consideró únicamente a los estudiantes que cursaran la materia de Economía II en el horario comprendido de las siete a las 13 horas, turno matutino, para cada uno de los ciclos escolares mencionados arriba, en virtud de que el presente estudio solamente comprende el análisis del rendimiento escolar para esta parte del universo.

La información relacionada con el rendimiento académico de los alumnos que cursan Economía II fue obtenido del resultado del examen de opción múltiple aplicado a los alumnos que participaron en la prueba, es decir, la calificación obtenida y evaluada en una escala del cero al cien. Se aplicó el mismo criterio de evaluación en los dos ciclos escolares: 2002 calendario "B" y 2003 calendario "A".

Las apreciaciones de los estudiantes sobre problemas en el manejo e interpretación de materiales gráficos incluidos en los textos, durante el curso de Economía II; respecto a la utilidad de las gráficas sobre variables económicas como instrumentos de apoyo en la comprensión de los conceptos teóricos de orden económico; así como sobre la preferencia por utilizar materiales o textos que contengan gráficas para el desarrollo de los cursos de economía, se obtuvieron del cuestionario sobre información académica y personal que fue aplicado a los alumnos participantes en el estudio, al resultar elegidos en la muestra. Dicho cuestionario se aplicó, en el mismo formato, para los dos ciclos escolares considerados en la investigación.

La descripción de las variables seleccionadas para el modelo econométrico es la siguiente:

1. (*Mat*) El conocimiento de matemáticas se refiere a la calificación que obtuvieron los alumnos en el curso de Matemáticas I, cursado y aprobado en un ciclo escolar anterior al actual, de tal forma que cuando ellos cursan Economía II ya tienen el conocimiento analítico instrumental que les proporciona el contenido programático de Matemáticas I.

Cabe mencionar que una parte de los alumnos incluidos en la muestra no cuentan con este antecedente instrumental; ellos son los estudiantes de la licenciatura en Contaduría Pública. Para efectos de la aplicación del modelo econométrico a estos alumnos se les otorgó una calificación de cero en Matemáticas I.

2. (*Ren*) El rendimiento académico se refiere a la evaluación de la lectura que realizó cada alumno participante en la prueba, mediante un examen estandarizado de opción múltiple con 10 reactivos, otorgando según el resultado obtenido una calificación en el rango del cero al cien.
3. (*Pro*) Una variable dicotómica que representa la apreciación de los estudiantes sobre la existencia o no de problemas en cuanto a la comprensión e interpretación de materiales gráficos que representan variables económicas durante el curso de la materia de Economía II.

Pro es una variable ficticia que tomó los siguientes valores:

- 1 = tuvieron problemas para interpretar gráficas.
- 0 = no tuvieron problemas para interpretar gráficas.

Ecuaciones del modelo

El modelo consta de una relación funcional para observar la relación que existe entre el rendimiento académico de los estudiantes (*Ren1*), el conocimiento de Matemáticas I (*Mat1*) y la variable dicotómica (*Pro1*), más el término de perturbaciones aleatorias, esto es para el ciclo escolar 2002 calendario B:

$$(1) \text{ Ren1}_i = f(\text{Mat1}_i, \text{Pro1}_i) + u_i$$

Donde

Ren1 es la variable dependiente o endógena y *Mat1* y *Pro1* son las variables independientes o exógenas, lo que significa que los cambios en las variables *Mat1* y *Pro1* modifican el valor de la variable *Ren1*.

La segunda ecuación funcional corresponde al ciclo escolar 2003 calendario A; esta función indica la relación que existe entre el rendimiento académico de los estudiantes *Ren2*, el conocimiento de Matemáticas I (*Mat2*) y la variable dicotómica (*Pro2*):

$$(2) \text{ Ren2}_i = f(\text{Mat2}_i, \text{Pro2}_i) + u_i$$

Donde

Ren2 es la variable dependiente o endógena y *Mat2* y *Pro2* son las variables independientes o exógenas, lo que significa que los cambios en las variables *Mat2* y *Pro2* modifican el valor de la variable *Ren2*.

