



CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

COMUNICACIONES

Función de Priorización para tomar decisiones a partir de diagnósticos cuantitativos: Propuesta

*González, José**; *Villarroel, Mauricio**; *Viveros, Francisca***

Resumen

Este artículo pretende proponer el uso de una función matemática para priorizar grupos a intervenir. Se presentan las propiedades matemáticas de la función denominada de priorización, asegurando inyectividad y consistencia. Se simula la aplicación de la función a un caso particular que considera 9 cursos en un establecimiento educacional, donde se debe decidir sobre cuál aplicar un plan de educación sexual. Se concluye que la Función es aplicable, aunque no es la solución al problema de decisión, si abre un camino a la objetivación de las decisiones. Permite enriquecer los diagnósticos cuantitativos y evitar la discrecionalidad de los criterios de priorización, lo que evidentemente se traduce en optimización de las intervenciones y por tanto de los recursos económicos.

Palabras clave: Diagnóstico cuantitativo; Tablas de contingencia; Teoría de Decisión

Artículo que presenta una reflexión estadística teórica de los autores. Presentado el 23/06/2016 y admitido el 31/07/2017.

AUTORES: *Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile; **Universidad Andrés Bello. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Viña del Mar; Centro de Investigación para la Sustentabilidad (CIS), Chile.

CONTACTO: jgonzalez@upla.cl



Prioritization function to take decisions based on quantitative diagnostics: Proposal

Abstract

This article aims to propose the use of a mathematical function to prioritize groups to intervene. We present the mathematical properties of the so-called prioritization function, ensuring injectivity and consistency. The application of the function is simulated to a particular case that considers g courses in an educational establishment, where it is necessary to decide on which to apply a sexual education plan. It is concluded that the Function is applicable, although it is not the solution to the decision problem, if it opens a way to the objectification of the decisions. It allows enriching quantitative diagnoses and avoiding the discretion of prioritization criteria, which obviously translates into optimization of interventions and therefore of economic resources.

Keywords: Quantitative diagnosis; Contingency tables; Decision Theory

Função de Priorização para tomar decisões com base em diagnósticos quantitativos: Proposta

Resumo

Este artigo pretende propor o uso de uma função matemática para priorizar grupos a intervir. São apresentadas as propriedades matemáticas da chamada função de priorização, assegurando injetividade e consistência. É simulada a aplicação da função para um caso particular que considera g turmas em um estabelecimento educacional, onde é preciso decidir sobre qual aplicar um plano de educação sexual. Conclui-se que a Função é aplicável, embora não seja a solução para o problema da decisão, se abrir um caminho para a objetivação das decisões. Permite enriquecer os diagnósticos quantitativos e evitar a discricionariedade dos critérios de priorização, o que evidentemente se traduz em otimização das intervenções e, portanto, dos recursos econômicos.

Palavras-chave: Diagnóstico quantitativo; Tabelas de contingência; Teoria de Decisão

I. Introducción

Dentro de la formulación de un programa o proyecto de inversión pública, se precisa la elaboración de un diagnóstico que dé cuenta de las necesidades, percepciones y preferencias de la comunidad involucrada en la intervención (Reboloso, 2005; Ortegón *et al.*, 2008). Desde una mirada cuantitativa, comúnmente se busca, por un lado, describir las principales características demográficas y/o socioeconómicas de los sujetos y, por otro, establecer asociaciones entre variables consideradas como relevantes para el aspecto que se pretende intervenir. En esta línea, Gándara (2006) y Wolfman (2006), afirman la importancia de testear modelos causales que permitan orientar las intervenciones en aquellos casos donde se observe asociación estadísticamente significativa entre variables consideradas dentro del diagnóstico.

No obstante lo anterior, muchas veces la naturaleza de los datos analizados difícilmente se ajusta a las características requeridas por algunos modelos (Wolfman, 2006). En el caso de las pruebas de asociación, no siempre se cumplen los requisitos necesarios para realizarlas y cuando se cumplen, en ocasiones, las pruebas no dan cuenta de la dispersión de los datos. Ante este panorama, las decisiones de intervención se vuelven particularmente difíciles.

