

LOS EFECTOS PERTURBADORES EN LAS RELACIONES ENTRE VARIABLES

Edwin Chaves Esquivel

Escuela de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional, Heredia 86-3000, Costa Rica y Escuela de
Estadística, Universidad de Costa Rica. Corel: echa@una.ac.cr

ABSTRACT

This article evaluated the importance of analyzing the disturbing effect that a specific characteristic can cause between two or more variables. In order to analyze the problem, it was used information got from a questionnaire that was applied to a sample of primary teachers on 1998. Through concrete examples it is possible to observe how the apparent statistical dependence between two variables disappear when its effect is controlled using a third characteristic. This happens because the variables used to explain a specific phenomenon are strongly correlate among them. This correlation sometimes causes a false effect on the original relation. The analyses are made by contingency tables and Chi-Square test. These tools showed their utility to determine some of the confused effects among the variables.

Key words: Confounding effect, suppressor effect, contingency tables.

RESUMEN

Se analiza el efecto perturbador que una característica puede provocar en la relación entre dos o más variables. Se utilizó la información correspondiente a un cuestionario que se aplicó a una muestra de educadores de enseñanza primaria en 1998. Por medio de ejemplos concretos se observa como la relación entre dos variables que aparentan una dependencia estadística importante, desaparece cuando se controla su efecto con una tercera variable. Esto se debe a que las variables utilizadas

para explicar un determinado fenómeno, en general, se encuentran muy correlacionadas entre sí, y es precisamente esta correlación la que algunas veces provoca un efecto espurio sobre la relación original. Los análisis se efectúan por medio de tablas de contingencia y contrastes Chi-Cuadrado para independencia estadística. Estas herramientas mostraron su utilidad para determinar algunos de los efectos confusores entre las variables.

INTRODUCCIÓN

Cuando un investigador informa que existe una relación entre dos variables, significa que podría utilizar una de las variables para explicar, aunque sea parcialmente, el comportamiento de la otra por medio de alguna relación. Para encontrar estas relaciones o asociaciones entre variables se han desarrollado herramientas estadísticas; sin embargo, pocas veces profundiza la naturaleza de estas relaciones, así como del efecto que otras variables pueden estar provocando sobre ellas. Por ejemplo, un vínculo fuerte entre dos variables puede ser solo aparente, siendo más bien una consecuencia de la intervención de una tercera variable, por lo que la relación original puede no existir o ser mínima. En muchos casos, las fuerzas que interactúan con las asociaciones entre variables pueden provocar que se disminuya o se incremente el grado de asociación entre las variables originales.

Para una mayor comprensión de estos problemas, es necesario identificar aquellas variables que podrían provocar un efecto perturbador en la relación entre dos o más variables (Gómez 1998). De este modo, se puede analizar la asociación

mediante un control del efecto perturbador. La identificación de las variables perturbadoras puede resultar difícil; sin embargo, es muy importante poder determinarlas y controlar su efecto, de no hacerse esto, se corre el riesgo de llegar a conclusiones incorrectas.

El presente trabajo pretende justificar la importancia que tiene la identificación y el control de las variables perturbadoras, para así poder comprender con mayor detalle el tipo de asociaciones entre variables.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información utilizada en este trabajo fue recopilada de encuestas dirigidas a una muestra de tutores de laboratorios de informática en las escuelas de enseñanza primaria de Costa Rica, por el Programa de Informática Educativa del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica.

Se analizó y evaluó la influencia de las características particulares de un grupo de maestros sobre el conocimiento de una teoría pedagógica; el proceso de capacitación dirigido a estos tutores, el perfil de los participantes, la forma como los tutores conciben la herramienta tecnológica, el papel que esta juega en el aula y aspectos conceptuales.

Se trabajó con las respuestas a la pregunta ¿Conoce usted la teoría constructivista?, que se realizó a 175 maestros de enseñanza primaria, aspirantes al puesto de tutores de los laboratorios de informática educativa, los que asistían por primera vez a una de las capacitaciones organizadas por el Programa de Informática Educativa del Ministerio de Educación Pública y la Fundación Omar Dengo.

Las respuestas a esta pregunta se limitaban a un sí o un no, por lo que la variable poseía únicamente dos categorías. Sin embargo, para evaluar la validez de las respuestas, se solicitó una justificación y se tomaron como respuestas afirmativas solo aquellas cuya justificación se considerara válida dentro de los principios generales de esta teoría pedagógica. A esta variable se le asignó como *conconst* (conocimiento del constructivismo).