Estimación de parámetros

Para probar la hipótesis se utilizó el método de regresión lineal múltiple para estimar los parámetros de la relación entre las variables dependiente e independientes de las ecuaciones de comportamiento (1) y (2) mencionadas anteriormente. Las ecuaciones de regresión son las siguientes, si se supone una relación lineal entre las variables consideradas:

$$(3) \text{ Ren}_i = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Mat1}_i + \alpha_2 \text{Pro2}_i + u_i$$

$$(4) \text{ Ren}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Mat1}_i + \beta_2 \text{Pro2}_i + u_i$$

Hipótesis de comportamiento

La hipótesis de comportamiento para las funciones (1) y (2) se expresa de la manera siguiente:

El cambio de *Ren* respecto de *Mat* tiene relación directa.

$$d\text{Ren}/d\text{Mat} > 0$$

Supuestos del modelo

El modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) se fundamenta en las propiedades estadísticas que a continuación se exponen:

1. El término de perturbación se distribuye normalmente con media cero y varianza constante σ^2 ;
 $\mathbf{u} \sim N(\boldsymbol{\mu}, \sigma^2)$
2. La esperanza del término de perturbación es igual a cero.
 $E(\mathbf{u}) = 0$
3. Las perturbaciones u_i, u_j no están correlacionadas; a este supuesto se le da el nombre no autocorrelación.
 $Cov(\mathbf{u}_i, \mathbf{u}_j) = 0$ para $i \neq j$
4. Existe homoscedasticidad, o igual dispersión; esto es, la varianza de u_i es un número constante Igual a σ^2 .
 $E(u_i^2) = \sigma^2$
5. Las perturbaciones de u y las variables explicativas no están correlacionadas.
 $Cov(u_i, X_i) = 0$

Si el modelo de regresión lineal cumple con los supuestos antes mencionados, entonces los estimadores de los parámetros obtenidos a partir de este método son óptimos, es decir, son insesgados, consistentes y eficientes.

Derivación de los estimadores mínimos cuadráticos

Dada la función de regresión de tres variables:

1. $Ren = f(Mat, Pro)$ y

La ecuación de comportamiento:

2. $\hat{Ren}_j = \alpha_0 + \alpha_1 Mat_{1j} - \alpha_2 Pro_{2j} + u_j$ donde

3. $Ren_j = \hat{Ren}_j + u_j$ despejando u_j de (3)

4. $u_j = Ren_j - \hat{Ren}_j$ sustituyendo \hat{Ren}_j en (4)

5. $u_j = Ren_j - \alpha_0 - \alpha_1 Mat_{1j} - \alpha_2 Pro_{2j}$ $u_j =$ residuos

Los residuos es la diferencia entre los valores observados y los valores estimados de Y . Para minimizar la diferencia entre los residuos se eleva al cuadrado la sumatoria de los residuos, quedando la expresión como sigue:

6. $\sum u_j^2 = \sum (Ren_j - \hat{Ren}_j)^2 = \sum (Ren_j - \hat{\alpha}_0 - \hat{\alpha}_1 Mat_{1j} - \hat{\alpha}_2 Pro_{2j})^2$

Esta ecuación significa que la suma de los residuos al cuadrado es una función de $\hat{\alpha}_0, \hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2$.

Los parámetros se obtienen derivando $\sum u^2$ con respecto de $\hat{\alpha}_0, \hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2$, e igualando a cero.