La toma de decisiones es un proceso sumamente importante para el éxito de cualquier evento por ejemplo en el proceso educacional (Sweeny, 2008; Tierney, 2008; Li y Zhou, 2011), donde las decisiones de intervención pueden marcar la trayectoria de la vida de un grupo de alumnos (Shapiro y Stefkovich, 2001). Desde una perspectiva general, puede llegar a generar problemas a nivel país (Ho y Chu, 1972; Shavelson *et al.*, 1977).

La técnica de tomar decisiones en un problema, está basado en cinco componentes: información, conocimientos, experiencia, análisis y juicio. Este último es necesario para combinar la información, los conocimientos, la experiencia y el análisis, con el fin de seleccionar la metodología de acción apropiada (Sweeny, 2008; Tierney, 2008; Li y Zhou, 2011). En la toma de decisiones, se considera un problema y para llegar a una conclusión válida, se supone que se han examinado todas las alternativas y que la elección ha sido correcta (Li y Zhou, 2011). El proceso de tomar decisiones puede ser especificado en las siguientes etapas:

1. Identificación y diagnóstico del problema.
2. Generación de soluciones alternativas
3. Selección de la mejor manera
4. Evaluación de alternativas

5. Evaluación de la decisión
6. Implantación de la decisión

En el ámbito formal estadístico, existe la teoría de decisiones (Joyce, 1999), la cual puede ser clasificada en teoría descriptiva de decisión y teoría preceptiva de decisión. La primera basada en casos reales obtenidos por inspección y experimentos, la segunda se basa en lógica y estadística (Wright, 1984).

Matemáticamente el proceso de decisión es caracterizado por una función que depende de la información disponible como elementos del dominio, consecuencia de ello, esta función generará un valor que nos permitirá decidir a partir de los datos disponibles. En este sentido, cuando disponemos de un diagnóstico cuantitativo, comúnmente nos encontramos con tablas de contingencia cuadradas, definidas sobre diferentes *clusters*, grupos o regiones.

Como se señaló anteriormente, no siempre la información permite aplicar pruebas de asociación o modelos causales, por la cantidad de casos o por la dispersión de los datos. Por tal motivo, el objetivo del presente artículo es proponer una Función de Priorización como un coeficiente que puede ser interpretado independientemente de la cantidad de casos y la dispersión de los mismos. Esto permitirá contar con una nueva herramienta para los diagnósticos cuantitativos y sus aplicaciones pueden orientar mejor la decisión de priorizar recursos de las políticas públicas tanto en proyectos como en programas de intervención comunitaria.

Para cumplir el objetivo, en primer lugar se argumentan las propiedades formales de la Función a través de una serie de preliminares estadísticos. En segundo lugar se presenta una aplicación de la función utilizando datos simulados y, finalmente, se establecen algunas reflexiones al respecto.

II. Preliminares Estadísticos

Este trabajo es de tipo propositivo ya que pretende dar inicio a una línea de objetivación de los criterios de decisión, basada en una función denominada Función de Priorización. Para presentar y utilizar la función, se considerará una muestra simulada de estudiantes secundarios, provenientes de 9 cursos al interior de un establecimiento educativo en la comuna de Valparaíso, Chile, generando una muestra de 370 alumnos. Evidentemente la aleatoriedad viene del proceso generador de los datos, permitiendo situar en un contexto de mayor similitud a la realidad. Basado en el marco del Programa Nacional de Prevención y Control del VIH/SIDA e ITS, se simuló un diagnóstico que midió

el nivel de conocimientos de los estudiantes sobre educación sexual, que fue constituido por 5 preguntas junto a la variable nivel educativo de los padres, las cuales se consideran solo para ejemplificar la metodología propuesta. La información se presenta en las siguientes tablas de contingencia, numeradas de 1 a 9:

TABLA 1. Frecuencia absoluta del nivel de conocimiento según nivel de escolaridad de los padres del Curso A

		Nivel de Conocimiento		
		Básico	Medio	Alto
Nivel de Escolaridad	Básico	4	2	7
	Medio	9	5	2
	Alto	3	1	2

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 2. Frecuencia absoluta del nivel de conocimiento según nivel de escolaridad de los padres del Curso B

		Nivel de Conocimiento		
		Básico	Medio	Alto
Nivel de Escolaridad	Básico	0	7	2
	Medio	3	3	9
	Alto	5	6	1

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 3. Frecuencia absoluta del nivel de conocimiento según nivel de escolaridad de los padres del Curso C

		Nivel de Conocimiento		
		Básico	Medio	Alto
Nivel de Escolaridad	Básico	5	3	1
	Medio	9	10	2
	Alto	1	1	0