Considerando que las respuestas no son aleatorias sino consecuencia de ciertos patrones de conducta que pueden estar afectados por las particularidades de los encuestados, se utilizaron variables que mostraran relacionarse con las respuestas a la pregunta original (Cuadro 1).

Las variables del Cuadro 1 fungirán como posibles variables explicatorias o predictoras (Chaves 1997) del tipo de respuestas obtenidas a la pregunta original.

Una forma simple de poder analizar cuáles de estas variables influyen sobre *conconst* consiste en construir *tablas de contingencia* (Mendenhall *et al.* 2002, Freund y Walpole 1990), las cuales presentan distribuciones porcentuales de los individuos observados de acuerdo con las categorías de dos o más variables. Además, para determinar el grado de asociación entre estas variables se puede realizar la prueba estadística Chi-Cuadrado. Este contraste estadístico permite determinar si la proporción poblacional de individuos con cierta característica de interés difiere significativamente entre las categorías de una variable. Para ello se utilizan los resultados de una muestra aleatoria. La hipótesis nula del contraste señala que no existen diferencias significativas (hay independencia estadística) entre las categorías poblacionales, mientras que la hipótesis alterna señala que las diferencias son significativas (dependencia estadística), por lo que el valor de la proporción poblacional dependerá de las categorías de la variable en estudio (Ferrán 2001).

Debido a que el estudio es meramente didáctico y no se pretende analizar la problemática de la población en estudio, se decidió simular un tamaño de muestra tres veces mayor al real ($3 \cdot 175 = 525$). Al tener una muestra de mayor tamaño, la simulación permite hacer más notorias las diferencias entre los distintos grupos o categorías de las variables. No obstante, la distribución porcentual interna se mantendrá según los resultados reales.

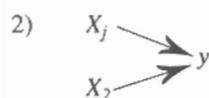
Para entender la naturaleza de las relaciones que se pueden presentar, se entregan una serie de esquemas que ayudarán al desarrollo del trabajo. Para ello denotaremos con "y" la variable respuesta, con "x" las variables explicatorias y con "t" una tercera variable considerada.

1) $x \longrightarrow y$

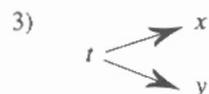
Este esquema muestra la correspondencia más simple que se puede tener entre dos variables. Existe una asociación real entre x e y, para la cual se dice que y es la causa de x, o que y es un efecto de x.

Cuadro 1
Definición de variables empleadas en el estudio

Definición de la variable	Nombre	Categorías
Sexo	<i>sexo</i>	0: Masculino 1: Femenino
Edad de los participantes	<i>edad</i>	0: de 20 a menos de 30 años 1: de 30 a menos de 40 años 2: 40 o más años
Años de experiencia en educación	<i>expeduc</i>	0: de 0 a menos de 5 años 1: de 5 a menos de 10 años 2: 10 o más años
Mayor grado académico alcanzado	<i>gradacad</i>	0: Secundaria 1: Diplomado o profesorado 2: Bachiller o más
Institución donde realizó estudios	<i>instit</i>	0: UNA 1: UCR 2: UNED 3: Univ. privada
Lugar de residencia	<i>urb-rura</i>	0: Urbano 1: Rural



En este caso se dice que y es función, no solo de una variable, sino de una serie de variables explicatorias no correlacionadas entre sí, las cuales al tenerlas juntas producen un fuerte efecto acumulado.



Algunas veces se piensa que la variable x influencia la variable y , porque existe una fuerte correlación entre ellas; pero cuando se controla tal efecto por medio de una tercera variable t , la aparente relación desaparece o es mínima. Esto se debe a que la variable t es causa tanto para x como para y , por lo que la relación entre x e y es espuria.

La variable t que actúa de esta manera se conoce como *variable confusora* o perturbadora, pues confunde la relación entre las variables.



En muchas ocasiones se determina una influencia de x sobre y , pero si se analiza más a fondo la naturaleza de dicha relación, se puede observar que la fuerza de esta relación es debida a una tercera variable t , donde se establece que x influencia a y solo a través de t . La variable t en este caso recibe el nombre de *variable intermedia*.



Si se combinan los modelos 1) y 5) se determina una relación, en la cual x tiene un efecto

sobre y , cuya fuerza no toda es directa, sino que parte de ella es debida a la variable intermedia t .