Resolviendo las derivadas parciales:

7. $\hat{\alpha}_1 = \frac{(\sum Mat_1 Ren)(\sum Pro_2) - (\sum Pro_2 Ren)(\sum Mat_1 Pro_2)}{(\sum Mat_1^2)(\sum Pro_2^2) - (\sum Mat_1 Pro_2)^2}$

$$8. \quad \hat{\alpha}_2 = \frac{(\sum Pro_2 Ren)(\sum Mat_1^2) - (\sum Mat_1 Ren)(\sum Mat_1 Pro_2)}{(\sum Mat_1^2)(\sum Pro_2^2) - (\sum Mat_1 Pro_2)^2}$$

$$9. \quad \hat{\alpha}_0 = \bar{Ren} - \hat{\alpha}_1 \bar{Mat}_1 - \hat{\alpha}_2 \bar{Pro}_2$$

Estos estimadores se caracterizan por ser expresados en términos de cantidades observables. Además, de acuerdo con la muestra cada estimador proporciona un solo valor del parámetro poblacional.

Método de MCO en forma matricial para estimar los parámetros

El procedimiento matricial para obtener los parámetros se basa en el modelo descrito anteriormente. Entonces, sea la ecuación muestral igual a:

$$1. \quad \hat{\alpha}_0 = \bar{Ren} - \hat{\alpha}_1 \bar{Mat}_1 - \hat{\alpha}_2 \bar{Pro}_2$$

Donde:

$$Ren = Y$$

$$Mat = X_1$$

$$Pro = X_2$$

El modelo matricial en forma condensada queda como sigue:

$$2. \quad Y = \alpha X + u$$

Las matrices se estructuran de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & \cdots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & \cdots & X_{k2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & X_{1N} & X_{2N} & \cdots & X_{kN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_N \end{bmatrix}$$

$$Y = X \alpha + u$$

$$3. \quad (x \ 1) \ (N \times k) \ (k \times 1) \ (N \times 1)$$

En este sistema de matrices Y es el vector columna de los valores observados de la variable dependiente, X la matriz de valores de las variables independientes, α es un vector columna de k elementos que representan a los estimadores de los parámetros de la ecuación de regresión, y los residuos e forman otro vector de N filas y una columna.

Despejando (u) de (3) se tiene que:

$$4. \quad \hat{u} = y - \hat{\alpha} X$$

Los estimadores MCO se obtienen al minimizar los residuos del modelo, es decir, al elevar el término de error al cuadrado y se representan como la sumatoria de los residuos al cuadrado de la siguiente manera:

$$5. \quad \sum \hat{u}_i^2 = \sum (Y_i - \alpha_0 - \alpha_1 X_{1i} - \alpha_2 X_{2i} - \dots - \alpha_k X_{ki})^2$$

En álgebra matricial la expresión anterior significa multiplicar la transpuesta de u' por u , esto es:

$$6. \quad u' u = (\hat{u}_1, \hat{u}_2, \dots, \hat{u}_n) \begin{pmatrix} \hat{u}_1 \\ \hat{u}_2 \\ \vdots \\ \hat{u}_n \end{pmatrix} = (\hat{u}_1^2 + \hat{u}_2^2 + \dots + \hat{u}_n^2)$$

Desarrollando la expresión anterior en forma matricial se obtiene:

$$7. \quad \hat{u}' \hat{u} = (y - \hat{\alpha} X)' (y - \hat{\alpha} X) = y' y - 2 \hat{\alpha}' X' y - \hat{\alpha}' X' X \hat{\alpha}$$

Simplificando la ecuación por medio de las propiedades del álgebra matricial:

$$8. \quad (X' X) \hat{\alpha} = X' y$$

Despejando ($\hat{\alpha}$) de la ecuación anterior:

$$9. \quad \hat{\alpha} = (X' X)^{-1} X' y$$

Donde:

$\hat{\alpha}$ = vector de parámetro

$(X' X)^{-1}$ = matriz inversa de X

$(X' y)$ = es el producto cruzado de (X) por (y)

En forma condensada

$$10. \quad \hat{\alpha} = (X' X)^{-1} X' y$$

Matrices de orden

$(k \times 1)$ $(k \times k)$ $(k \times n)$ $(n \times 1)$

En el presente modelo el sistema de matrices es el siguiente:

$$\hat{\alpha} = \begin{bmatrix} \hat{\alpha}_0 \\ \hat{\alpha}_1 \\ \hat{\alpha}_2 \end{bmatrix} \quad (X' X)^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 1 & \dots & 1 \\ X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{kn} \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} \\ 1 & X_{12} & X_{22} \\ \dots & \dots & \dots \\ 1 & X_{1k} & X_{2k} \end{bmatrix} \quad (X' y) = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 1 & \dots & 1 \\ X_{11} & X_{12} & \dots & X_{12} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{kn} \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$$

Resultados del modelo

El modelo utilizado en la presente investigación permite observar de qué manera la representación gráfica de las variables económicas son instrumentos adecuados para la mejor comprensión del comportamiento de los modelos económicos.

