



Desarrollo y Sociedad

ISSN: 0120-3584

revistadesarrolloy sociedad@uniandes.edu.co

Universidad de Los Andes

Colombia

Nupia, Oskar Andrés; Arango, Cristina; Bermúdez, Martín; Bustamante, Juana Paola; Cadena, Ana María; Domínguez, Camilo; Duque, Ana Carolina; Fajardo, Mariana; Gómez, Daniel; Hernández, Diana; Valdés, Luisa; Zuluaga, Carolina

¿Qué hacer y no hacer para mejorar las notas?. Un caso aplicado al curso de Econometría I

Desarrollo y Sociedad, núm. 45, marzo, 2000, pp. 109-137

Universidad de Los Andes

Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169118245004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## ¿Qué hacer y no hacer para mejorar las notas? Un caso aplicado al curso de Econometría I

Oskar Andrés Nupia, Cristina Arango, Martín Bermúdez,  
Juana Paola Bustamante, Ana María Cadena, Camilo Domínguez,  
Ana Carolina Duque, Mariana Fajardo, Daniel Gómez,  
Diana Hernández, Luisa Valdés, Carolina Zuluaga\*

### Resumen

Presentando un modelo econométrico que intenta explicar el resultado de las calificaciones obtenidas por los alumnos en sus exámenes, el objetivo de este trabajo es introducir un campo relativamente inexplorado en las facultades de economía del país: los factores que afectan el desempeño académico de los estudiantes. Utilizando como unidad de análisis los alumnos del curso de Econometría I dictado en la Facultad de Economía de la Universidad de los Andes el segundo semestre de 1999, los resultados aquí obtenidos indican que la dedicación, las habilidades del estudiante y un buen descanso antes de los exámenes pueden mejorar el desempeño de los estudiantes. De otro lado, la mayor carga académica, las horas de estudio en exceso para los exámenes y no resolver las dudas antes de las pruebas, posee efectos negativos. Adicionalmente se encontró evidencia sobre el efecto nulo que posee la copia en los resultados de las pruebas, la no existencia de diferencias significativas entre géneros y el bajo efecto que ejercen los problemas personales del estudiante sobre su desempeño.

\* El primer autor es profesor-investigador de la Facultad de Economía y del CEEA de la Universidad de los Andes. Los otros autores son estudiantes de sexto semestre de la Universidad. Agradecemos el trabajo y el entusiasmo de todos los alumnos del curso de Econometría I, secciones 2 y 3, del segundo semestre de 1999.

## 1. Introducción

Es poco lo que se conoce sobre los factores que afectan el desempeño y los resultados académicos de los estudiantes en las facultades de economía de nuestro país y al parecer, hasta ahora, no existe un interés particular por explorarlo. Este artículo desea dar un primer paso en esta dirección, exponiendo un ejercicio explorativo que usa como caso de estudio los resultados del curso de Econometría I de la Facultad de Economía de la Universidad de los Andes, dictado en el segundo semestre de 1999<sup>1</sup>.

En la misma dirección de un gran número de trabajos anteriormente desarrollados para analizar el desempeño académico de los estudiantes en las facultades de economía, principalmente de Norteamérica, la idea principal de este ejercicio es obtener un modelo econométrico que, incluyendo diferentes factores tanto del estudiante como de la oferta académica, logre explicar los resultados de las calificaciones obtenidas por los alumnos. Trabajos como los de Schmidt (1983), Romer (1993), Durden y Ellis (1995), Laband y Piette (1995), Krueger (1999), entre otros, son algunos ejemplos de esto.

La diferencia –y quizás la restricción– de este ejercicio frente a los trabajos anteriormente mencionados es que se concentra en la evaluación de un curso particular de la carrera y no sobre una prueba estándar de conocimientos en economía. De esta forma los resultados aquí obtenidos poseen limitaciones en términos de representatividad. Adicionalmente, por objetivos académicos<sup>2</sup>, el ejercicio no se planteó para evaluar el desempeño acumulado del estudiante en el curso (esto sería su calificación definitiva), sino que se hizo tan sólo para el resultado del primer examen, de forma que, tal como se discutirá posteriormente, nuestro modelo tendrá en cuenta únicamente decisiones parciales del estudiante bajo un horizonte intertemporal.

Con el fin de desarrollar el trabajo, con anterioridad al primer examen empezamos a diseñar una encuesta que nos permitiera recoger la infor-

---

<sup>1</sup> Este trabajo empezó como un experimento de laboratorio en el cual los estudiantes fueron los “ratones” y los investigadores. La idea inicial fue desarrollar un ejercicio empírico en el curso de Econometría I que dejara por fuera los temas usualmente tratados en este tipo de cursos, en su mayoría macroeconómicos.

<sup>2</sup> Esto es, con el objetivo de que los estudiantes del curso se involucraran en el trabajo.

mación pertinente para desarrollar el modelo. Una vez elaborado un primer formulario de encuesta, se realizaron varias rondas de discusiones con los estudiantes para mejorarlo. La encuesta fue aplicada sobre la totalidad de estudiantes que presentaron el examen, una semana después de que esto ocurriera.

La primera etapa del trabajo fue desarrollada por los estudiantes del curso, obteniendo resultados sobre los cuales se necesitaba un mayor trabajo explorativo. Conscientes de esto, junto con un grupo de estudiantes entusiasmados por el tema (quienes aparecen como autores de este artículo), nos pusimos en la tarea de seguir trabajando sobre los modelos. Los resultados obtenidos de este laboratorio son los que estamos presentando en este documento.

El artículo se divide en seis secciones, de la cual esta introducción es la primera. En la segunda se hace una descripción de la encuesta que se realizó y la muestra, mientras que en la tercera se presentan algunas estadísticas descriptivas. En la cuarta sección se introduce el modelo econométrico y en la siguiente se exponen los diferentes resultados de las estimaciones. La última sección se encarga de las conclusiones del estudio.

## 2. La encuesta

Ésta fue realizada sobre los alumnos del curso de Econometría I, secciones 2 y 3, dictado el segundo semestre de 1999. En total fueron 59 alumnos quienes contestaron la encuesta, lo que corresponde a la totalidad de los alumnos que presentaron el primer examen. Con el fin de evitar sesgos en las respuestas de los estudiantes provenientes de inconformidades con las notas, la encuesta fue contestada antes de conocer el puntaje de la evaluación y una vez entregada ésta, se le daba a conocer a cada estudiante su calificación.

La encuesta que se realizó está dividida en siete módulos. El primer módulo es sobre *datos personales*. Este módulo, aparte de indagar por la nota del primer examen, buscaba obtener información sobre la edad, el sexo y la sección a la que pertenecía el alumno. Esta última pregunta se incluyó con el fin de conocer el efecto que podría tener el horario de clase sobre el rendimiento de los alumnos ya que la sección tres recibía las clases en la mañana y la sección dos por la tarde.

El módulo más extenso es el referente al *alumno*. Éste se divide en seis secciones que tratan de captar diferentes aspectos del estudiante: i) *habilidades específicas*, medidas a través de diferentes promedios de la carrera acumulados hasta el semestre anterior; ii) *dedicación específica*, la cual incluye preguntas orientadas a medir el nivel de dedicación del alumno en la materia; iii) *entendimiento*, con la cual se busca establecer el nivel de entendimiento del tema antes del parcial; iv) *carga académica y extra-académica*; v) *disposición*, sección que incluye preguntas relacionadas con el estado físico y psicológico del alumno antes del parcial, y vi) *gustos*, la cual busca determinar el gusto de los estudiantes por algunas materias.

