

## EVALUACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE TABLAS DE CONTINGENCIA A ESTUDIANTES DE PSICOLOGÍA

Gustavo R. Cañadas de la Fuente, Universidad de Granada, grcanadas@ugr.es  
Carolina Carvalho, Universidade de Lisboa, cfcarvalho@ie.ul.pt

**RESUMEN:** En la actualidad encontramos numerosas herramientas didácticas en Internet, sin embargo su utilidad potencial depende de los conocimientos que proporcionan y su uso por parte del profesor. En este trabajo, se describe un curso desarrollado con su evaluación para la enseñanza de las tablas de contingencia y los conceptos y procedimientos relacionados, en particular la asociación y la independencia, la prueba Chi cuadrado y algunos coeficientes de asociación. Este curso ha sido experimentado en una asignatura del primer año de la licenciatura de Psicología de España, con la colaboración de 93 alumnos pertenecientes de dos grupos. Nuestros objetivos son por una parte la elaboración de materiales didácticos para la enseñanza de las tablas de contingencia, el cual fue de utilidad para el desarrollo del curso impartido, y por otro lado evaluar las dificultades del aprendizaje mediante un cuestionario construido para este fin. En este trabajo se utilizan nociones teóricas relacionadas con el Enfoque Ontosemiótico (EOS) desarrollado por Godino y su equipo de colaboradores, como son los análisis de las condiciones de idoneidad didáctica, como la articulación de los seis componentes: epistémica, cognitiva, interaccional, mediacional, emocional y ecológica. En este trabajo se presentan los resultados del cuestionario con ítems de opción múltiple, encontrándose dificultades en: interpretar el estadístico y el valor p; la posible igualdad de frecuencias esperadas en caso asociación; ó la igualdad de frecuencias relativas condicionales entre sí o con las marginales. Estos resultados nos llevan a reflexionar sobre la enseñanza de este tema.

**PALABRAS CLAVES:** Tablas de contingencia, dificultades de aprendizaje, recursos de Internet para la enseñanza

### Introducción

Las tablas de contingencia se presentan con frecuencia en el diagnóstico, evaluación psicológica, y otras tareas profesionales, y sirven para evaluar si existe asociación entre las variables correspondientes (Díaz y Gallego, 2006). Sin embargo, la investigación psicológica y didáctica muestra frecuentes sesgos en su interpretación, aunque, a pesar de ello se presta poca atención a este tema en la formación de psicólogos.

El objetivo de este trabajo fue diseñar y evaluar materiales didácticos que permiten la enseñanza presencial o virtualizada de este tema. En lo que sigue se analiza investigación previa, los recursos desarrollados y la evaluación desarrollada.

*Antecedentes*

Los estudios sobre asociación estadística son numerosos en Psicología, donde se han descrito estrategias erróneas en los juicios de asociación y estimación incorrecta de la asociación. Fueron iniciados Inhelder y Piaget (1955), quienes conciben la asociación como último paso en el desarrollo del razonamiento probabilístico y describen las estrategias en los juicios de asociación a diferentes niveles de desarrollo cognitivo. Para estos autores el desarrollo de la noción de probabilidad resulta de una confusión entre los factores y secuencias de causa y efecto, fruto de las acciones propias del sujeto, así como el concepto de azar y estimaciones esporádicas que formará la base de una probabilidad más o menos de los eventos esperados, o el temor de que pasa a través de sus experiencias cotidianas de la vida (Carvalho & Fernandes, 2007).

La precisión en el juicio de asociación ha sido estudiada, entre otros, por Crocker (1981), quien indica que los juicios de asociación incrementan su exactitud si los datos se presentan simultáneamente y las frecuencias son bajas, los sucesos covarían en el tiempo, se elimina la necesidad de obtener muestras, los datos no son ambiguos y no hay necesidad de recordar casos o frecuencias. Allan y Jenkins (1983) basan los patrones de los juicios de asociación en dos principios: (1) se basan los juicios en la diferencia entre casos confirmatorios (celda *a* en la tabla 1) y no confirmatorios (celda *d*), y (2) la compatibilidad causal entre las variables independiente y dependiente es crítica. Erlick y Mills (1967) expone que la asociación negativa se estima como muy próxima a cero. Además Arkes y Harkness (1983), indican que (1) frecuencia en la casilla “*a*” tiene mayor impacto en las contingencias estimadas, (2) la etiquetación de las filas y columnas influye en las contingencias estimadas, y (3) la presencia de números pequeños en las casillas puede influir en una sobreestimación.