Los instrumentos matemáticos dan la oportunidad de representar dichos modelos para su mejor comprensión y análisis; en este sentido, y de acuerdo con los estadísticos obtenidos para comprobar la validez de los parámetros del modelo, como son, los coeficientes de correlación (r) y determinación (R^2), así como el estadístico Durbin Watson (DW), es posible efectuar algunas interpretaciones con relación a los valores de los coeficientes de regresión.

Función de rendimiento académico

El aprovechamiento escolar puede definirse en términos de los conocimientos, habilidades y destrezas que adquiere el alumno durante el proceso de enseñanza-aprendizaje; la evaluación de éste se efectúa a través de la valoración que el docente hace del aprendizaje de los alumnos matriculados en un curso, lo que guarda relación con los objetivos y contenidos de los programas y el desempeño de los escolares en dicho proceso.

Estudiar el rendimiento académico desde el análisis de insumo-producto significa aplicar la estrategia de investigación que relaciona los insumos educativos con el producto de la educación.

Bajo esta perspectiva, el aprovechamiento escolar puede estar influido por diversos factores o variables que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los escolares que cursan la materia de Economía II en el CUCEA. Éstos son:

Los conocimientos matemáticos reflejados en los contenidos de la asignatura de Matemáticas I, en particular los temas sobre las funciones y ecuaciones así como de la solución de sistemas de ecuaciones e inecuaciones.

La presencia o no de problemas apreciados por los estudiantes para entender las gráficas empleadas por los profesores durante el curso de Economía II.

Resultados del modelo para el ciclo escolar 2002 "B"

La ecuación de regresión para evaluar la relación entre la variable dependiente y las variables independientes que son, respectivamente, el rendimiento académico de los alumnos que cursan Economía II, y el conocimiento que el curso Matemáticas I aporta al estudiante, específicamente los contenidos relativos a las funciones y ecuaciones, así como los problemas percibidos por los educandos en el curso de Economía II con las representaciones gráficas, arrojó el siguiente resultado:

$$\hat{Ren}^I = 58.3 + 0.07 Mat^I - 8.2 Pro^I$$

El coeficiente del conocimiento de matemáticas observa una relación directa con el rendimiento académico que obtuvo el alumno que cursa la materia de Economía II; esta situación concuerda con la hipótesis teórica establecida para el caso presente. Así, se infiere que a medida que la calificación del alumno obtenida en el curso de Matemáticas I sea más alta, el rendimiento escolar del estudiante de Economía II se modificará de manera positiva. Concretamente, si el estudiante logra obtener 10 puntos adicionales en la calificación de Matemáticas I, entonces su rendimiento escolar aumentaría en apenas 0.7 de punto (véase apéndice 1).

El resultado obtenido lleva a suponer que el conocimiento adquirido por el estudiante en el curso de Matemáticas I, en particular los conceptos de funciones y ecuaciones así como la solución de ecuaciones e inecuaciones, pudiera no ser suficiente como material de apoyo en la comprensión de las variables económicas de microeconomía básica.

Por otra parte, el resultado de la variable conocimiento de Matemáticas I es de 0.07; aunque es significativo, su valor es muy pequeño, lo cual pudiera ser que, además de las matemáticas referidas, otros factores influyen en el aprovechamiento académico de los alumnos en la asignatura de Economía II.