Uno de los módulos más interesantes es el de *fraude*, en el cual se incluye una pregunta muy directa sobre si el estudiante copió o no de otro en el examen. Con el fin de que esta pregunta se respondiera de la forma más sincera, previamente se hizo un pacto entre alumnos y profesor: “Si el alumno hacía copia y no era descubierto durante el examen no se tomarían represalias al contestar la encuesta, pero si era descubierto durante el examen, éste sería anulado inmediatamente y el caso sería pasado al Consejo de la Facultad”<sup>3</sup>.

El quinto módulo es referente al *examen* y busca hacer una evaluación de su nivel de dificultad, su claridad, su extensión y las condiciones en que fue presentado.

Los dos últimos módulos se concentran en el *profesor* y el *profesor de taller*, respectivamente<sup>4</sup>. Estos módulos recogen información cualitativa de los profesores e incluye preguntas sobre aspectos tales como motivación, disposición para resolver dudas y habilidad para explicar.

<sup>3</sup> Aunque cada formulario de la encuesta poseía un número secreto de identificación que tan sólo el estudiante conocía, era posible identificar a las personas por medio de su nota en el examen y sus características personales. De tal forma que había que crear confianza entre los estudiantes para que éstos respondieran la encuesta de la manera más sincera.

<sup>4</sup> El curso de Econometría I se dicta en dos tipos de sesiones: clases magistrales, en las cuales se ven las bases teóricas del curso, y clases de taller, en las cuales se hacen ejercicios prácticos en computador.

### 3. Los estudiantes, el examen y el profesor

De las 59 personas que respondieron la encuesta, el 63% eran hombres y el 37% mujeres. De esta forma, se puede decir que la distribución entre géneros de la encuesta es representativa a nivel de la facultad dado que, del total de alumnos inscritos en economía en ese semestre, el 61% eran hombres y el 39% mujeres.

En el Cuadro 1 aparece un resumen de las características de los estudiantes que presentaron el examen, discriminando por género. Como se observa, el grupo está en un rango de edad de 18 a 25 años, siendo los hombres en promedio un poco mayores que las mujeres.

El valor medio del promedio acumulado total en la carrera de este grupo es de 3.9, mientras que los promedios acumulados en las áreas de matemática y estadística son inferiores. Esto refleja que no son las materias de las áreas relacionadas con la econometría aquellas en las cuales los estudiantes presentan el mejor rendimiento en su carrera. El promedio acumulado total entre hombres y mujeres no presenta ninguna diferencia, sin embargo, el promedio en estadística y matemáticas tiende a ser levemente superior para las mujeres.

**Cuadro 1** Características de los estudiantes

Variable	Total				Hombres				Mujeres			
	Prom.	Desv.	Máx.	Mín.	Prom.	Desv.	Máx.	Mín.	Prom.	Desv.	Máx.	Mín.
Edad	20	1.3	25	15	21	1.4	25	19	20	1.0	22	18
Promedio acumulado total	3.9	0.3	4.8	3.4	3.9	0.3	4.8	3.4	3.9	0.2	4.5	3.4
Promedio estadística	3.6	0.5	5.0	2.5	3.6	0.5	5.0	2.8	3.7	0.4	4.8	3.0
Promedio matemáticas	3.7	0.4	4.8	3.0	3.7	0.4	4.8	3.0	3.5	0.3	4.3	3.0
Créditos semestre	20	1.9	24	15	20	2.0	24	15	20	1.7	23	16
Nota primer parcial	2.7	1.0	4.2	0.7	2.6	0.9	4.1	0.9	2.9	1.0	4.2	0.7

En el semestre en que estaban asistiendo al curso de Econometría I, los estudiantes se encontraban tomando en promedio 20 créditos. Esto representa una carga académica alta para los estudiantes, ya que lo normal se encuentra entre 17 y 18 créditos.

Para nuestra variable objetivo, tenemos que el promedio del curso en el examen fue de 2.67 con una desviación estándar de 0.96, un máximo de 4.2 y un mínimo de 0.68. Para los hombres, el promedio fue de 2.56 mientras que para las mujeres fue de 2.86, lo cual muestra en principio un mejor desempeño de las mujeres en el curso. Sin embargo, a pesar de tener las mujeres un mayor promedio en las notas, éstas presentan una mayor variabilidad con respecto a la de los hombres.

De otro lado, algunas de las variables sobre el comportamiento de los estudiantes antes del examen son presentadas en el Cuadro 2. La primera característica que de allí se puede resaltar es que en promedio las mujeres le dedicaron más horas de estudio a la materia que los hombres, tanto entre semana (dos horas más), como para el examen (cinco horas más). Esto aporta evidencia sobre la creencia común de que las mujeres son más dedicadas y disciplinadas para el estudio que los hombres.

De tres tareas que se asignaron antes del parcial, en promedio los alumnos hicieron sin copia dos<sup>5</sup>, lo cual refleja que una porción importante de los estudiantes no cumplió con sus obligaciones con total responsabilidad. En cuanto a la asistencia a clases, vemos que en su mayoría los alumnos asistieron a todas, aunque existen estudiantes que tuvieron un alto nivel de ausentismo (un máximo de cuatro clases).

**Cuadro 2** Comportamiento del estudiante antes del examen

Variable	Total				Hombres				Mujeres			
	Prom.	Desv.	Máx.	Mín.	Prom.	Desv.	Máx.	Mín.	Prom.	Desv.	Máx.	Mín.
Horas semana promedio estudio	5	3.0	12	0	4	2.8	12	0	6	3.1	12	1
Horas estudio para el examen	13	5.7	30	1	10	4.9	30	1	15	5.3	26	6
No. tareas no copiadas	2	1.0	3	0	2	1.1	3	0	2	0.8	3	1
No. clases que faltó	0	1.0	4	0	1	1.2	4	0	0	0.4	1	0
Porcentaje entendido	0.79	0.16	1.00	0.10	0.78	0.15	1.00	0.30	0.82	0.18	1.00	0.10
No. exámenes en la semana	2	0.9	4	0	2	0.9	4	0	2	0.9	4	0
No. tareas y trabajos en la semana	3	1.6	7	0	3	1.5	7	0	1	1.5	7	1
Horas dormidas noche anterior	6	1.8	9	1	6	1.8	9	1	6	1.7	8	2

<sup>5</sup> La pregunta que se hizo en la encuesta fue: ¿Cuántas tareas hechas por usted mismo (no copiadas) entregó?

Por otra parte, en promedio, los alumnos consideraron que el porcentaje entendido del tema antes del parcial fue del 79%, encontrando alumnos que consideraban un alto entendimiento (100%) y alumnos con bajo entendimiento (10%). A este respecto, de nuevo, las mujeres presentan un mejor comportamiento ya que su media de entendimiento está cuatro puntos porcentuales por encima de la de los hombres, aunque, como en el resto de indicadores, también esta variable presenta una mayor varianza.

Por el lado de la carga académica en la semana del examen vemos que los alumnos afrontaron una presión alta teniendo que presentar en promedio dos parciales, además del examen de econometría, y tres tareas o/y trabajos. Sin embargo, esto es al parecer normal durante la semana de exámenes.

Finalmente, los alumnos durmieron en promedio seis horas la noche anterior al examen. Este promedio resulta estar por debajo de lo que médicamente se aconseja dormir (ocho horas), pero se puede considerar un descanso adecuado, teniendo en cuenta que se encontraban en semana de exámenes. No obstante, algunos estudiantes tuvieron muy pocas horas de sueño (el mínimo fue una hora).

En el Cuadro 3 se presenta un resumen de las condiciones psicológicas y físicas del estudiante antes de presentar el examen. De allí se puede resaltar que un alto porcentaje de los alumnos estuvo estresado antes del examen (78%) con un componente principal de las mujeres (casi el total de las mujeres estaban estresadas). Adicionalmente casi la mitad del curso sufrió bloqueos durante el examen, siendo en esta oportunidad muy parecido el porcentaje entre hombres y mujeres. De otro lado, el 34% de los estudiantes tuvo algún percance de tipo económico, familiar o sentimental, durante la semana de la evaluación.