Tabla 1. Ejemplo de tabla de contingencia en una prueba médica

Síntoma	Con enfermedad	Sin la enfermedad	Total
Presente	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>a</i> <i>+ b</i>
Ausente	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>c</i> <i>+ d</i>
Total	<i>a + c</i>	<i>b + d</i>	

Otros autores han estudiado la influencia de las teorías previas (Jennings, Amabile y Ross, 1982; Wrigth y Murphy, 1984; Alloy y Tabacnick, 1984). La estimación de la asociación es más precisa si las personas no tienen ninguna teoría respecto al tipo de asociación sobre los datos. Si las teorías previas indican el mismo tipo de asociación que hay en los datos empíricos, los sujetos tienden a sobre estimar el valor del coeficiente de asociación. Pero cuando los datos no reflejan los resultados esperados por estas teorías, aparece en los sujetos un conflicto cognitivo y se suelen guiar por sus teorías, más que por los datos. Chapman y Chapman (1969) describen la correlación ilusoria. Que consiste en formarse teorías sobre la relación entre variables que impide evaluar correctamente las contingencias empíricas.

La asociación entre variables puede ser debida a la existencia de una relación causa-efecto unilateral pero también según Barbancho (1973), a la interdependencia (cada variable afecta a la otra), dependencia indirecta (una tercera variable afecta a otras dos), concordancia (coincidencia en preferencia u ordenación de la misma serie de datos por dos jueces) y covariación espúrea o casual. La comprensión de la asociación implicaría, además de la exactitud en el juicio, comprender estos tipos de relaciones entre las variables. Sin embargo, Estepa (1993) describe la concepción causal, según la cual el sujeto sólo considera la

asociación entre variables si puede adjudicarse a la presencia de una relación causal entre las mismas. También define la concepción unidireccional: En este caso el estudiante no admite la asociación inversa, considerándose la intensidad de la asociación, pero no su signo y considera la asociación inversa como independencia.

Para tratar de resolver los problemas citados se desarrollaron recursos didácticos dirigidos a facilitar la comprensión de las tablas de contingencia en estudiantes de Psicología. Estos recursos se experimentaron en un curso reglado del Grado de Psicología en la Universidad de Granada, dentro de la asignatura “Técnicas de análisis en la investigación psicológica”, que se imparte en el primer curso con carácter obligatorio y cuenta con 6 créditos (ECTS).

### **Método**

#### *Objetivos*

El primer objetivo de la investigación fue desarrollar un material didáctico para la enseñanza del tema, basado en el estudio de los antecedentes, libros de texto de Estadística aplicada a Psicología y el análisis epistémico del concepto. Para ello se seleccionaron ejemplos y ejercicios que permitieron contextualizar el tema en áreas próximas al estudiante, y se desarrolló un programa Excel que facilitó la realización de cálculos y gráficos.

Un segundo objetivo fue evaluar las dificultades de aprendizaje. Para ello se construyó un cuestionario que consta de ítems de opciones múltiples y problemas abiertos. En este trabajo se presentan los resultados de los ítems de opción múltiple.