Como ejemplo se pueden mencionar los siguientes: el nivel de abstracción de la misma teoría microeconómica, el método de enseñanza empleado por el profesor, el empleo de recursos didácticos durante el curso de Economía II, falta de apoyo de otras materias como estadística, aspectos de diseño curricular, e incluso factores de índole administrativa, etcétera.

La variable dicotómica que muestra la percepción subjetiva de los encuestados sobre la dificultad en la lectura del material gráfico en la teoría microeconómica, presenta un valor de -8.2, lo que puede significar que de acuerdo con el resultado obtenido del término independiente de 58.3 menos el valor de la variable dicotómica de -8.2, evidencia una disminución del rendimiento académico al tomar el valor de 49.1 puntos.

De este planteamiento se puede inferir que, de acuerdo con los resultados del modelo, en tanto los estudiantes que cursan Economía II presenten problemas en el manejo de las representaciones gráficas de variables microeconómicas, se reitera que los conocimientos sobre funciones y ecuaciones no son suficientes, situación que puede afectar el rendimiento académico.

Resultados del modelo para el ciclo escolar 2003 "A"

Por su parte, la ecuación de regresión que evalúa la relación entre la variable dependiente y las variables independientes mencionadas con anterioridad, para el ciclo escolar 2003 "A" obtuvo los resultados siguientes:

$$\hat{Ren}^2 = 76.48 - 0.06 Mat^2 - 2.25 Pro^2$$

En el caso particular de la muestra estudiada para este periodo, el coeficiente para la variable de Matemáticas I presenta signo negativo al tomar el valor de -0.06 en la ecuación de regresión, lo que supone una relación inversa con el rendimiento escolar de los alumnos que cursan la materia de Economía II; situación contraria a la hipótesis de comportamiento en la que se plantea que a mayor conocimiento de matemáticas, el rendimiento académico, por ende, será mayor (véase apéndice 1).

Esta situación puede explicarse al tomar en cuenta que un porcentaje importante de los alumnos seleccionados aleatoriamente en la muestra, el 32%, corresponde a los alumnos de la licenciatura en Contaduría Pública. La matriz curricular para esta licenciatura en el CUCEA no incluye en ningún bloque de materias la asignatura de Matemáticas I (UdeG, 1999), por lo tanto, no cuentan con una calificación de esta asignatura y les fue asignado el valor de cero con el fin de operacionalizar el modelo.

Respecto a la variable dicotómica, expresada en términos de la apreciación personal de los alumnos sobre la dificultad en la lectura del material gráfico en la teoría microeconómica, los estudiantes admitieron haber tenido dificultades en el manejo

de herramientas gráficas durante el curso de Economía II, al tomar el coeficiente un valor de -2.25 . El hecho de haber declarado dificultad para entender las representaciones gráficas de variables microeconómicas, puede significar que de acuerdo con el resultado obtenido del término independiente de 76.4 menos el valor de la variable dicotómica de -2.25 , evidencia que el rendimiento escolar se ve afectado al tomar el valor de 74.15 puntos.

En resumen, se puede decir que efectivamente el conocimiento de Matemáticas I, en particular los temas de funciones y ecuaciones al igual que la solución de sistemas de ecuaciones e inecuaciones, de los alumnos del CUCEA que cursan Economía II, así como la percepción de dificultades para interpretar los materiales gráficos que declararon haber tenido los estudiantes, afectan su rendimiento académico.

No obstante, es posible inferir que el conocimiento de Matemáticas I y los problemas en la interpretación de gráficas no son las únicas variables que pueden incidir en el aprovechamiento escolar de los alumnos; otro tipo de factores: quizá las prácticas de enseñanza de los profesores, el empleo de materiales didácticos, el diseño curricular de las carreras a nivel licenciatura, algunos aspectos que tienen que ver con la administración o gestión de las licenciaturas en el CUCEA, falta de apoyos cognoscitivos de otras materias como estadística, etc., también pueden afectar dicho rendimiento.