En este cuadro también se incluye una descripción de la variable que trata de medir la carga extraacadémica de los estudiantes. Se encontró que el 22% de los alumnos tenía un trabajo de más de 8 horas semanales, siendo mayor el porcentaje entre los hombres (30% contra 9% de las mujeres).

El Cuadro 4 presenta las preferencias de los alumnos por la econometría en particular y por algunas materias afines. El gusto por las matemáticas



y la econometría es compartido por el 98% y 92% de los alumnos respectivamente, mientras que el gusto por la estadística es considerablemente más bajo (75%).

**Cuadro 3 Disposición del estudiante para el examen**

Variable	Total	Hombres	Mujeres
Tomó bebidas alcohólicas antes del examen	8%	11%	5%
Se alimentó bien antes del examen	88%	92%	82%
Estuvo estresado antes del examen	78%	68%	95%
Sufrió “bloqueos” durante el examen	49%	49%	50%
Tuvo algún percance en la semana del examen	34%	35%	32%
Trabajan ocho horas/semana o más	22%	30%	9%

**Cuadro 4 Gustos del estudiante**

Variable	Total	Hombres	Mujeres
Gusto por las matemáticas	98%	97%	100%
Gusto por la estadística	75%	73%	77%
Gusto por la econometría	92%	89%	95%

En cuanto al examen y su entorno, la información pertinente es presentada en el Cuadro 5. Como se puede observar, el 66% de los estudiantes llegó con dudas al examen, lo cual puede ser el reflejo de que los alumnos acostumbran a estudiar con poca anterioridad para los exámenes, por lo cual no tienen tiempo para resolver las dudas que les surgen. Cualitativamente el examen posee una buena calificación. Para el 90% de la población los enunciados fueron claros, para el 93% las preguntas estuvieron relacionadas con los temas de clase y el 90% de las personas tuvieron suficiente tiempo para resolverlo.

**Cuadro 5 El examen y su entorno**

Variable	Total	Hombres	Mujeres
Llegó con dudas al examen	66%	65%	68%
Claros los enunciados del examen	90%	89%	91%
Preguntas relacionadas con temas de clase	93%	89%	100%
Tuvo tiempo para responder el examen	90%	89%	91%
Se copió en el examen	3%	5%	0%
Salón del examen con escritorios cómodos	24%	24%	23%
Salón del examen con buena ventilación	58%	62%	50%

Una de las variables más críticas de medir por la credibilidad del pacto entre alumnos y profesor era la copia. Como se reporta en el Cuadro 5, el porcentaje de alumnos que se copió en el examen fue de 3%, esto es, dos alumnos, en particular hombres. Esto se podría considerar un índice bajo de copia tanto en porcentaje como en magnitud, así que no descartamos la existencia de una posible subestimación en este porcentaje.

Por último, los indicadores del espacio en el que se presentó el examen no resultan ser buenos. Tan sólo el 24% de los alumnos consideró que el salón tenía escritorios cómodos y el 58% que tenía buena ventilación.

Para terminar, haremos referencia al desempeño del profesor del curso y el de taller (Cuadro 6). Se encuentra que el 100% de los alumnos considera que el profesor explica bien y que el 64% se ha motivado por la materia gracias a la influencia de éste. En cuanto a la disposición del profesor a resolver dudas, el 88% de los estudiantes contestaron que sí estaba dispuesto a resolverlas. Sin embargo, hay que resaltar que esta variable no mide el porcentaje de alumnos que resolvieron efectivamente dudas con el profesor, sino la percepción acerca de su disponibilidad. Estos indicadores resultan ser relativamente inferiores para el profesor de taller.

**Cuadro 6** Evaluación cualitativa de los profesores

Variable	Total	Hombres	Mujeres
Profesor explica bien	100%	100%	100%
Profesor dispuesto a resolver dudas	88%	95%	77%
Profesor lo ha motivado por la materia	64%	57%	77%
Profesor de taller explica bien	64%	65%	64%
Profesor de taller dispuesto a resolver dudas	75%	76%	73%
Profesor de taller lo ha motivado por la materia	47%	51%	41%

## 4. El modelo de notas

Inicialmente se podría plantear un modelo simple donde la nota obtenida en el examen es una función de las horas dedicadas al estudio de la materia:

$$N_i = f(HEM_{i1}^*) \quad (1)$$

donde  $i$  hace referencia a cada estudiante,  $N$  es la nota obtenida en el examen y  $HEM_{i1}^*$  son las horas óptimas que cada alumno le dedicó al estudio del examen, con  $\partial N / \partial HEM_{i1}^* > 0$ , y  $\partial^2 N / \partial HEM_{i1}^{*2} < 0$ , lo cual implica rendimientos marginales negativos al estudio<sup>6</sup>.

En este contexto, el subíndice (1) de las horas de estudio hace referencia a una decisión intertemporal tomada para un primer período. En este marco, las horas óptimas de estudio provienen de un modelo de asignación de tiempo en dos períodos (véase Apéndice<sup>7</sup>) donde cada estudiante decide cómo distribuir su tiempo entre ocio, trabajo y estudio, en cada período. El primer período hace referencia al lapso entre el inicio del curso y el primer examen, y el segundo período, al lapso entre el primer

<sup>6</sup> Este supuesto se basa en el hecho que el estudio en exceso puede generar cansancio y confusión en el alumno.

<sup>7</sup> Este Apéndice fue desarrollado por Nupia.

examen y el examen final. De esta forma, cada individuo asignará en cada período las horas que dedicará a estudiar y, en un segundo paso, distribuirá estas horas entre las asignaturas en las cuales está inscrito.

Bajo este modelo, el estudiante podrá entonces sustituir estudio presente por estudio futuro para dedicarse a consumir más ocio (o menos) en cada período, dependiendo, entre otros factores, de sus resultados en los primeros exámenes. De esta forma, el modelo que planteamos tan sólo tiene en cuenta información parcial de las decisiones óptimas de los estudiantes ya que únicamente incluye como información las decisiones para el primer período.

De otro lado, es de esperarse que la nota en el examen no sólo dependa del esfuerzo de los estudiantes, sino que existen factores adicionales que hacen que dichos puntajes sean diferentes.

Un primer factor que incide sobre el desempeño en el examen es el conjunto de habilidades del estudiante. Cada estudiante posee unas habilidades "innatas" o adquiridas a través del tiempo que le ayudan a tener mayor capacidad de razonamiento y así un mejor desempeño académico.

Adicionalmente, existen factores coyunturales que pueden afectar el desempeño de los estudiantes durante el examen. Dentro de estos factores se pueden contar: su estado mental, afectado por la presión del examen y problemas familiares, psicológicos o sentimentales; su estado físico; el entorno del lugar en donde presenta el examen (ventilación, comodidad, etc.), entre otros.

Por último, existen factores externos a las características y estado de los estudiantes, principalmente relacionados con la oferta académica, los cuales podrían estar afectando el desempeño de éstos. Nos referimos específicamente a dos aspectos. Primero, al efecto que puede tener el profesor sobre el desempeño de los estudiantes en la materia. Esto es, un profesor que explique bien, que motive al estudiante, podría estimular la comprensión y el esfuerzo de sus alumnos y así influir sobre los resultados de sus evaluaciones. El segundo aspecto hace referencia a las características específicas de la evaluación que presentan los estudiantes. Exámenes claros y bien planteados, que evalúen efectivamente el contenido de la materia, podrán ser desarrollados con mejores resultados.

De esta forma nuestro modelo inicial se puede reescribir como sigue:

$$N_i = f(HEM_i, H_i, \Psi_i, P_i, EX_i) \quad (2)$$

donde  $H$  es una variable que mide las habilidades de cada estudiante,  $\psi$  es un conjunto de variables que recoge todos los efectos coyunturales que pueden afectar su desempeño, y  $P$  y  $EX$  miden el efecto del profesor y el examen, respectivamente.