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 4. Frecuencia absoluta del nivel de conocimiento según nivel de escolaridad de los padres del Curso D

Nivel de Conocimiento				
		Básico	Medio	Alto
Nivel de Escolaridad	Básico	3	7	2
	Medio	7	6	1
	Alto	9	0	1

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 5. Frecuencia absoluta del nivel de conocimiento según nivel de escolaridad de los padres del Curso E

Nivel de Conocimiento				
		Básico	Medio	Alto
Nivel de Escolaridad	Básico	1	0	1
	Medio	4	7	9
	Alto	3	5	1

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 6. Frecuencia absoluta del nivel de conocimiento según nivel de escolaridad de los padres del Curso F

Nivel de Conocimiento				
		Básico	Medio	Alto
Nivel de Escolaridad	Básico	3	3	1
	Medio	5	7	0
	Alto	8	2	0

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 7. Frecuencia absoluta del nivel de conocimiento según nivel de escolaridad de los padres del Curso G

		Nivel de Conocimiento		
		Básico	Medio	Alto
Nivel de Escolaridad	Básico	8	1	0
	Medio	9	9	1
	Alto	3	1	2

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 8. Frecuencia absoluta del nivel de conocimiento según nivel de escolaridad de los padres del Curso H

		Nivel de Conocimiento		
		Básico	Medio	Alto
Nivel de Escolaridad	Básico	5	7	3
	Medio	2	1	4
	Alto	0	3	2

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 9. Frecuencia absoluta del nivel de conocimiento según nivel de escolaridad de los padres del Curso I

		Nivel de Conocimiento		
		Básico	Medio	Alto
Nivel de Escolaridad	Básico	9	1	3
	Medio	4	9	1
	Alto	2	7	5

FUENTE: Elaboración propia.

Con esta información lo lógico sería priorizar la intervención educativa en aquellos grupos donde existe asociación entre las variables, es decir, en donde un menor nivel educativo de los padres esté asociado con el menor conocimiento de los estudiantes sobre educación sexual (Ver **tablas 1, 6 y 8**). Sin embargo es posible constatar o encontrar situaciones en las cuales no existen dependencias significativas al 5%, como es el caso de **las tablas**

2, 3, 4, 5, 7 y 9. Por lo tanto, en este caso, la Función de Priorización podría entregar evidencia a considerar en la toma de decisión que evite criterios discrecionales.

Para analizar la relación de dependencia o independencia entre dos variables cualitativas nominales, factores o de manera general, variables categóricas o categorizadas (Gierl, 1997), es necesario estudiar la distribución conjunta o tablas de contingencia (Beasley y Schumacker, 1995). La tabla de contingencia es una tabla de doble entrada, donde en cada casilla figurará el número de casos o individuos que poseen un nivel de uno de los factores o características analizadas y otro nivel del otro factor analizado (Mellenbergh, 1982; Sears y Pai, 2012).

La teoría existente respecto de las tablas de contingencia es abundante al igual que sus aplicaciones (Bergman y El-Khoury, 1987). Sin embargo, cuando se intenta comparar poblaciones o conjuntos de unidades muestrales teniendo sólo como información los resúmenes caracterizados por una tabla de contingencia, las herramientas de análisis son nulas y, sin embargo, se debe tomar decisiones.

Las tablas de contingencia o particularmente matrices de contingencia, generalmente están asociadas a una población o un conjunto de unidades muestrales, las que pueden ser divididas, ya sea por la existencia de estratos o subpoblaciones. El siguiente resultado permite concluir que, si se descompone la matriz de contingencia para representar dos estratos de la población, la Función de Priorización debe ser estable y consistente a la matriz de contingencia original. Formalmente este concepto se conoce como linealidad de la función o simplemente aplicación lineal.