Ahora bien, de acuerdo con los resultados obtenidos del modelo, las matemáticas aprendidas en el curso de Matemáticas I pueden no ser suficientes como material de apoyo cuantitativo para la asignatura de Economía II. Esta situación, entonces, puede incidir en la apreciación de los alumnos sobre la existencia de dificultades de comprensión e interpretación de las representaciones gráficas de variables estudiadas en los modelos microeconómicos, lo cual puede influir en el rendimiento académico alcanzado.

Por lo tanto, es posible pensar en reforzar el instrumental matemático mínimo necesario para comprender los conceptos básicos de principios de microeconomía, y esto podría realizarse por medio de cursos complementarios o adicionales al currículo actual de las licenciaturas cuyos alumnos deban cursar la asignatura de Economía II, como serían los cursos propedéuticos, de inducción matemática, tutorías disciplinares especializadas, etcétera.

Conclusiones

- 6.1 El traslado del sentido económico que implica el rendimiento al ámbito de la problemática educativa, conlleva explicaciones e interpretaciones desde la óptica de la teoría económica en los análisis y evaluaciones de los fenómenos o procesos educativos que toman como referente los rendimientos o productividad de la institución, de los docentes, o bien de los estudiantes. Cabe señalar que la función de producción educativa no deja de ser un instrumento económico formulado para actividades de producción de bienes tangibles, en tanto la educación no lo es.

Además, los fenómenos o procesos educativos están influidos por factores susceptibles de cuantificar, relacionados con manifestaciones empíricas, pero además por factores cualitativos que algunas veces se dejan de lado o se suponen constantes.

Sin embargo, las metodologías que aporta la ciencia económica al campo de la educación, como los modelos de insumo-producto, se siguen aplicando ampliamente con buenos resultados, al tomar las evidencias empíricas de los procesos educativos, en este caso el rendimiento académico.

6.2 Los resultados del modelo aplicado en este trabajo permiten observar que el conocimiento que aporta a los estudiantes el contenido temático sobre funciones y ecuaciones, además de la solución de ecuaciones e inecuaciones, influye en el rendimiento académico de los alumnos que cursan la asignatura de Economía II en el CUCEA, aun al obtener un valor muy pequeño en su coeficiente. Este resultado puede indicar que, además de esta variable, inciden otros factores en el rendimiento académico de los escolares.

Esta conclusión, aunque sólo se trata de un primer acercamiento a la prueba del modelo diseñado para indagar sobre el rendimiento académico en estudiantes de licenciatura en el CUCEA de la UdeG y su relación con las variables conocimiento de Matemáticas I y dificultad de los alumnos para leer gráficas de variables económicas, resulta interesante al menos para tomarla como un punto de referencia para investigaciones futuras sobre esta temática.

6.3 Las acciones de la política educativa nacional en el renglón de la educación superior, se orientan a favor de programas que favorezcan el desarrollo integral de los estudiantes, proporcionándoles las bases necesarias para su desarrollo individual y los conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan enfrentar aprendizajes futuros.

Es aquí donde se inscriben los resultados de la presente investigación, en la medida en que pretende un primer acercamiento en la prueba del modelo diseñado para tratar de determinar algunas variables que pudieran influir en el rendimiento escolar de los alumnos que cursan Economía II en el CUCEA de la Universidad de Guadalajara.

Bibliografía

- Aguilar Camín, Héctor, y cols. (1992) "El estado de la educación", en Gilberto Guevara Niebla, *La catástrofe silenciosa*. México: FCE.
- Alaminos (1993) *Gráficos. Cuadernos metodológicos*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Arnal (1992) *Investigación educativa*. España: Labor.
- Bartolucci, Jorge (1987) "Educación, reproducción social y sociología", *Revista Sociológica*. México: UAM.
- Bertin, J. (2003) *Semiología de gráficos*, entrevista a Jacques Bertin, enero de 2003. Consultada en 2005. <http://www.infovis.net/printMag.php?num=116&lang=1>.
- Bruggemann, Wolfgang (1983) "El principio del rendimiento", *Educación*, vol. 27. Tubinga: Instituto de Colaboración Científica.