#### *Muestra*

El material (Cañadas, 2011) fue experimentado en el curso 2010-2011 y colocado en Internet para ser utilizado por los alumnos. Participaron 93 estudiantes de primer curso de Psicología en el segundo semestre de estudios, divididos en dos grupos para las sesiones de teoría (4 sesiones de 1 hora en aula tradicional) y seis grupos (2 sesiones en laboratorio de

informática) para la realización de prácticas. Todas las clases fueron impartidas por uno de los investigadores. Para asegurar la validez de la recogida de datos, las clases fueron observadas: Dos observadores miembros del equipo de investigación colaboraron en la observación; cada uno de ellos observó un grupo completo de los dos disponibles. Las interacciones en la clase también fueron grabadas en audio, para posteriormente poder comparar con la observación y anotar las principales incidencias y dudas planteadas por los estudiantes. Los profesores habituales de los cursos también asistieron a las sesiones.

### *Material*

El proceso de estudio se organizó en cuatro lecciones, que desarrollan los siguientes bloques de contenido:

1. *Tablas de contingencia, lectura e interpretación.* Se pretende que los alumnos aprendiesen a: (a) Resumir datos en una tabla de contingencia; (b) Identificar los distintos tipos de frecuencias relativas dobles, marginales y condicionales e interpretarlas; (d) Representar gráficamente los datos mediante diagrama de barras adosadas, diagrama de barras apiladas y gráfico tridimensional y e) Calcular probabilidades simples, compuestas y condicionales a partir de una tabla de contingencia.

2. *Asociación estadística, dependencia funcional e independencia.* Se plantearían como objetivos que los alumnos aprendiesen a: (a) Diferenciar la asociación estadística, dependencia funcional e independencia; (b) Reconocer el tipo de relación entre dos variables comparando las frecuencias condicionales; (c) Calcular las frecuencias esperadas en caso de independencia y (d) Analizar posibles explicaciones de una asociación estadística: relación causal, interdependencia, tercera variable explicativa o asociación espuria.

3. *El estadístico Chi-cuadrado y contrastes asociados.* Con los siguientes objetivos (a) Dar una medida de la diferencia entre frecuencias observadas y esperadas en caso de independencia; (b) Calcular e interpretar el estadístico Chi-cuadrado y sus grados de

libertad; (c) Comprender los pasos en el contraste de independencia, y en el contraste de homogeneidad interpretando sus resultados; (d) Comprender los supuestos de aplicación del contraste Chi-cuadrado.

4. *Medidas de asociación.* Se trata de que los alumnos aprendiesen a: (a) Interpretar la intensidad de la asociación en una tabla de contingencia; (b) Calcular e interpretar medidas de asociación en tablas 2x2: Coeficiente Phi de Pearson, Riesgo relativo y Razón de productos cruzados; (c) Calcular e interpretar medidas de asociación en tablas rxc; Coeficiente de contingencia de Pearson y  $V$  de Cramer y (d) Calcular e interpretar medidas de asociación que informan de la reducción del error de predicción de una variable, cuando se conoce el valor de la otra

Se proporcionó al estudiante un programa Excel para facilitar los cálculos., organizado en cinco hojas: “Frecuencias”, “Gráficos”, “Test Chi cuadrado”, “Medidas asociación tablas 2x2” y “Medidas asociación tablas rxc”. Se proporcionó a los estudiantes una descripción del programa en que, para cada una de las hojas se describen los objetivos, datos requeridos y resultados. A modo de ejemplo mostramos esta información para la primera hoja Excel de nuestro programa (Figura 1), donde, dada la tabla, se calculan los diferentes tipos de frecuencia.

Los datos requeridos son los nombres y valores de las variables, así como las frecuencias dobles de la tabla (el programa es válido para tablas de hasta 5 filas y columnas). Introducidos estos datos, el programa calcula el resto de frecuencias: marginales, relativas por filas y columnas y dobles (Ver Figura 1). En el resto de las hojas se construyen automáticamente diferentes gráficos (Hoja 2, Gráficos), se calcula el estadístico Chi-cuadrado y sus componentes (Hoja 3, Test Chi-cuadrado) y se calculan las medidas de asociación (Hojas 4 y 5).