Para comenzar es preciso definir algunos elementos matemáticos, como inyectividad y consistencia. Se dirá que el símbolo $IR[\lambda]$ representa un conjunto de todos los polinomios con coeficientes reales y sin términos libres, aspecto que asegura intersección del polinomio con el origen y por lo tanto facilitar la interpretación, lo que formalmente se escribe:

$$IR[\lambda] = \left\{ \sum_{i=1}^n a_i \lambda^i, \forall n \in \mathbb{N}, \forall i \in \{0, \dots, n\} : a_i \in \mathbb{R} \right\}$$

Estos polinomios tendrán la particularidad que transformarán cada matriz de contingencia en número real. El conjunto de polinomios que se ha identificado con $IR[\lambda]$ tiene algunas propiedades que nos permiten dar seguridad respecto de nuestro criterio de decisión, como son las operaciones aritméticas para las cuales él seguirá siendo estable, lo que formalmente

se conoce como anillo. Un anillo es una estructura algebraica ampliamente conocida (ver Ho y Chu, 1972).

Una vez establecido el conjunto $IR[\lambda]$ y sus propiedades, se especificará la forma explícita de la Función de Priorización para la toma de decisiones. Esta función la simbolizaremos por F_λ .

II.1. La función F_λ

Para iniciar la especificación de F_λ , es necesario incorporar la siguiente notación: $M(n, IR)$ representa las matrices de contingencia de orden n , esto significa que cada variable en estudio, dispone de n categorías y el símbolo IR indica que todos los elementos caracterizadores de las frecuencias son números reales. Por ejemplo si la matriz $A = \begin{pmatrix} 65 & 58 \\ 43 & 67 \end{pmatrix}$, entonces simbolizamos $M(2, IR)$.

Definición 1. Sea $M(n, IR)$ el conjunto de todas las matrices de contingencia cuadradas con coeficientes reales, definamos la siguiente función

$F_\lambda : M(n, IR) \rightarrow IR[\lambda]$ tal que $F_\lambda(a_{ij}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \lambda^{j+n(i-1)}$, donde (a_{ij}) representa las matrices de contingencia cuadradas, en las cuales i puede ser evaluada por $1, 2, \dots, n$, j los valores $1, 2, \dots, n$ y $\lambda \in (\max_{t \in S} t, \infty)$ donde $S = \{t \in IR : (p-q)(t) = 0, p, q \in IR[\lambda]\}$, S representa el conjunto de intersecciones de los polinomios. Aparentemente el cálculo de los posibles valores de λ es complejo, sin embargo, es simplemente la evaluación polinomial empleando un software matemático.

Ejemplo 1. Dada una matriz de contingencia a_{ij} en la cual $n = 3$, es decir $a_{ij} \in M(3, IR)$, entonces:

$$F_\lambda((a_{ij})) = a_{11}\lambda + a_{12}\lambda^2 + a_{13}\lambda^3 + a_{21}\lambda^4 + a_{22}\lambda^5 + a_{23}\lambda^6 + a_{31}\lambda^7 + a_{32}\lambda^8 + a_{33}\lambda^9$$

Es decir, la función de priorización para la toma de decisiones F_λ tiene la propiedad de tomar una matriz de contingencia cuadrada y transformarla o generar un número real, que permite tomar decisiones. Sin embargo, es necesario conocer las características de este número real. Una propiedad importante de F_λ es que el número generado por ella es siempre un número no negativo, es decir, positivo o a lo menos cero. Lo que anotaremos: Si $(a_{ij}) \in M(n, IR_0^+)$, entonces $F_\lambda((a_{ij})) \in IR_0^+$.

Otra propiedad sumamente importante en la definición de la Función de Priorización, es que el valor que genera para cada matriz de contingencia es único y exclusivo, lo que formalmente es denominado inyectividad, esto

nos asegura la unicidad de la decisión y por tanto, consistencia. Luego F_λ es inyectiva.

II.2. Orden total sobre $M(n, IR)$

Definición 2. Sean $(a_{ij}), (b_{ij})$ dos elementos de $M(n, IR)$ y λ un elemento de $(\max t, \infty)$. Diremos que (a_{ij}) es menor que (b_{ij}) si y solo si: existe un número real positivo, tal que $F_\lambda((a_{ij})) + c = F_\lambda((b_{ij}))$, donde F_λ es la función de priorización para la toma de decisiones presentada en la Definición 1.

Observación 1. Observemos que si (a_{ij}) es menor que (b_{ij}) , entonces $F_\lambda(a_{ij}) \neq F_\lambda(b_{ij})$.