## Especificación del modelo econométrico

La ecuación que proponemos estimar es una función lineal que incluye las variables anteriormente discutidas. Esta ecuación está dada por:

$$N_i = \beta_1 + \beta_2 HE_i + \beta_3 HE_i^2 + \beta_4 CA_i + \beta_5 H_i + \Psi_i' \omega + \beta_6 P_i + \beta_7 EX_i + e_i \quad (3)$$

donde  $N$  es la nota obtenida en el primer examen,  $HE$  son las horas estudiadas para el examen,  $CA$  es una variable que mide la carga académica de los estudiantes (la cual tiene en cuenta la asignación de tiempo del estudiante para las asignaturas restantes en las cuales está inscrito),  $H$  mide las habilidades de los alumnos,  $\psi'$  es un vector de variables que recoge los efectos coyunturales que afectan el desempeño de los estudiantes y otras variables adicionales (que llamaremos vector de efectos específicos),  $P$  recoge el efecto del profesor y  $EX$ , las características del examen.

Las horas de estudio dedicadas a la preparación del examen fueron medidas directamente en las encuestas. Como medidas de la carga académica se cuenta con el número de créditos que el estudiante está tomando en el semestre, el número de exámenes en la semana del parcial de econometría y el número de tareas y trabajos en la misma semana.

Las habilidades del estudiante se aproximaron por medio de diferentes promedios en la carrera<sup>8</sup>. Específicamente, se tuvieron en cuenta los promedios de matemáticas (cálculo diferencial e integral, álgebra lineal,

<sup>8</sup> En la mayoría de los estudios se han tomado como proxy de la habilidad diferentes resultados de exámenes tanto del colegio como de la carrera. Véase, por ejemplo, Schmidt (1953), Laband et al. (1995), Durden et al. (1995), entre otros.

cálculo 3 y economía matemática), estadística (probabilidad y estadística) y el promedio de la carrera.

Para evaluar cualitativamente al profesor ( $P$ ), contamos con tres variables binarias que provienen de la percepción de los estudiantes; éstas son: si el profesor explica bien, si ha motivado al alumno por la materia y si el profesor está dispuesto a resolver dudas.

La evaluación cualitativa del examen también se recoge a través de variables binarias, las cuales responden a interrogantes sobre la claridad de las preguntas, su relación con el contenido de la materia y el tiempo con el que se contó para responderlo.

Por último, la matriz de efectos específicos  $\psi$  tiene en cuenta variables como: las horas dormidas la noche anterior al examen, el consumo de bebidas alcohólicas, la alimentación, el estrés y los percances antes del examen, si sufrió bloqueos durante el parcial, la asistencia a clase, el uso de fuentes bibliográficas, las tareas entregadas, el porcentaje del tema que los alumnos consideraron entendido, si llegaron con dudas al examen, la copia, el gusto por las matemáticas, la estadística y la econometría y el desempeño del profesor de taller.

## 5. Estimación del modelo

La metodología que seguimos para la estimación del modelo fue la siguiente:

1. Estimamos modelos sin incluir la matriz de efectos específicos. Para tal fin, dado que contábamos con diferentes medidas para una misma variable, se ensayaron todas las combinaciones posibles (59 modelos) escogiendo los modelos de mejor ajuste.
2. Tomando como base las mejores estimaciones del paso anterior, se calcularon diferentes ecuaciones incluyendo uno a uno los efectos específicos.
3. Finalmente, se mezclaron en una sola ecuación todos los efectos que resultaron relevantes en el paso anterior y se fueron descartando variables mediante un procedimiento de *step wise*.

## Estimaciones iniciales

El resumen de las principales estimaciones, sin incluir la matriz de efectos específicos, se muestra en el Cuadro 7<sup>9</sup>. La diferencia entre las cuatro estimaciones que se presentan radica en que cada una toma como variable proxy de la habilidad del estudiante un promedio diferente.

En cuanto a las horas de estudio y su efecto marginal se encuentra que los signos de los parámetros son los esperados, esto es, que el efecto de las horas de estudio sobre la nota es positivo aunque marginalmente decreciente. Sin embargo, dichos efectos no resultan ser estadísticamente significativos.

Como indicador de la carga académica, la variable con mejor desempeño resultó ser el número de exámenes en la semana del parcial. Como se esperaba, esta variable tiene un efecto negativo sobre la nota, el cual se encuentra entre 0.18 y 0.24 dependiendo del indicador que se tome de la habilidad del estudiante. A este respecto, los cuatro diferentes promedios que se incluyeron, el acumulado, el de estadística, el de matemáticas y el ponderado de estos dos últimos, presentan el efecto esperado sobre la nota (positivo) y poseen un alto nivel de significancia.

Por el lado del profesor, no se encontró ninguna variable que tuviera un efecto significativo sobre la nota<sup>10</sup>, mientras que la variable más relevante sobre las características del parcial hace referencia a si las preguntas estaban relacionadas con el tema visto en clase (1 = sí, 0 = no). En este caso el resultado refleja que aquellas personas que encontraron relación entre las preguntas y el tema visto en clase, obtuvieron mejores resultados en el examen<sup>11</sup>.

---

<sup>9</sup> Sobre los modelos que se presentan a continuación se practicaron diferentes pruebas de heterocedasticidad, aceptando en todos los casos presencia de errores i.i.d. Adicionalmente no existe evidencia de multicolinealidad entre los datos.

<sup>10</sup> La dummy que mide si el profesor explica bien o no, no pudo ser utilizada en las estimaciones pues todos los estudiantes consideraron que el profesor explicaba bien. De otro lado, usando la dummy sobre si el profesor está dispuesto a resolver dudas (1 = sí, 0 = no) se obtuvo un coeficiente negativo y significativo. Este resultado es contraintuitivo y se debe principalmente a que la pregunta no hace referencia a si realmente los estudiantes resolvieron sus dudas con el profesor, que sería lo relevante en este caso, sino que tan sólo es una percepción de los estudiantes sobre su disponibilidad a hacerlo.

<sup>11</sup> Resulta claramente significativo cuando se usa como proxy de habilidad el promedio total acumulado, en el resto de los casos su significancia cae.

**Cuadro 7** Modelo de notas: estimaciones OLS iniciales

Variable dependiente: nota primer examen de econometría				
Variablen	Modelos con horas de estudio			
Constante	-5.51 (0.00)	-2.24 (0.02)	-3.36 (0.00)	-3.68 (0.00)
Horas de estudio	0.01 (0.85)	0.04 (0.54)	0.05 (0.44)	0.04 (0.50)
(Horas de estudio)**2	-0.0007 (0.75)	-0.0012 (0.55)	-0.0015 (0.45)	-0.0012 (0.52)
No. de exámenes <sup>a</sup>	-0.18 (0.11)	-0.24 (0.03)	-0.20 (0.06)	-0.21 (0.04)
Promedio acumulado	1.98 (0.00)			
Promedio estadística		1.24 (0.00)		
Promedio matemáticas			1.48 (0.00)	
Promedio matemáticas y estadística				1.60 (0.00)
Preguntas relacionadas <sup>b</sup>	0.72 (0.07)	0.61 (0.12)	0.63 (0.11)	0.58 (0.12)
R-cuadrado	0.46	0.47	0.48	0.52
P-valor prueba F	9.17 (0.00)	9.38 (0.00)	9.63 (0.00)	11.53 (0.00)
No. observaciones	59	59	59	59

Los p-valores se presentan entre paréntesis.

<sup>a</sup> Número de exámenes en la semana del parcial de econometría.

<sup>b</sup> Preguntas relacionadas con el tema visto en clase. dummy: 1 = sí, 0 = no.