Otro tipo de efecto de la variable t en la relación de x con y es similar al presentado en el modelo 3). Se presenta cuando la variable x parece no ejercer efecto sobre y , o dicho efecto es mínimo, en contraposición con lo que lógicamente se esperaría. Pero si se controla dicha relación por medio de la variable t , el efecto de x sobre y se hace notorio. En este caso, lo que ocurre es que la intervención de la variable t suprime la fuerza de la relación con x , debido fundamentalmente a que el efecto que produce t sobre y está en dirección opuesta a la que ejerce x , lo cual provoca una disminución en la fuerza de la relación original. En este caso, t recibe el nombre de *variable supresora*.

Analizando cada una de las situaciones anteriores, se puede ver la problemática que conlleva tratar de establecer una relación entre dos variables, por lo que sería un error dejarse llevar por la primera impresión que dejan los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de respuestas afirmativas a la pregunta original de estudio fue de un 78%.

La variable *conconst* se encontró fuertemente asociada con el género o sexo del docente. El sexo femenino mostró diferencias estadísticamente significativas con el sexo masculino, tal como lo muestra la prueba Chi-Cuadrado (para efectos del estudio, se considerará que la diferencia es significativa si: el valor de la probabilidad que la diferencia entre los valores observados y los valores esperados sea debida al azar [valor de la prueba en la tabla es menor que 0,05]) (Cuadro 2). Podría decirse entonces que, de acuerdo con la población, las docentes tienden a conocer en mayor medida la teoría del constructivismo con respecto a los varones.

Las respuestas afirmativas en relación con los años de experiencia en educación indican que el *conconst* parece estar fuertemente influenciado por el número de años de experiencia en labores docentes del educador (Cuadro 3). Sin embargo, los profesores con una experiencia entre 5 y 10 años tienden a presentar una mayor cantidad de respues-

Cuadro 2
Distribución de los docentes de acuerdo con el conocimiento de la teoría constructivista, según su género

Sexo	¿Conoce la teoría constructivista? (conconst)		Total
	Sí	No	
Masculino	54 (66,7)	27 (33,3)	81 (100,0)
Femenino	336 (80,0)	84 (20,0)	420 (100,0)
Total	390	111	501
Prueba Chi-Cuadrado			0,0081

Cuadro 3
Distribución de los docentes de acuerdo con el conocimiento de la teoría constructivista, según sus años de experiencia

Años de experiencia (expeduc)	¿Conoce la teoría constructivista? (conconst)		Total
	Sí	No	
Menos de 5	75 (59,5)	51 (40,5)	126 (100,0)
De 5 a menos de 10	159 (85,5)	27 (14,5)	186 (100,0)
10 o más	156 (82,5)	33 (17,5)	189 (100,0)
Total	390	111	501
Prueba Chi-Cuadrado			0,0000

Cuadro 4

Distribución de los docentes de acuerdo con el conocimiento de la teoría constructivista, según su grado académico

Grado académico (<i>gradacad</i>)	¿Conoce la teoría constructivista? (<i>conconst</i>)		
	Sí	No	Total
Secundaria	21 (50,0)	21 (50,0)	42 (100,0)
Diplomado o Profesorado	96 (62,7)	57 (37,3)	153 (100,0)
Bachiller o más	270 (90,9)	27 (9,1)	297 (100,0)
Total	387	105	492
Prueba Chi-Cuadrado			0,0000

tas positivas, incluso superiores que aquellos que presentan mayor experiencia. De acuerdo con la prueba Chi-Cuadrado, las diferencias entre los grupos son altamente significativas.

Existe una fuerte influencia del grado académico sobre *conconst*, de manera que las respuestas afirmativas se incrementan significativamente a medida que el entrevistado posee un grado académico mayor. El 91% de los docentes que poseen bachillerato universitario o más contestaron en forma afirmativa a la variable *conconst*, en contraste con el 50% de los que solo cuentan con el título de secundaria. Las diferencias presentadas son altamente significativas (Cuadro 4).

Se encontraron diferencias significativas en relación con el conocimiento de la teoría constructivista en los maestros de enseñanza primaria, de acuerdo con la universidad donde estudiaron. Los provenientes de la UNA y de las universidades privadas tienden a tener una mayor cantidad de respuestas afirmativas que los de la UNED y de la UCR (Cuadro 5).