Una interesante propiedad de la función F_λ es que si $(a_{ij}), (b_{ij}) \in M(n, IR)$ entonces se verifica una y solo una de las siguientes posibilidades:

- 1) $(a_{ij}) = (b_{ij})$ ó
- 2) $(a_{ij}) < (b_{ij})$ ó
- 3) $(a_{ij}) > (b_{ij})$

Definición 3. Sean $(a_{ij}), (b_{ij}) \in M(n, IR)$. Diremos que $(a_{ij}) \leq (b_{ij})$, (b_{ij}) si y solo si existe un número c perteneciente a IR^+ , tal que $F_\lambda((a_{ij})) + c = F_\lambda((b_{ij}))$, donde F_λ es la función de la Definición 1.

Ejemplo 2. Consideremos $\lambda = 0,3$, simularemos dos matrices de contingencia, luego aplicaremos la metodología propuesta y decidiremos cuál de las dos matrices de contingencia es menor, lo que dependiendo del contexto, podríamos decir tiene mayor prioridad. Las matrices son:

$$A = \begin{pmatrix} 7 & 2 & 14 \\ 5 & 6 & 10 \\ 3 & 11 & 2 \end{pmatrix} \text{ y } B = \begin{pmatrix} 7 & 4 & 3 \\ 10 & 9 & 12 \\ 4 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Luego, aplicando la función de priorización para $\lambda = 0,3$, tenemos:

$$F_{0,3}((A)) = 7 \cdot 0,3 + 2 \cdot 0,3^2 + 14 \cdot 0,3^3 + 5 \cdot 0,3^4 + 6 \cdot 0,3^5 + 10 \cdot 0,3^6 + 3 \cdot 0,3^7 + 11 \cdot 0,3^8 + 2 \cdot 0,3^9 = 2,72$$

$$F_{0,3}((B)) = 7 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,3^2 + 3 \cdot 0,3^3 + 10 \cdot 0,3^4 + 9 \cdot 0,3^5 + 12 \cdot 0,3^6 + 4 \cdot 0,3^7 + 2 \cdot 0,3^8 + 1 \cdot 0,3^9 = 2,65$$

Por tanto $B \leq A$.

Finalmente, la Función de Priorización, aquí definida, permite obtener un importante resultado denominado orden, siendo el último soporte teórico formal que sustenta la propuesta y lo que definitivamente otorga la consistencia.

III. Resultados de una Aplicación simulada de la Función de Priorización

Como se señaló en la introducción, el objetivo del presente trabajo es proponer una Función de Priorización argumentando sus propiedades matemáticas y su aplicabilidad en casos concretos. Para este último propósito se optó por simular los datos para poder explorar el comportamiento de la función. Los detalles de esta aplicación simulada se presentan en lo siguiente.

La información que se dispone corresponde a 9 tablas simuladas de contingencia cuadradas, presentadas anteriormente, relativas a las variables nivel de conocimiento en sexualidad (Nivel de Conocimiento) y el nivel de escolaridad de los padres (Nivel de Escolaridad). Para las cuales fueron consideradas 5 preguntas y un tamaño de muestra de 370 alumnos.

Para hacer notar la importancia de la propuesta, existen tablas de contingencia que caracterizan procesos dependientes, esto es a mayor nivel de escolaridad de los padres mayor nivel de conocimiento en sexualidad de los hijos, como es el caso de las **tablas 1,6 y 8**, y tablas en las cuales esta restricción no es observada, es decir existe independencia, considerando un nivel de significancia de 5% (p -valor = 0.08), como es el caso de las **tablas 2, 3, 4, 5, 7 y 9**.

Tomar una decisión respecto de esta cantidad de información, que en otros contextos supera enormemente lo aquí presentado, es sumamente complejo. Sin embargo, cuando cada una de esas matrices de contingencia es resumida en un número real positivo, la decisión es simple. El lector podrá plantearse la inquietud respecto del valor que asume λ . En esta aplicación consideraremos dos valores de λ para evidenciar la consistencia del orden para variaciones de esta. Al aplicar la función de prioridad sobre cada matriz de contingencia, considerando $\lambda=0.3$ y $\lambda=0.5$ son presentados en el **Cuadro 1**.

La aplicación de la Función de Priorización permite establecer que se debe dar prioridad a los cursos I y G, para los siguientes, es sólo seguir la secuencia ordenada de valores generados por la función. Se observa que en los cursos donde se especifica la prioridad no necesariamente hay asociación entre variables, como es el caso de la tabla 9 (curso I), donde la hipótesis de dependencia fue rechazada a un nivel de significancia del 5% (p -valor = 0.02). Sin embargo para el curso G, se evidencia dependencia al 5% (p -valor = 0.1). Esta constatación permite descartar la sobreposición conceptual entre la independencia y la Función de Priorización.