- Camarena, Rosa María, y otros (1985) “Reflexiones en torno al rendimiento escolar y a la eficiencia terminal”, *Revista de la Educación Superior en Línea*, núm. 53, enero-marzo. México: ANUIES.
- Cohn, y cols. (1994) “Graphs and learning principles of economics”, *The American Economic Review*.
- (2001) “Do graphs promote learning in principles of economics?”, *Research in Economic Education*.
- Delors, J. (1996) “De la educación básica a la universidad”, *La educación encierra un tesoro*, informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. Madrid: Santillana/UNESCO, pp. 129-150.
- Foncuberta (1996) *Matemática: probabilidades y estadística. Su enseñanza*. Argentina: Conicet.
- García Cortés (1979) *Paquete de autoenseñanza de evaluación del aprovechamiento escolar*. México: CISE/UNAM.
- García Díez (1997) *Estimaciones de funciones de producción educativas: la enseñanza de la economía a nivel universitario*. España: Universidad de Castilla.
- Leftwich (1970) *Microeconomía*. México: Interamericana.
- Martínez, y cols. (2002) *Deserción, rezago y eficiencia terminal en la IES*, México
- Mendoza (2001) *La enseñanza de la economía: una visión hacia adelante*. México: Pearson.
- Minnaard, y otros (2002) “El uso de las gráficas en la escuela: otro lenguaje de las ciencias”, *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Nicholson (2001) *Microeconomía*. Colombia: McGraw-Hill.
- Page, André (1977) *La economía de la educación*. Argentina: Kapelusz.
- Parkin (2000) *Microeconomía*. México: Addison Wesley Interamericana.
- Schultz, Theodore (1968) *Valor económico de la educación*. México: Uteha.
- Secretaría de Educación Pública (2001) *Programa Nacional de Educación 2001-2006*. México: SEP. Consultada en 2005. <http://www.sep.gob.mx/work/appsite/programa/index.htm>.

Apéndice 1. Resultados del modelo*Resultados para el ciclo escolar 2002 calendario B*

Cuadro 1
 Variables que intervienen en el modelo para estimar el rendimiento académico
 $Ren^i = f(Mat^i, Pro^i)$

<i>Núm. de observación</i>	<i>Rendimiento académico (Renⁱ)</i>	<i>Calificación en Matemáticas 1 (Matⁱ)</i>	<i>Dificultad para leer gráficas (Proⁱ)</i>
1	70	65	0
2	50	60	0
3	70	80	0
4	70	50	0
5	70	60	1
6	80	80	0
7	60	71	1
8	80	75	0
9	80	95	0
10	70	100	1
11	40	80	0
12	50	65	1
13	70	70	0
14	50	80	0
15	60	80	0
16	50	80	1
17	30	80	0
18	100	70	0
19	60	78	1
20	40	95	1
21	70	100	0
22	30	75	0
23	40	70	0
24	70	85	0
25	90	0	1
26	60	0	0
27	30	0	1
28	60	0	0
29	30	0	1
30	50	0	0
31	50	0	0
32	60	0	0
33	40	0	1
34	50	0	0
35	40	0	0

<i>Núm. de observación</i>	<i>Rendimiento académico (Ren¹)</i>	<i>Calificación en Matemáticas 1 (Mat¹)</i>	<i>Dificultad para leer gráficas (Pro¹)</i>
36	80	0	0
37	70	0	1
38	70	0	0
39	70	60	0
40	70	70	0
41	90	100	0
42	40	75	0
43	70	74	0
44	60	85	0
45	70	50	0
46	70	60	0
47	50	67	1
48	60	85	1
49	60	74	0
50	90	80	0
51	60	63	0
52	70	60	0
53	70	87	0
54	50	67	1
55	60	94	0
56	70	70	0
57	20	80	1
58	70	90	0
59	70	80	0
60	70	100	0
61	70	85	0
62	70	80	1
63	70	60	1
64	60	86	0
65	40	60	1
66	70	60	1
67	70	80	0
68	50	60	0
69	50	80	0
70	60	80	0
71	40	65	0
72	40	60	1
73	70	70	0
74	70	70	1
75	50	62	1

Fuente: investigación directa, CUCEA, UdeG, 2002.