Figura 1. Hoja “Frecuencias”

FRECUENCIAS DOBLES							FRECUENCIAS RELATIVAS POR FILAS							
		Variable Y							Variable Y					
		Supervivencia							Supervivencia					
		y1	y2	y3	y4	y5			y1	y2	y3	y4	y5	Total
		Si	No				Total	Si	No	0	0	0	Total	
Variable X	x1 Primera	194	128				322	Variable X	x1 Primera	0,60	0,40	0,00	0,00	1
Clase	x2 Segunda	119	161				280	Clase	x2 Segunda	0,43	0,58	0,00	0,00	1
	x3 Tercera	138	573				711		x3 Tercera	0,19	0,81	0,00	0,00	1
	x4						0		x4	0	0,00	0,00	0,00	0
	x5						0		x5	0	0,00	0,00	0,00	0
	Total	451	862	0	0	0	1313							
FRECUENCIAS RELATIVAS DOBLES							FRECUENCIAS RELATIVAS POR COLUMNAS							
		Variable Y							Variable Y					
		Supervivencia							Supervivencia					
		y1	y2	y3	y4	y5	Total			y1	y2	y3	y4	y5
		Si	No	0	0	0	Total	Si	No	0	0	0	Total	
Variable X	x1 Primera	0,15	0,10	0,00	0,00	0,00	0,25	Variable X	x1 Primera	0,43	0,15	0,00	0,00	0,00
Clase	x2 Segunda	0,09	0,12	0,00	0,00	0,00	0,21	Clase	x2 Segunda	0,26	0,19	0,00	0,00	0,00
	x3 Tercera	0,11	0,44	0,00	0,00	0,00	0,54		x3 Tercera	0,31	0,66	0,00	0,00	0,00
	x4	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		x4	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	x5	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		x5	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	Total	0,34	0,66	0,00	0,00	0,00	1,00		Total	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00

NOTA IMPORTANTE: SÓLO PUEDES ESCRIBIR EN LOS CUADROS VERDES

*Instrumento y procedimiento*

También se prepararon diferentes pruebas de evaluación, para ser utilizadas en tres momentos del proceso de estudio (pruebas que también se pusieron en la página Web con su correspondiente solución, una vez que se realizo):

Se construyeron un cuestionario con 12 ítems de opción múltiple que corresponde cada ítem a un tipo de dificultad específica. En el proceso de elaboración del cuestionario se han seguido una serie de recomendaciones psicométricas para asegurar la calidad de los instrumentos (Osterlind, 1989; Thorndike, 1989; Martínez Arias, 1995):

- En primer lugar, se delimitó el contenido a evaluar con este instrumento, a partir del análisis del estudio del significado de referencia y del análisis del proceso de estudio diseñado.

- Se especificó el formato de los ítems, decidiendo incluir ítems de Verdadero/ Falso, que permiten en poco tiempo acceder a la evaluación de muchos objetos matemáticos

simultáneamente, aunque con menor profundidad.

- El número de ítems se fijó teniendo en cuenta el tiempo disponible, el tipo de evaluaciones a las que estaban acostumbrados los estudiantes y que se deseaba cubrir el máximo de objetos matemáticos.

- Se procedió a la elaboración de una colección de ítems iniciales. A partir de ellos, mediante una serie de revisiones por parte de los investigadores, así como de dos profesores del área de metodología de las ciencias del comportamiento, se seleccionaron, posteriormente, los que habrían de constituir el cuestionario.

### **Resultados y discusión**

Mostramos a modo de resumen la tabla 2 donde podemos comparar la dificultad relativa de los ítems de los cuestionarios. Fueron sencillas para los estudiantes (más de la mitad de la muestra responde correctamente todos los apartados) las preguntas relacionadas con las celdas que informan del signo de la dependencia en la tabla 2x2 (Ítem 4); el modo de calcular los grados de libertad del estadístico, donde no se observan errores citados por Alvarado (1997), (Ítem 7); la diferencia entre asociación y causalidad (Ítem 5); fórmula de cálculo de frecuencias esperadas (Ítem 2); y la interpretación de un valor  $p$ , que es un punto difícil en otras investigaciones, como la de Vallecillos (1996) (Ítem 10).