En estos primeros resultados, si bien la dirección de los efectos es consistente, existen problemas con la significancia de variables aparentemente relevantes para el modelo, principalmente en lo referente a las horas de estudio<sup>12</sup>. Así, creímos necesario mirar algunas consideraciones adicionales al respecto.

<sup>12</sup> Para una discusión sobre las horas de estudio y su relación con el desempeño de los estudiantes véase Schmidt (1983).



Supongamos el caso extremo de un estudiante que con anterioridad al examen no ha leído ninguna bibliografía, no ha estudiado nada sobre la materia y llega el día del examen. Lo más probable es que ese alumno tenga que dedicar una cantidad de tiempo considerable a estudiar para la prueba. Sin embargo, es de esperarse que cada hora estudiada por este alumno no tenga la misma productividad que las horas estudiadas por una persona que le ha dedicado continuamente tiempo al estudio del tema. En principio, este segundo estudiante posee un conocimiento acumulado que hace que sus horas de estudio sean más productivas porque ha desarrollado un proceso de *learning by doing*.

Teniendo en cuenta lo anterior y en la vía de los modelos de salarios de eficiencia que incluyen en la función de producción de la firma, no el empleo sino el empleo en unidades de eficiencia (Yellen, 1984; Katz, 1986, entre otros), se podría considerar que el resultado de los exámenes depende de las horas de estudio medidas en unidades de eficiencia más que de las horas estudiadas por cada alumno.

Para medir las horas de estudio en unidades de eficiencia, transformamos el vector de *HE* usando como ponderador las horas de estudio dedicadas a la econometría promedio en la semana<sup>13</sup>.

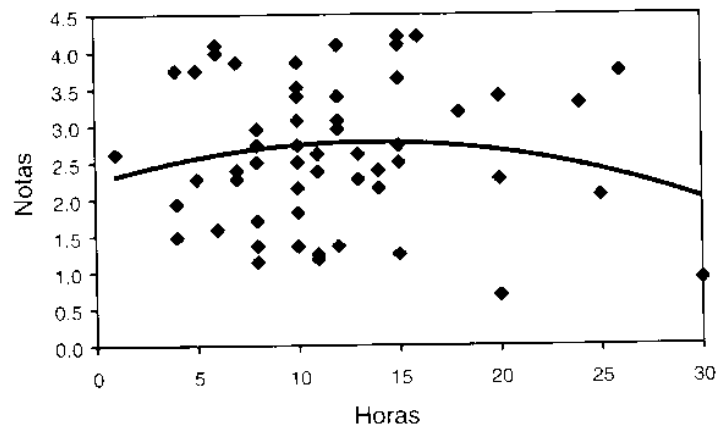
El efecto de esta transformación sobre las *H/E* fue disminuir su dispersión, particularmente escalando hacia abajo aquellas personas que presentaban horas de estudio excesivas (véanse Gráficos 1 y 2). Esto demuestra que el vector de *HE* se encontraba sobrevalorando el verdadero esfuerzo de cada estudiante.

Incluyendo esta nueva medida de las horas de estudio en la ecuación (3), se reestimaron los modelos anteriores. En el Cuadro 8 se reportan estas estimaciones. Como se observa, los resultados obtenidos anteriormente se siguen manteniendo, aunque ahora las horas de estudio en unidades de eficiencia (*H/EUE*) en la mayoría de los casos resultan ser significativas y los porcentajes de explicación de los modelos aumentan en general a niveles de 50% en promedio.

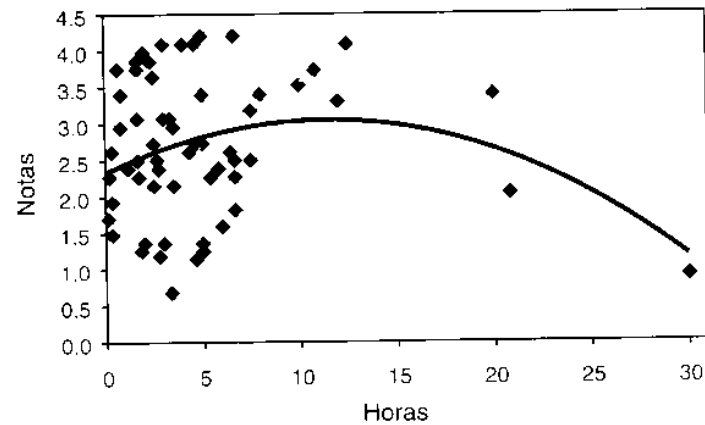
-----

<sup>13</sup> La transformación del vector *HE* se hizo multiplicando este vector por el ponderador:  $P_E = s / \max(s)$ , donde  $s$  = horas de estudio a la semana.

**Gráfico 1** Notas contra horas de estudio



**Gráfico 2** Notas contra horas de estudio, ajustadas por horas de estudio promedio a la semana



### Efectos específicos

Usando como base los modelos reportados en el Cuadro 8, el paso siguiente fue incluir en la estimación uno a uno los componentes de la matriz  $\psi$  con el fin de ver cada efecto por separado.

**Cuadro 8** Modelo de notas: estimaciones iniciales usando horas de estudio en unidades de eficiencia

Variable dependiente: nota primer examen de econometría				
Variables	Modelos con horas de estudio ajustadas			
Constante	-5.25 (0.00)	-2.02 (0.01)	2.92 (0.00)	-3.29 (0.00)
Horas de estudio en eficiencia <sup>a</sup>	0.07 (0.12)	0.08 (0.01)	0.05 (0.29)	0.05 (0.26)
(Horas de estudio en eficiencia)**2	-0.003 (0.08)	-0.004 (0.04)	-0.002 (0.21)	-0.002 (0.18)
No. de exámenes <sup>b</sup>	-0.19 (0.05)	-0.25 (0.02)	-0.21 (0.05)	-0.22 (0.03)
Promedio acumulado	1.58 (0.00)			
Promedio estadística		1.19 (0.00)		
Promedio matemáticas			1.41 (0.00)	
Promedio matemáticas y estadística				1.53 (0.00)
Preguntas relacionadas <sup>c</sup>	0.68 (0.05)	0.60 (0.11)	0.63 (0.10)	0.59 (0.11)
R-cuadrado	0.49	0.51	0.49	0.53
P-valor prueba F	10.21 (0.00)	10.85 (0.00)	10.04 (0.00)	12.13 (0.00)
No. observaciones	59	59	59	59

Los *p*-valores se presentan entre paréntesis.

<sup>a</sup> Horas de estudio para el examen ponderadas por las horas de estudio promedio a la semana.

<sup>b</sup> Número de exámenes en la semana del parcial de econometría.

<sup>c</sup> Preguntas relacionadas con el tema visto en clase, dummy: 1 = sí, 0 = no.

El Cuadro 9 presenta un resumen de las principales estimaciones, usando como variable de habilidad el promedio de estadística, la cual presentó un mejor ajuste en la mayoría de las estimaciones.

La variable género resultó ser no significativa. Esto es que, a pesar de ser el promedio de la nota de las mujeres superior al de los hombres (Cuadro 1), no existe evidencia estadística significativa en favor de esta hipótesis, principalmente por la mayor variabilidad de los puntajes de las mujeres. Queda entonces confirmado que no existen diferencias, por lo menos para este caso, en el desempeño académico entre hombres y mujeres.