CUADRO 1. Simulación de la priorización de grupos beneficiarios de un programa educativo en salud sexual y reproductiva a partir de la aplicación de la Función de Priorización para la toma de decisión

Curso	$\lambda = 0,3$	$\lambda = 1/2$
A	$F_{\lambda}(A) = 1.65$	$F_{\lambda}(A) = 4.15$
B	$F_{\lambda}(B) = 0.72$	$F_{\lambda}(B) = 2.48$
C	$F_{\lambda}(C) = 1.89$	$F_{\lambda}(C) = 4.29$
D	$F_{\lambda}(D) = 1.65$	$F_{\lambda}(D) = 4.21$
E	$F_{\lambda}(E) = 0.38$	$F_{\lambda}(E) = 1.27$
F	$F_{\lambda}(F) = 1.25$	$F_{\lambda}(F) = 2.97$
G	$F_{\lambda}(G) = 2.58$	$F_{\lambda}(G) = 5.14$
H	$F_{\lambda}(H) = 2.23$	$F_{\lambda}(H) = 4.85$
I	$F_{\lambda}(I) = 2.92$	$F_{\lambda}(H) = 5.72$

FUENTE: Elaboración propia.

IV. Discusión y conclusiones

En el marco de la etapa de diagnóstico de las políticas públicas, se considera que las herramientas de investigación tanto cuantitativas como cualitativas pueden entregar evidencia importante para tomar decisiones de priorización (Gándara, 2006; Wolfman, 2006). En el ámbito de los diagnósticos cuantitativos, el presente artículo se propone una función matemática que, aplicada a un caso concreto, aporta antecedentes relevantes para las decisiones cuando no es posible probar asociación entre variables importantes para decidir una intervención. El criterio de decisión es basado en una función polinomial definida como Función de Priorización. Esta función nos permite resumir una tabla de contingencia en un número real, permitiendo heredar todas las propiedades métricas de estos, particularmente el orden.

La función propuesta es caracterizada por su consistencia e inyectividad, además de la simplicidad de aplicación. Una tabla de contingencia es una forma de resumir muestreos bivariados, con el objetivo de estudiar dependencia entre variables, sin embargo en este trabajo incorporamos una herramienta adicional de análisis, permitiendo enriquecer las conclusiones y sus implicancias. Por otra parte, se abre una interesante línea de investigación en torno a las propiedades y extensiones de esta función, como por ejemplo, tablas de contingencia rectangulares.

Se insiste en que ésta no es la solución al problema de decisión, sin embargo, es un buen camino en la objetivación, no siendo excluyente ni restrictivo, por ejemplo, en el caso de no tener dependencias lineales significativas. Se debe señalar que la función aquí propuesta es susceptible de ser incorporada en cualquier *software* estadístico, de tal manera que puede ser muy útil a corto plazo.

En el marco de un proyecto o programa público, consideramos que los resultados de un diagnóstico cuantitativo pueden enriquecerse con la Función. Los resultados podrían ser presentados y explicados a la comunidad involucrada como una evidencia a considerar. En este sentido, la función propuesta aporta antecedentes para regular el factor discrecional en la toma de decisiones, lo cual se traduce en optimización de las intervenciones y, por tanto, de los recursos económicos en el ámbito de la inversión pública. No obstante, las aplicaciones de la función pueden exceder el ámbito de los proyectos y programas públicos, ampliándose a los diagnósticos cuantitativos en general, por ejemplo en educación.

Finalmente, cabe indicar que las limitaciones del estudio están asociadas al conocimiento de ciertas técnicas estadísticas para la comprensión en plenitud de la propuesta, como por ejemplo interpretaciones del p-valor y la organización de tablas de contingencia. Por otro lado, dado lo innovador de la propuesta, es difícil disponer de referencias bibliográficas que faciliten su lectura e implementación de manera general, siendo aún una técnica excluyente. Además, la aplicación o tecnificación del proceso para dejar al alcance de cualquier persona esta metodología, se encuentra en desarrollo.