Han tenido dificultad media: interpretar si un resultado de un contraste es significativo y saber si se cumplen las condiciones de aplicación del estadístico chi cuadrado (Ítem 11); sobre dependencia funcional y aleatoria (Ítem 6); identificar que valor  $p$  indica mayor asociación (Ítem 9); identificar para lo que sirven los grados de libertad (Ítem 8).

Por el contrario resultaron difíciles: interpretar y relacionar el estadístico y el valor  $p$  (ítem 12); las posible igualdad de frecuencias esperadas en caso asociación, donde algunos alumnos piensan que nunca pueden ser iguales en este caso (Ítem 3); ó la igualdad de frecuencias relativas condicionales entre sí o con las marginales, donde el fallo aparece

porque el alumno se contenta con marcar una o dos opciones, siendo las tres verdaderas (Ítem 1).

*Tabla 2. Resultados de los cuestionarios*

Dificultad	Ítem	Todos los apartados correctos	Algún error	Incompleta
Sencilla	Ítem 4	89 (94,7%)	3 (3,2%)	2 (2,1%)
	Ítem 7	86 (92,5%)	7 (7,5%)	0 (0%)
	Ítem 5	72 (76,6%)	21 (22,3%)	1 (1,1%)
	Ítem 2	55 (58,5%)	37 (39,4%)	2 (2,1%)
	Ítem 10	49 (52,7%)	43 (46,2%)	1 (1,1%)
Media	Ítem 11	46 (49,5%)	42 (45,1%)	5 (5,4%)
	Ítem 6	35 (37,2%)	54 (57,5%)	5 (5,3%)
	Ítem 9	33 (35,5%)	60 (64,5%)	0 (0%)
	Ítem 8	28 (30,1%)	65 (69,9%)	0 (0%)
Difíciles	Ítem 12	9 (9,7%)	78 (83,9%)	6 (6,5%)
	Ítem 1	8 (8,5%)	83 (88,3%)	3 (3,2%)
	Ítem 3	6 (6,4%)	84 (89,4%)	4 (4,3%)

### Conclusiones

En este trabajo hemos analizado recursos que pueden ayudar a entender las tablas de contingencia, presentando un breve resumen de la evaluación de los mismos. Para finalizar analizamos las condiciones de idoneidad didáctica, definida por Godino, Wilhelmi y Bencomo (2005) como la articulación de los seis componentes:

• *Idoneidad epistémica*: Representatividad de los institucionales implementados (o intención), que significa en cuanto al significado de referencia previamente definidos. El material descrito anteriormente puede ser adecuado para estudiar las tablas de contingencia, sus propiedades, los conceptos de asociación e independencia, así como el contraste Chi-cuadrado y los coeficientes de asociación.

• *Idoneidad cognitiva*: Grado en el que se incluye la práctica institucional (o intención), que significa por los estudiantes, y la proximidad de los significados personales logrados por los estudiantes a los previstos por el profesor. Los recursos analizados son adecuados para la formación de estudiantes de ciencias sociales. Se pone de manifiesto por el % de estudiantes con los ítems totalmente correctos o con sólo algún error.

• *Idoneidad interaccional*: Medida en que las configuraciones didácticas y las trayectorias permiten identificar y resolver los conflictos semióticos que podrían ocurrir durante el proceso de instrucción. Dicha adecuación depende de cómo el profesor organiza su trabajo en el aula. Los estudiantes deberán trabajar en grupos con el fin de fomentar el conflicto y que verbalizar. Esto también requiere la organización de una discusión conjunta de soluciones en un intento por lograr que los estudiantes ayuden a sus colegas a detectar problemas.

• *Idoneidad mediacional*: La disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales necesarios para desarrollar el proceso de enseñanza y aprendizaje. No se necesitan muchos recursos, ya que incluso el profesor con un solo ordenador conectado a Internet podría llevar la clase usando el material.