**Cuadro 9** Modelo de notas con efectos específicos (usando HEUE)

Variable dependiente: nota primer examen de econometría									
Variables	Género	Número tareas	Índice asistencia	Trabajo	Alcohol	Horas dormidas	Dudas	Bloqueos	Copia
Constante	-2.07 (0.02)	-1.85 (0.02)	-1.99 (0.02)	-1.93 (0.02)	-1.92 (0.02)	-2.54 (0.00)	-0.67 (0.48)	1.35 (0.10)	-1.84 (0.03)
Horas de estudio en eficiencia <sup>a</sup>	0.10 (0.08)	0.07 (0.15)	0.09 (0.10)	0.09 (0.08)	0.08 (0.09)	0.10 (0.03)	0.10 (0.03)	0.09 (0.06)	0.08 (0.09)
(Horas de estudio en eficiencia) <sup>a*2</sup>	-0.004 (0.05)	-0.004 (0.06)	-0.003 (0.05)	-0.004 (0.05)	-0.003 (0.05)	-0.004 (0.01)	-0.004 (0.01)	-0.003 (0.04)	-0.003 (0.05)
No. de exámenes <sup>b</sup>	-0.27 (0.01)	-0.23 (0.03)	-0.26 (0.02)	-0.26 (0.01)	-0.26 (0.02)	-0.19 (0.07)	-0.25 (0.02)	-0.26 (0.01)	-0.24 (0.03)
Promedio estadística	1.18 (0.00)	1.07 (0.00)	1.18 (0.00)	1.18 (0.00)	1.19 (0.00)	1.04 (0.00)	0.94 (0.00)	1.07 (0.00)	1.17 (0.00)
Preguntas relacionadas <sup>c</sup>	0.59 (0.13)	0.61 (0.11)	0.56 (0.15)	0.57 (0.15)	0.54 (0.17)	0.60 (0.09)	0.45 (0.22)	0.58 (0.12)	0.49 (0.22)
Efecto específico	-0.11 (0.62)	0.14 (0.19)	0.07 (0.86)	-0.02 (0.94)	-0.16 (0.65)	0.16 (0.00)	-0.48 (0.03)	-0.37 (0.05)	-0.33 (0.56)
R2	0.51	0.52	0.51	0.51	0.51	0.58	0.55	0.54	0.51
Prueba F	8.95 (0.00)	9.45 (0.00)	8.88 (0.00)	8.87 (0.00)	8.94 (0.00)	11.95 (0.00)	10.46 (0.00)	10.17 (0.00)	8.98 (0.00)
No. observaciones	59	59	59	59	59	59	59	59	59

Los p-valor se presentan entre paréntesis.

<sup>a</sup> Horas de estudio para el examen ponderadas por las horas de estudio promedio a la semana.

<sup>b</sup> Número de exámenes en la semana del parcial de economía.

<sup>c</sup> Preguntas relacionadas con el tema visto en clase, dummy: 1 = sí, 0 = no.

Género: 1 = hombre, 0 = mujer; número de tareas: entregadas sin copiar antes del examen; índice de asistencia: % de clases asistidas; trabajo: tiene un trabajo de más de ocho horas a la semana; alcohol: consumió la noche antes del examen; horas dormidas: la noche anterior al examen; dudas: llegó con dudas al examen; bloques: sufrió bloques durante el examen; copia: se copió en el examen.

El efecto del número de tareas entregadas sin copia es positivo, aunque no resulta ser significativo estadísticamente. Sin embargo, este resultado puede presentar problemas de multicolinealidad ya que, al estar incluidas las horas de estudio promedio en la semana en las HECE, los efectos pueden no estar claramente diferenciados.

El índice de asistencia<sup>14</sup>, a pesar de tener un efecto positivo sobre la nota, no resultó significativo en esta estimación. Sin embargo, como veremos más adelante, al combinar esta variable con otros efectos específicos, su significancia aumenta.

Aquellas personas que tienen un trabajo de más de ocho horas a la semana no parecen tener un nivel de notas inferior al resto del curso. Al parecer este resultado se da debido a que los estudiantes que poseen este tipo de trabajos, en promedio están tomando menos créditos que los demás (18.5 contra 20.1). Esto en parte demuestra la forma como los estudiantes sustituyen óptimamente horas de estudio por horas de trabajo.

El haber consumido bebidas alcohólicas la noche anterior al examen parece no afectar el desempeño de los estudiantes en la prueba. En este caso, a pesar de encontrar un efecto negativo sobre el nivel de la nota, este resulta ser no significativo. Sin embargo, a este respecto es difícil ser concluyentes, ya que nuestra variable tan sólo mide el hecho de haber bebido alcohol y no tiene en cuenta la cantidad de licor ingerida.

El nivel de descanso físico, medido a través de las horas dormidas la noche anterior al examen, posee un efecto positivo y significativo sobre la nota. Así, es recomendable tener un descanso adecuado la noche anterior a la prueba. Con referencia a este punto, resulta curioso que muchos de los alumnos que estudiaron excesivas horas para el examen, fueron los que durmieron menos horas la noche anterior, a la vez que son los que menos horas de estudio en promedio a la semana le dedicaron a la materia.

---

<sup>14</sup> En la encuesta se indagó por el número de clases a las cuales los estudiantes habían faltado antes del examen. Con base en esta información se construyó un índice de asistencia, el cual es 1 para los estudiantes que no faltaron a ninguna clase.

Esto refleja que algunos alumnos, en particular los que poseen malos resultados, acostumbran a dejar el estudio para los días próximos al examen y no aprovechan los efectos de *learning by doing* que aparentemente se reflejan con la HIEUE.

Al realizar la regresión incluyendo la dummy que mide si los estudiantes llegaron con dudas al examen, se encuentra que estas personas obtuvieron un nivel inferior en las notas. Este resultado también va en la dirección de lo discutido en el párrafo anterior ya que, al dejar los alumnos el estudio de la materia para los días antes del examen, no logran contar con tiempo para acercarse a resolver sus dudas con el profesor.

Al incluir en el modelo base la variable dummy que mide si el estudiante sufrió o no bloqueos durante la prueba, ésta resulta significativa, con un parámetro estimado de  $-0.37$ . Esto se convierte en un factor importante ya que casi la mitad del curso sufrió bloqueos (Cuadro 3).

Otro efecto que deseamos resaltar es el de la copia. Contrario a lo que un estudiante podría esperar, bajo la filosofía de que “dos personas piensan más que una”, el efecto de la copia en la nota del parcial es nulo. Este resultado, junto con los anteriores, da a los estudiantes señales claras sobre cómo invertir su tiempo: ¡En vez de perder el tiempo haciendo copia, dedíquese a estudiar!

Finalmente, en resultados no reportados en el Cuadro 8, se encontró que los problemas familiares, económicos o sentimentales no afectan los resultados de los exámenes, que el horario en el cual se recibe la clase no afecta tampoco las notas y que las condiciones adversas del espacio donde se presentan las pruebas, al parecer, son superadas por los alumnos. Adicionalmente, no se encontró ningún efecto significativo del uso de fuentes bibliográficas diferentes al texto guía del curso y del desempeño del profesor de taller sobre los resultados del examen.

Es importante notar que la dirección y la significancia de las variables básicas del modelo, en general no se vieron afectadas al incluir las variables específicas. La única variable que presenta problemas con su significancia es la que mide si las preguntas del examen estaban relacionadas con el tema visto en clase.

## Modelo definitivo

Para la elección del modelo final partimos de los resultados de la sección anterior. Así, realizamos diferentes combinaciones de los efectos específicos y mediante un método de *step wise* hacia atrás llegamos a un modelo definitivo. Este modelo es presentado en el Cuadro 10.

**Cuadro 10** Modelo definitivo de notas

Variables	Estimación
Constante	-1.464 (0.118)
Promedio estadística	0.847 (0.000)
Horas de estudio en eficiencia <sup>a</sup>	0.110 (0.008)
(Horas de estudio en eficiencia) <sup>**2</sup>	-0.005 (0.003)
No. de exámenes <sup>b</sup>	-0.183 (0.062)
Índice de asistencia	0.521 (0.062)
Horas dormidas la noche anterior	0.173 (0.002)
Llegó con dudas al examen	-0.513 (0.017)
Estadística F	10.9 (0.000)
R-cuadrado ajustado	0.567
No. observaciones	59

Los p-valores se presentan en paréntesis.