El lugar de residencia sobre la clasificación de los individuos de acuerdo con sus respuestas

Cuadro 5

Distribución de los docentes de acuerdo con el conocimiento de la teoría constructivista, según la universidad de procedencia

Institución (<i>institú</i>)	¿Conoce la teoría constructivista? (<i>conconst</i>)		
	Sí	No	Total
UNA	66 (88,0)	9 (12,0)	75 (100,0)
UCR	72 (75,0)	24 (25,0)	96 (100,0)
UNED	129 (71,7)	51 (28,3)	180 (100,0)
Univ. privadas	114 (88,4)	15 (11,6)	129 (100,0)
Total	381	99	480
Prueba Chi-Cuadrado			0,0006

afirmativas sobre el conocimiento de la teoría constructivista no parece tener influencia, es así que los porcentajes entre las diferentes categorías son muy similares, por lo que los contrastes no resultan significativos (Cuadro 6).

Estos resultados responden a los cuestionamientos iniciales y pueden parecer satisfactorios, pues se determinaron elementos que permiten explicar el comportamiento en las respuestas de los maestros a las preguntas que se les plantearon. Sin embargo, es necesario tratar de analizar más detalladamente las relaciones obtenidas.

En el caso del efecto significativo del sexo de los maestros sobre la variable *conconst*, es necesario realizar un cuestionamiento de si realmente tienden a contestar en forma diferente hombres y mujeres o si tal comportamiento se debe a alguna distribución particular dentro de estos grupos. Algo similar puede decirse para el resto de las relaciones encontradas.

Cuadro 6
Distribución de los docentes de acuerdo con el conocimiento de la teoría constructivista, según su lugar de residencia

Lugar de residencia (urb-rura)	¿Conoce la teoría constructivista? (const)		Total
	Sí	No	
Urbano	231 (78,6)	63 (21,4)	294 (100,0)
Rural	156 (78,8)	42 (21,2)	198 (100,0)
Total	387	105	492
Prueba Chi-Cuadrado			0,9542

Para poder evaluar dichas relaciones se deben analizar, desde un punto de vista teórico, las asociaciones que se pueden presentar entre las variables explicativas. Una manera práctica de realizar este trabajo consiste en determinar las correlaciones entre las variables predictoras.

Por las características del problema en estudio, es evidente que existe una fuerte asociación entre los diferentes predictores y que esta correlación puede afectar significativamente las aparentes relaciones encontradas. Para juzgar las relaciones originales se requiere controlarlas por medio de

alguna de las variables predictoras restantes, específicamente por aquellas para las cuales la relación sea evidente. Los contrastes Chi-Cuadrado que analizan las relaciones entre las variables explicativas o predictoras, que mostraron influenciar a la variable *const* (Cuadro 7), permitieron evaluar que con la excepción del sexo y los años de experiencia en educación, las restantes relaciones son significativas. El grado académico del docente parece estar fuertemente relacionado con las variables sexo, experiencia en educación e institución donde realizó estudios, lo que significa que existen importantes diferencias entre sus categorías. Estos resultados son una clara evidencia que las primeras relaciones encontradas pueden estar distorsionadas por las correlaciones entre las variables predictoras.

De acuerdo con el resultado anterior y, por supuesto, para el problema que se está estudiando, se podría esperar que efectivamente exista una fuerte asociación entre el grado académico alcanzado y el mayor conocimiento de teorías pedagógicas. Por esta razón, se debe recurrir a utilizar *gradacad* como variable control para las restantes relaciones.

La relación entre el género del educador y la variable *const*, controlada ahora por el grado académico del docente, el que fue clasificado en dos categorías: Diplomado (profesorado) o menos y Bachiller universitario o más (Cuadro 8), indica que la variable sexo no está influyendo en *const*. La aparente relación (Cuadro 2) fue debida a la influencia que el grado académico del participante ejerció sobre ella. En este caso, la variable grado académico se puede catalogar de *confusora* para la variable sexo.