Referencias Bibliográficas

- BEASLEY, T.; SCHUMACKER, R. (1995). Multiple regression approach to analyzing contingency tables: post hoc and planned comparison procedures, en: *The Journal of Experimental Education*, 64(1):79-93. Disponible en: < https://www.researchgate.net/profile/Timothy_Beasley/publication/254346745_Multiple_Regression_Approach_to_Analyzing_Contingency_Tables_Post_Hoc_and_Planned_Comparison_Procedures/links/5485f3960cf289302e2abade.pdf > [10 de diciembre de 2015].
- BERGMAN, L.R.; EL-KHOURI, B. Exacon: A fortran 77 program for the exact analysis of single cells in a contingency table, en: *Educational and Psychological measurement*. 1987;47(1):155-161. Disponible en: < <http://epm.sagepub.com/content/47/1/155.short> > [10 de diciembre de 2015].
- GÁNDARA, G. (2006). La metodología cuantitativa de investigación social como herramienta para la definición, diseño, implementación y evaluación de las políticas sociales, en: *Observatorio Social*, (15):4-

8. Disponible en: < http://www.observatoriosocial.com.ar/images/pdf_revistas/revi_15.pdf > [8 de diciembre de 2015].
- GIERL, M. (1997). Comparing cognitive representations of test developers and students on a mathematics test with bloom's taxonomy, en: *The Journal of Educational Research*, 91(1):26-32. Disponible en: < <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00220679709597517> > [10 de diciembre de 2015].
- HO, Y.; CHU, K. (1972). Team decision theory and information structures in optimal control problems, en: *IEEE Transactions*, 17(1):15-22. Disponible en: < http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=1099850&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D1099850 > [10 de diciembre de 2015].
- JOYCE, J. (1999). *The foundations of causal decision theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LI, H.; ZHOU, X. (2011). Risk decision making based on decision-theoretic rough set: a three-way view decision model, en: *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 4(1):1-11. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Huaxiong_Li/publication/241683926_Risk_Decision_Making_Based_on_Decision-theoretic_Rough_Set_A_Three-way_View_Decision_Model/links/odeec527865a2688f5000000.pdf > [10 de diciembre de 2015].
- MELLENBERGH, G. (1982). Contingency table models for assessing item bias, en: *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 7(2):105- 118. Disponible en: < <http://jeb.sagepub.com/content/7/2/105.short> > [10 de diciembre de 2015].
- ORTEGÓN, E.; PACHECO, J.C.; ROURA, H. (2005). Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), en: *Serie Manuales*, (39):9-27. Disponible en: < http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5608/S056394_es.pdf?sequence=1 > [9 de Diciembre de 2015].
- REBOLLOSO, E. (2008). *Evaluación de programas de intervención social*. Madrid: Editorial Síntesis S.A.
- SEARS, D.; PAI, H. (2012) Effects of cooperative versus individual study on learning and motivation after reward-removal, en: *The Journal of Experimental Education*, 80(3):246-262. Disponible en: < <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00220973.2011.602372#.VmmZgkrhDIU> > [10 de diciembre de 2015].
- SHAPIRO, J.; STEFKOVICH, J. (2001). *Ethical leadership and decision making in education: Applying theoretical perspectives to complex dilemmas*. Londres: Routledge.
- SHAVELSON, R.; CADWELL, J.; IZU, T. (1977). Teachers' sensitivity to the reliability of information in making pedagogical decisions, en: *American Educational Research Journal*, 14(2):83-97. Disponible en: < <http://aer.sagepub.com/content/14/2/83.short> > [10 de diciembre de 2015].
- SWEENEY, K. (2008) Crisis decision theory: Decisions in the face of negative events, en: *Psychological Bulletin*, 134(1):61-76. Di-

- ponible en: <http://www.katesweeny.com/uploads/2/6/9/4/26944848/sweeny_2008_psychbull.pdf> [10 de diciembre de 2015].
- TIERNEY, W. (2008). *The impact of culture on organizational decision-making: Theory and practice in higher education*. Virginia: Stylus Publishing, LLC.
- WOLMAN, G. (2006). Herramientas estadísticas en el diseño y evaluación de políticas públicas. El modelo lineal y el modelo lineal generalizado, en: *Observatorio Social*, (15):9-13. Disponible en: <http://www.observatoriosocial.com.ar/images/pdf_revistas/revi_15.pdf> [8 de diciembre de 2015].
- WRIGHT, G. (1984). *Behavioral decision theory: an introduction*. Harmondsworth: Penguin Books.