<sup>a</sup> Horas de estudio para el examen ponderadas por las horas de estudio promedio a la semana.

<sup>b</sup> Número de exámenes en la semana del parcial de econometría.

Las variables que se incluyeron en el modelo final fueron: horas estudiadas en unidades de eficiencia (lineal y cuadrática), número de exámenes en la semana del parcial de econometría, promedio de estadística, índice de asistencia, horas dormidas la noche anterior al examen, y la variable dummy que mide si el estudiante llegó con dudas al examen. La variable dummy que medía la relación entre las preguntas del examen y lo visto en clase quedó descartada durante el proceso, lo cual es coherente con su falta de robustez en los modelos anteriores.

Con estos resultados se confirma la evidencia hasta ahora presentada. Las horas de estudio poseen un efecto positivo sobre las notas aunque éste es marginalmente decreciente. Una mayor carga académica hace que los alumnos posean un menor rendimiento. Los alumnos con mayores habilidades son aquellos que obtienen mejores resultados. La asistencia a clase ayuda a mejorar el desempeño de los alumnos. Es importante tener un descanso adecuado la noche anterior del examen ya que esto se refleja en un mejor resultado de las calificaciones. Llegar con dudas al examen es una mala política, por eso es mejor estudiar con tiempo e ir resolviéndolas.

## 6. Conclusiones

El objetivo de este trabajo fue presentar la estimación de un modelo econométrico consistente que explicara el resultado de las calificaciones obtenidas por los alumnos en sus exámenes. Como caso de estudio se tomaron dos secciones del curso de Econometría I dictado en el segundo semestre de 1999 y se aplicó una encuesta para recoger información sobre diferentes aspectos que pudieran explicar los resultados de los estudiantes en el primer examen.

Los resultados obtenidos indican que la dedicación (medida tanto por las horas de estudio en unidades de eficiencia como por la asistencia a clase), las habilidades del estudiante y un buen descanso la noche anterior al examen pueden mejorar el desempeño de los estudiantes medido a través de las notas. De otro lado, la mayor carga académica, las horas de estudio en exceso para el examen y no resolver las dudas antes de las pruebas, tienen efectos negativos sobre los resultados.

Adicionalmente se encontró evidencia sobre el efecto nulo de la copia en los resultados de las pruebas, sobre la no existencia de diferencias entre



el desempeño de hombres y mujeres y sobre el efecto negativo que posee sufrir bloqueos durante el examen. Otro resultado importante es que, al parecer, los alumnos logran separar adecuadamente sus problemas sentimentales, económicos y familiares de su estudio, ya que estas circunstancias no tienen ningún efecto sobre sus notas.

No obstante, dado el carácter explorativo de este trabajo, los resultados aquí obtenidos presentan limitaciones que podrían ser motivo de estudios adicionales. La primera hace referencia a la representatividad de los resultados en la Facultad de Economía. En este sentido sería interesante trabajar con resultados de evaluaciones estándar sobre conocimientos económicos, que involucren un mayor número de estudiantes.

Un segundo punto por explorar hace referencia a la necesidad de mejorar la medición de algunas variables e introducir otras nuevas. Particularmente variables sobre la estructura familiar de los estudiantes y sus métodos de estudio, serían importantes de incorporar en nuevas investigaciones.

## Referencias

- Angrist, J.D. y Victor Lavy (1998). "Using Maimonides' Rule to Estimate the Effect of Class Size on Scholastic Achievement". *The Quarterly Journal of Economics*, mayo.
- Aptech Systems, Inc. (1996). *Gauss for OS/2 and Windows*.
- Becker, G. (1965). "A Theory of the Allocation of Time". *Economic Journal*, septiembre.
- (1976). *The Economic Approach to Human Behavior*. The University of Chicago Press.
- Boissiere, M., J.B. Knight y R.H. Sabot (1985). "Earnings, Schooling, Ability, and Cognitive Skills". *The American Economic Review*, 75, diciembre.
- Chizmar, J.F. y T.A. Zak (1983). "Modeling Multiple Outputs in Educational Production Functions". *The American Economic Review*, vol. 73, No. 2, mayo.

- Durden, G.C. y L.V. Ellis (1995). "The Effect of Attendance on Student Learning in Principles of Economics". *The American Economic Review*, vol. 85, No. 2, mayo.
- Greene, William (1997). *Econometric Analysis*, 3a. ed.
- Gujarati, D. (1995). *Basic Econometrics*, 3a. ed.
- Griffiths, W., C. Hill y G. Judge (1993). *Learning and Practicing Econometrics*.
- Judge, G., C. Hill, W. Griffiths, H. Lutkepohl y T.C. Lee (1988). *Introduction to the Theory and Practice of Econometrics*, 2a. ed.
- Katz, L.F. (1986). "Efficiency Wage Theories: A Partial Evaluation." *NBER Macroeconomics Annual* 1.
- Krueger, Alan (1999). "Experimental Estimates of Education Production Functions". *The Quarterly Journal of Economics*, mayo.
- Laband, D.N. y M.J. Piette (1995). "Does Who Teaches Principles of Economics Matter?" *The American Economic Review*, vol. 85, No. 2, mayo.
- Novalés, A. (1993). *Econometría*, 2a. ed.
- Romer, David (1993). "Do Students Go to Class? Should They?" *Journal of Economic Perspectives*, vol. 7, No. 3, verano.
- Schmidt, Robert (1983). "Who Maximizes What? A Study in Student Time Allocation". *The American Economic Review*, vol. 73, No. 2, mayo.
- Tuma, Elias (1995). "Macroeconomics and Discrimination in Teaching". *The American Economic Review*, vol. 85, No. 2, mayo.
- Yellen, J.L. (1984). "Efficiency Wage Model of Unemployment". *The American Economic Review*, 74, mayo.

## Apéndice

### Modelo de asignación de tiempo para estudiar

Partimos de un modelo que tiene en cuenta dos períodos, en cada uno de los cuales los estudiantes deben tomar sus decisiones de asignación de tiempo y consumo. Al tener en cuenta dos períodos, lo que suponemos implícitamente es que cada estudiante cuenta con dos posibilidades de pasar una materia, presentando dos evaluaciones, de tal forma que el primer período hace referencia al lapso entre la iniciación de clase y su primer examen, y el segundo período, al lapso entre el primer examen y el segundo.

Cada estudiante está interesado en hacer máxima su felicidad, la cual depende del consumo de "objetos" (Becker, 1965) en cada período:

$$U = U(C_1, C_2) \quad (1)$$

donde  $C_i$  es la cantidad de consumo en el período  $i$ , la cual a su vez está en función de una canasta de bienes compuesta por  $X_i$  y el consumo de ocio  $t_i^o$ :

$$C_i = f(X_i, t_i^o) \quad (2)$$

Supondremos que cada estudiante para poder consumir  $X_i$  tiene dos opciones. La primera es estudiar y recibir por esto, de parte de su familia, un pago por unidad de tiempo  $w^s$ . La otra alternativa es trabajar en el mercado donde la tasa de remuneración por hora está dada por  $w^t$ .

De esta forma el estudiante debe decidir cómo asignar su tiempo entre estas tres actividades: trabajo ( $t^t$ ), estudio ( $t^e$ ) y ocio ( $t^o$ ), de manera que la siguiente identidad debe mantenerse en cada período:

$$t_i^o + t_i^e + t_i^t = t_i \quad (3)$$

donde  $t_i$  es el tiempo total con que dispone en el período  $i$ . Adicionalmente, su dotación de recursos para consumir  $X_i$  en cada período, además de estar compuesta por una cantidad fija de ingreso ( $R_i$ , proveniente de la riqueza de sus generaciones pasadas), se ve afectada por el tiempo que dedique a trabajar y/o estudiar, las cuales son variables de decisión. Así, el valor presente de los gastos de cada estudiante debe igualar el valor presente de sus ingresos:

$$\sum_{i=1}^2 \frac{p_i X_i}{(1+r)^{i-1}} = \sum_{i=1}^2 \frac{w_i^e t_i^e + w_i^t t_i^t + R_i}{(1+r)^{i-1}} \quad (4)$$

donde  $p_i$  es el precio correspondiente a la canasta de bienes  $X_i$ ,  $r$  es la tasa de descuento la cual es constante en el tiempo y  $X_i \geq 0$ <sup>15</sup>.