Cuadro 7
Relación entre las cuatro variables explicativas del conocimiento de la teoría constructivista por parte de los docentes (resultado del contraste Chi-Cuadrado)

	sexo	expeduc	gradacad	institú	urb-rura
sexo					
expeduc	0,0770				
gradacad	0,0000	0,0000			
institú	0,0017	0,0050	0,0000		
urb-rura	0,2841	0,3312	0,0300	0,0604	

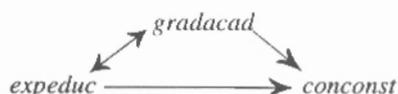
Lo anterior se puede entender mejor si se observa que mientras solo un 36% (27 de 75) de los docentes tiene un bachiller universitario o más, en las docentes este porcentaje es del 65% (270 de 417). Fueron precisamente estas diferencias las que provocaron la aparente relación. En forma esquemática, la relación entre estas tres variables se puede representar por:



La relación entre los años de experiencia en educación y el conocimiento de la teoría constructivista mostró, que el número de años de experiencia en labores docentes influye en la variable *conconst* (Cuadro 3), sin embargo, aunque esta relación parece lógica, el efecto del grado académico del docente podría estarla afectando (Cuadro 9).

Al controlar por *gradacad*, la asociación entre *expeduc* y *conconst* no desaparece del todo la relación. Aunque para los maestros que poseen al menos un bachillerato universitario no existe tal relación, esta sí es evidente y significativa para los que tienen menos de este grado académico. Dentro de este grupo, es más probable tener respuestas

afirmativas para los que cuentan con más de 5 años de experiencia. En este caso, el esquema que se asocia con las tres variables corresponde al siguiente diagrama:



La relación entre la universidad de procedencia y el conocimiento de la teoría constructivista mostró, que el efecto sobre el conocimiento del constructivismo es proporcionado por la institución de enseñanza superior de donde provienen los maestros (Cuadro 5), pero al controlar por grado académico se debilita la relación (Cuadro 10).

Aunque existen algunas diferencias entre los dos grupos del grado académico, ellas no son estadísticamente significativas. Esto significa que la universidad de procedencia del docente no afecta de manera significativa el tipo de respuesta sobre la variable *conconst*. La variable *gradacad* produce un efecto perturbador sobre la relación entre la universidad de procedencia y el conocimiento de la teoría constructivista, según el diagrama de la pág. 51.

Cuadro 8

Distribución de los docentes de acuerdo con el conocimiento de la teoría constructivista por género del profesor, según su grado académico

	Grado académico (<i>gradacad</i>)					
	Diplomado univ. o menos ¿Conoce la teoría constructivista?			Bachiller univ. o más ¿Conoce la teoría constructivista?		
Sexo	Sí	No	Total	Sí	No	Total
Masculino	30 (62,5)	18 (37,5)	48 (100,0)	24 (88,9)	3 (11,1)	27 (100,0)
Femenino	87 (59,2)	60 (40,8)	147 (100,0)	246 (91,1)	24 (8,9)	270 (100,0)
Total	117	78	195	270	27	297
Contraste Chi-Cuadrado			0,6839			0,7017

Cuadro 9

Distribución de los docentes de acuerdo con el conocimiento de la teoría constructivista por años de experiencia, según su grado académico

Años de experiencia (<i>expeduc</i>)	Grado académico (<i>gradacad</i>)					
	Diplomado univ. o menos ¿Conoce la teoría constructivista?			Bachiller univ. o más ¿Conoce la teoría constructivista?		
	Sí	No	Total	Sí	No	Total
Menos de 5	18 (31,6)	39 (68,4)	57 (100,0)	57 (86,4)	9 (13,6)	66 (100,0)
De 5 a menos de 10	48 (72,7)	18 (27,3)	66 (100,0)	111 (94,9)	6 (5,1)	117 (100,0)
10 o más	51 (70,8)	21 (29,2)	72 (58,5)	102 (89,5)	12 (10,5)	114 (41,5)
Total	117	78	195	270	27	297
Contraste Chi-Cuadrado			0,0000			0,1251

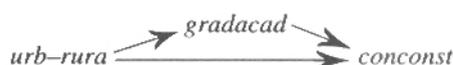
Cuadro 10

Distribución de los docentes de acuerdo con el conocimiento de la teoría constructivista por universidad de procedencia según su grado académico

Institución (<i>institu</i>)	Grado académico (<i>gradacad</i>)					
	Diplomado univ. o menos ¿Conoce la teoría constructivista?			Bachiller univ. o más ¿Conoce la teoría constructivista?		
	Sí	No	Total	Sí	No	Total
UNA	24 (80,0)	6 (20,0)	30 (100,0)	42 (93,3)	3 (7,7)	45 (100,0)
UCR	21 (63,6)	12 (36,4)	33 (100,0)	51 (85,0)	9 (15,0)	60 (100,0)
UNED	54 (52,9)	48 (47,1)	102 (58,5)	75 (96,2)	3 (3,8)	78 (41,5)
Univ. privadas	15 (62,5)	9 (37,5)	24 (58,5)	99 (94,3)	6 (5,7)	105 (41,5)
Total	114	75	189	267	21	288
Contraste Chi-Cuadrado			0,0609			0,0701