Ecuación 1

$$Ren^1_j = \alpha_0 + \alpha_1 Mat^1_j - \alpha_2 Pro^1_j + u_j$$

$$Ren^1_j = 58.33 + 0.07 Mat^1_j - 8.24 Pro^1_j$$

(1.32) (-2.13)

Prueba de significación para la ecuación y los parámetros estimados.

Regresores	Coefficientes	Estadístico t	r	R ²	dw	F
$\alpha_0 =$	58.33	13.96	4.17	0.08	1.92	3.43
$\alpha_1 =$ Matemáticas I	0.07	1.32				
$\alpha_2 =$ Dificultades	-8.24	-2.13				

Resultados para el ciclo escolar 2003 calendario A

Cuadro 2

Variables que intervienen en el modelo para estimar el rendimiento académico
 $Ren^2 = f (Mat^2, Pro^2)$

Núm. de observación	Rendimiento académico (Ren2)	Calificación en Matemáticas 1 (Mat 2)	Dificultad para leer gráficas (Pro2)
1	50	70	0
2	90	85	1
3	50	60	0
4	80	70	1
5	80	80	0
6	70	74	0
7	70	85	1
8	70	80	1
9	80	80	1
10	90	85	1
11	70	75	1
12	80	90	1
13	90	85	1
14	70	90	0
15	90	90	0
16	60	65	0
17	60	65	1
18	80	65	0
19	90	93	0
20	60	70	1
21	60	70	0

<i>Núm. de observación</i>	<i>Rendimiento académico (Ren2)</i>	<i>Calificación en Matemáticas 1 (Mat 2)</i>	<i>Dificultad para leer gráficas (Pro2)</i>
22	80	100	0
23	60	28	1
24	70	60	1
25	70	60	0
26	70	0	1
27	80	0	0
28	70	0	1
29	80	0	1
30	70	0	0
31	50	0	1
32	90	0	0
33	60	0	0
34	80	0	0
35	60	0	1
36	80	0	1
37	80	0	1
38	100	0	0
39	60	0	1
40	80	0	0
41	70	0	0
42	60	0	0
43	90	0	0
44	80	0	0
45	90	0	1
46	80	0	1
47	70	0	0
48	90	0	1
49	100	0	0
50	70	0	0
51	70	85	1
52	70	80	1
53	80	70	0
54	80	85	0
55	50	85	0
56	80	95	0
57	70	85	1
58	70	65	0
59	100	75	0
60	60	90	1
61	60	63	1
62	100	80	0
63	50	90	1

<i>Núm. de observación</i>	<i>Rendimiento académico (Ren2)</i>	<i>Calificación en Matemáticas I (Mat 2)</i>	<i>Dificultad para leer gráficas (Pro2)</i>
64	70	90	0
65	70	60	0
66	70	80	0
67	60	60	0
68	60	75	1
69	40	96	1
70	50	76	0
71	50	100	0
72	90	90	0
73	50	95	0
74	80	85	0
75	70	80	1
76	70	60	0
77	60	94	1

Fuente: investigación directa, CUCEA, UdeG, 2003.

Ecuación 2

$$Ren^2_i = \beta_0 - \beta_1 Mat^2_{1i} - \beta_2 Pro^2_{2i} + u_i$$

$$Ren^2 = 76.48 - 0.07 Mat^2_{1i} - 2.25 Pro^2_{2i}$$

(-1.70)
(-0.75)

Prueba de significación para la ecuación y los parámetros estimados.

<i>Regresores</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>DW</i>	<i>F</i>
β_0	76.48	26.01	2.94	0.04	2.28	2.83
β_1 = Matemáticas I	- 0.07	- 1.70				
β_2 = Dificultades	- 2.25	- 0.75				