Así, cada estudiante maximizará su felicidad (representada por la función de utilidad dada por (1) la cual se puede reescribir en términos de  $t^e$  y  $t^t$  usando (3)), sujeta a la restricción presupuestal intertemporal dada en (4). Las condiciones de primer orden están dadas por expresiones estándar:

$$\frac{\partial U}{\partial C_i} \frac{\partial C_i}{\partial X_i} = \frac{\lambda p_i}{(1+r)^{i-1}} \quad i = 1, 2 \quad (5a)$$

$$\frac{\partial U}{\partial C_i} \frac{\partial C_i}{\partial t_i^e} = - \frac{\lambda w_i^e}{(1+r)^{i-1}} \quad i = 1, 2 \quad (5b)$$

$$\frac{\partial U}{\partial C_i} \frac{\partial C_i}{\partial t_i^t} = - \frac{\lambda w_i^t}{(1+r)^{i-1}} \quad i = 1, 2 \quad (5c)$$

donde  $\lambda$  es el multiplicador de Lagrange. Dividiendo las condiciones (5b) y (5c) entre sí y éstas por la condición (5a) obtenemos:

$$\frac{\partial C_i / \partial t_i^e}{\partial C_i / \partial X_i} = - \frac{w_i^e}{p_i} \quad (6a) \quad \frac{\partial C_i / \partial t_i^t}{\partial C_i / \partial X_i} = - \frac{w_i^t}{p_i} \quad (6b) \quad \frac{\partial C_i / \partial t_i^t}{\partial C_i / \partial t_i^e} = \frac{w_i^t}{w_i^e} \quad (6c)$$

Las ecuaciones (6a) y (6b) implican que en cada período la desutilidad marginal del tiempo en la actividad  $j$  ( $j = \text{estudio, trabajo}$ ) relativo a la utilidad marginal del consumo de bienes en el punto óptimo será igual al negativo del salario real respectivo en el mismo período. Esto hará que un aumento en cualquiera de los salarios haga disminuir el consumo de ocio, con el respectivo aumento de la desutilidad.

NOTAS

<sup>15</sup> Suponiendo que  $w^e$  y  $w^t$  son iguales (lo cual es coherente, ya que los padres fijarán un salario por las horas de estudio que cubra exactamente el costo de oportunidad de sus hijos de estar estudiando) y escribiendo  $t^e$  y  $t^t$  en términos de  $t_j$ , se puede reescribir la condición anterior de la siguiente forma:

$$\sum_{i=1}^2 \frac{p_i X_i + w_i t_i^t}{(1+r)^{i-1}} = \sum_{i=1}^2 \frac{w_i t_i^e + R_i}{(1+r)^{i-1}} \quad (5)$$

donde  $w_i^e = w_i^t = w_j$ . El término de la derecha es lo que Becker llama *full wealth* mientras que el término de la izquierda muestra cómo esta riqueza es gastada.

## Salarios por resultados

El modelo presentado hasta aquí, deja por fuera el efecto de los resultados en términos de estudio que los alumnos obtendrían de su asignación óptima de tiempo. La idea es que los estudiantes, dependiendo de sus resultados en los primeros exámenes, podrán decidir si asignar mayor o menor tiempo de estudio en el segundo período.

La forma como introduciremos este factor es suponiendo que los resultados en las notas de los alumnos afectan el pago por sus horas de estudio. Este mecanismo opera como sigue. Los padres revisarán sus pagos  $w_i$  con los resultados finales de las calificaciones (esto es, al finalizar el segundo período), de tal forma que en principio este salario no varía entre los períodos 1 y 2. Así  $w_i$  será una función de las notas obtenidas en los dos períodos anteriores:

$$w_3^e = f(N_{1,2}) \quad \text{con} \quad \partial w_3^e / \partial N > 0 \quad (7)$$

donde  $N_{1,2}$  es el promedio de los exámenes presentados en los períodos 1 y 2<sup>16</sup>. Así el estudiante se preocupará por obtener un promedio de notas que mantenga constante su remuneración real por estudiar.

Así, las decisiones de asignación de tiempo en estudio para el segundo período estarán condicionadas por los resultados obtenidos en el primer período, de forma que:

$$t_2^e = g(N_1) \quad \text{con} \quad \partial g / \partial N_1 < 0 \quad (8)$$

Incluyendo (5) en (4), el alumno maximizará su utilidad en el primer período manteniendo las condiciones dadas en (6)<sup>17</sup>, pero para el segundo período la condición de primer orden (5b) estará dada por:

$$\frac{\partial U}{\partial C_2} \frac{\partial C_2}{\partial t_2^e} = \frac{\lambda w^e (\partial g / \partial N_1)}{(1+r)^{t-1}} \quad (5b)$$

Y por lo tanto las condiciones (6a) y (6c) se remplazarán por:

$$\frac{\partial C_2 / \partial t_2^e}{\partial C_2 / \partial X_1} = \frac{w^e (\partial g / \partial N_1)}{p_2} \quad (6a)$$

$$\frac{\partial C_2 / \partial t_2^e}{\partial C_2 / \partial t_1^e} = \frac{w^e (\partial g / \partial N_1)}{w_1^e} \quad (6c')$$

<sup>16</sup> Aquí estamos suponiendo que existen dos exámenes, así que la nota está dada por  $N = \alpha_1 N_1 + \alpha_2 N_2$ , donde  $\alpha_i$  son los ponderadores.

<sup>17</sup> Con la diferencia que ahora  $w_i^e$  se remplazará por  $w^e$  ya que este salario sólo se revisará hasta  $i = 3$ .

Esta nueva condición implica que para el segundo período los alumnos ponderarán el salario real que reciben por estudiar según sus resultados de los primeros exámenes y esto se igualará a sus desutilidades (utilidades) relativas de estudiar, trabajar o consumir bienes. Bajo el nuevo escenario, los estudiantes con bajo rendimiento en el primer período valorarán en mayor proporción la remuneración de estudiar y aumentarán así sus horas de estudio, disminuyendo el consumo de ocio o sustituyendo horas de trabajo por horas de estudio.

Para terminar, haremos una consideración adicional relacionada con la tasa de sustitución intertemporal entre ocio y estudio (o trabajo) del estudiante, la cual es inherente a las preferencias de cada uno. Aquellos estudiantes "impacientes por vivir" poseerán tasas de sustitución intertemporal altas entre consumo de ocio presente y futuro ( $\rho > 1$ , donde  $\rho$  es la tasa de sustitución intertemporal entre ocio presente por futuro), de tal forma que para el primer período asignarán relativamente menos horas al estudio, obtendrán bajos resultados en sus notas y deberán sacrificar consumo de ocio futuro por estudio.

De otro lado existirán personas que valoren de igual forma el consumo de ocio presente y futuro ("alumnos tranquilos", con  $\rho = 1$ ), las cuales tenderán a suavizar su consumo de ocio intertemporal, asignando un tiempo adecuado de estudio en cada período que les permita mantener su remuneración constante. Por último, existirán "alumnos futuristas" que consideren que es mejor asegurar un futuro tranquilo ( $\rho < 1$ ) y por lo tanto decidan sacrificar ocio presente por futuro, haciendo un gran esfuerzo de estudio en el primer período.