Aunque desde un punto de vista teórico, parece válido que el residir en áreas rurales y urbanas no afecta la variable *conconst*, queda la inquietud, sobre si este resultado se mantiene cuando se controla por grado académico del educador. Una relación muy extraña se presenta en este caso, ya que los docentes que poseen el grado académico de bachiller o más presentan diferencias importantes en el conocimiento del constructivismo, siendo los del área rural los que tienen un mayor conocimiento. Aunque esta relación no parece lógica, y puede deberse al efecto de otra variable, se debe resaltar que el grado académico produjo un efecto supresor entre la relación del lugar de residencia y el conocimiento de la teoría constructivista (Cuadro 11). Este efecto se puede resumir en el siguiente esquema:



CONCLUSIONES

El sexo del profesor, el número de años de experiencia en labores docentes, la universidad de procedencia y el grado académico, exhibieron una fuerte relación con el conocimiento de la teoría constructivista por parte de los profesores. Sin embargo, al analizar las asociaciones existentes entre estas variables, se pudo observar que solo el grado académico del docente está absolutamente relacionado con el conocimiento de esta teoría.

Cuando se estudiaron las otras relaciones utilizando como variable control el grado académico, la mayoría de relaciones desapareció y únicamente el número de años de experiencia en labores docentes mantuvo cierto efecto, pero solo para docentes con bachillerato universitario o más. De este modo, se podría concluir que el conocimiento, por parte de los educadores de esta teoría, depende del grado académico que posean, lo que significa que a mayor grado académico es más probable que el educador conozca la teoría constructivista.

El lugar de residencia del profesor (urbano-rural) mostró una independencia con el conocimiento de la teoría constructivista. Sin embargo, al controlar por el grado académico, se pudo notar el

Cuadro 11
Distribución de los docentes de acuerdo con el conocimiento de la teoría constructivista por lugar de residencia, según su grado académico

Lugar de residencia (urb-rura)	Grado académico (<i>gradacad</i>)					
	Diplomado univ. o menos ¿Conoce la teoría constructivista?			Bachiller univ. o más ¿Conoce la teoría constructivista?		
	Sí	No	Total	Sí	No	Total
Urbano	57 (59,4)	39 (40,6)	96 (100,0)	174 (87,9)	24 (12,1)	198 (100,0)
Rural	60 (60,6)	39 (39,4)	99 (100,0)	96 (97,0)	3 (3,0)	99 (100,0)
Total	117	78	195	270	27	297
Contraste Chi-Cuadrado			0,8607			0,0102

efecto supresor de esta característica sobre la relación, particularmente en lo que se refiere a docentes que poseen al menos un bachillerato universitario.

Se muestra, además, la importancia de realizar análisis más profundos al establecer relaciones entre dos o más variables, ya que posibles asociaciones que muestran significancia estadística, desaparecen en el momento de ser controladas por una tercera variable y, de esta manera, se evita llegar a conclusiones erróneas.

Por último y considerando que los análisis estadísticos que se han presentado son muy simples y se fundamentan en tablas de contingencia y contrastes Chi-Cuadrado para independencia estadística, se recomienda utilizar otras herramientas estadísticas más sofisticadas, que permiten efectuar estos controles y miden con mayor precisión, la fuerza de la relación, para determinar los efectos confusores.

REFERENCIAS

- Chaves, E. 1997. Modelos de regresión en las estimaciones poblacionales a nivel cantonal. Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador de la Escuela de Matemática de la UNA para optar al grado de Licenciado en Enseñanza de la Matemática.
- Ferrán, M. 2001. SPSS para Windows: Análisis estadístico. Edit. McGraw-Hill Interamericana. España.
- Freund, J. & R. Walpole. 1990. Estadística matemática con aplicaciones. Cuarta edición. Edit. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. México.
- Gómez, M. 1998. Elementos de estadística descriptiva. Tercera edición. EUNED. San José, Costa Rica.
- Mendenhall, W. *et al.* 2002. Estadística matemática con aplicaciones. Sexta edición. Edit. Thomson. México, D.F.