• *Idoneidad emocional*: la participación de los estudiantes (intereses, motivación ...) en el proceso de estudio. Creemos que este es el más adecuado de todos ellos, como los recursos de Internet son interesantes para los estudiantes. Además se ha aumentado este interés al contextualizar los ejemplos en áreas próximas al interés del alumno.

• *Idoneidad ecológica*: grado en que el proceso que se estudia se ajusta al entorno; es decir, al proyecto educativo del centro o la sociedad en que se encuentra.

Aunque el material se ha relevado de interés al usarlo con alumnos de Psicología, un recurso didáctico por sí sólo no resuelve todos los problemas. Se plantea, así el reto de continuar este trabajo con nuevas investigaciones sobre la enseñanza y aprendizaje de las tablas de contingencia puesto que la complejidad de pensamiento probabilístico obligado a aceptar, que no puede continuarse trabajando siguiendo las prácticas tradicionales en el aula, ni enseñando en la forma convencional y, en particular a profesionales donde su formación inicial no siempre tiene sólidos conocimientos matemáticos.

### Referências

- Allan, L.G., & Jenkins, H.M. (1983). The effect of representations of binary variables on judgment of influence, *Learning and Motivation*, 14, 381-405.
- Alloy, L.B., & Tabachnik, N. (1984). Assessment of covariation by humans and animals: The Joint influence of prior expectations and current situational information, *Psychological Review*, 91, 112-149.
- Alvarado, H. (2007). *Significados del teorema central del límite en la enseñanza de la estadística en ingeniería*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, España.
- Arkes, H.R., & Harkness, A.R. (1983). Estimates of contingency between two dichotomous variables, *Journal of Experimental Psychology: General*, 112, 1, 117-135.
- Barbancho, A. G. (1973). *Estadística elemental moderna*. Barcelona. Ariel cuarta edición, reimpresión de 1975.
- Carvalho, C. & Fernandes, J. A. (2007). Revisitando o conceito de Probabilidade com um olhar da Psicologia. *Quadrante*, 14(2) 71-88
- Cañadas, G. R. (2011). *Las tablas de contingencia para Psicología*. Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.
- Chapman, L. J., & Chapman, J.P. (1969). Illusory correlation as an obstacle to the use of valid Psychodiagnostic signs, *Journal of Abnormal Psychology*, 74, 271-280.
- Crocker, J. (1981). Judgment of covariation by social perceivers, *Psychological Bulletin*, 90, 2, 272-292.
- Díaz, J., & Gallego, B. (2006). Algunas medidas de utilidad en el diagnóstico, *Revista Cubana de Medicina General Integrada*, 22(1).
- Erlick, D.E., & Mills, R.G. (1967). Perceptual quantification of conditional dependency, *Journal of Experimental Psychology*, 73, 1, 9-14.
- Estepa, A. (1993). *Concepciones iniciales sobre la asociación estadística y su evolución como consecuencia de una enseñanza basada en el uso de ordenadores*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

- Godino, J., Wilhelmi, M. y Bencomo, D. (2005). Suitability criteria of a mathematical instruction process. A teaching experience of the function notion. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 4(2), 1-26.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1955). De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent. Paris: Presses Universitaires de France.
- Jennings, D.L., Amabile, T.M., & Ross, L. (1982). Informal covariation assessment: Data-based versus theory-based judgments, en D. Kahneman, P. Slovic y A. Tversky (eds.), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge University Press: Nueva York, pp. 211-230.
- Martínez-Arias, R. (1995). *Psicometría: Teoría de los tests psicológicos y educativos*. Madrid. Síntesis.
- Osterlind, S. J. (1989). *Constructing test items*. Boston: Kluwer.
- Thorndike, R. L. (1989). *Psicometría aplicada*. México: Limusa.
- Vallecillos, A. (1996). *Inferencia estadística y enseñanza: un análisis didáctico del contraste de hipótesis estadísticas*. Granada: Comares.
- Wright, J.C, & Murphy, G.L. (1984). The utility of theories in intuitive statistics: the robustness of theory-based judgments, *Journal of Experimental Psychology General*, 113(2), 301-322.