



COMPRENSIÓN DE FRECUENCIAS Y REPRESENTACIONES ASOCIADAS A LAS TABLAS DE CONTINGENCIA

Gustavo R. Cañadas,

Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada

José M. Contreras,

Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada

M. Magdalena Gea,

Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada

Pedro Arteaga,

Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada

RESUMEN

Las tablas de contingencia son un instrumento necesario en el trabajo de los profesionales de psicología y educación pero, sin embargo la investigación muestra dificultades en la emisión de juicios de asociación en estas tablas. Una posible explicación de estos errores es que los alumnos tengan dificultades en la comprensión de los distintos tipos de frecuencias involucradas en la tabla de contingencia y sus interrelaciones. En este trabajo se explora esta posibilidad, mediante un cuestionario pasado a una muestra de estudiantes, después de la enseñanza del tema.

Nivel educativo: Universitario

1. INTRODUCCIÓN.

Las tablas de doble entrada o tablas de contingencia constituyen un método usual de presentar la información estadística en la prensa o Internet, por lo que algunos autores (por ejemplo, Schield, 2006) incluyen la interpretación correcta de las mismas como un componente de la cultura estadística. Estas tablas tienen también interés como instrumento en el ámbito profesional; por ejemplo, en psicología se usan en las actividades de diagnóstico y evaluación psicológica, donde el especialista se enfrenta a diferentes síntomas que pueden estar asociados o no con una patología. Díaz y Gallego (2006) sugieren que, para facilitar el diagnóstico en estas situaciones, se deben organizar los datos en una tabla de contingencia, similar a la Tabla 1, donde A representaría una posible patología y B un síntoma, y donde, la emisión de un diagnóstico sería equivalente a evaluar si existe o no asociación entre las correspondientes variables. A partir de esta tabla es también posible definir algunos indicadores clínicos, habituales, que permiten mejorar el diagnóstico, entre otros: la proporción de verdaderos positivos (número de individuos con la enfermedad y el síntoma presente), la proporción de verdaderos negativos (número de individuos

sin la enfermedad y el síntoma ausente), sensibilidad y especificidad de la prueba.

Sería importante conseguir que los estudiantes que salen de las facultades de psicología interpreten correctamente las tablas de contingencia, tanto las similares a la Tabla 1, como otras de mayor número de filas y columnas, para poder calcular e interpretar los índices mencionados, así como otros que les ayuden a tomar decisiones en su vida profesional. A pesar de esta necesidad educativa, dichas tablas reciben poca atención en la enseñanza universitaria, pues se supone que su lectura e interpretación son habilidades adquiridas por estos estudiantes.

	<i>A</i>	<i>No A</i>	Total
<i>B</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>
<i>No B</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>c+d</i>
Total	<i>a+c</i>	<i>b+d</i>	

Tabla 1. Tabla de contingencia 2x2

Por otro lado, la tabla es, en realidad es un objeto semiótico complejo. Aunque todos los datos de las celdas *a*, *b*, *c*, *d* se refieren a frecuencias absolutas, cada una de ella de una doble condición (valores de su fila y columna), su significado no es equivalente. Una frecuencia alta en las celdas *a* (presencia del carácter *A*; presencia del carácter *B*) y la *d* (ausencia de *A*, ausencia de *B*) indicaría una asociación positiva entre las variables, mientras que una frecuencia alta en las otras dos celdas sugeriría una asociación negativa. Esto sin embargo no es fácilmente percibido por los estudiantes como se ha puesto de manifiesto en Estepa (1993). Además, de una celda dada (por ejemplo *a*). Se pueden deducir según (Díaz y de la Fuente, 2005) tres frecuencias relativas diferentes:

- Frecuencia relativa doble: $\frac{a}{a+b+c+d}$
- Frecuencia relativa respecto a su fila: $\frac{a}{a+b}$
- Frecuencia relativa respecto a su columna: $\frac{a}{a+c}$

Más aún, podemos calcular las frecuencias relativas marginales de filas y columnas: $\frac{a+b}{a+b+c+d}$ y $\frac{a+c}{a+b+c+d}$

Supuestos equiprobables todos los sujetos de la misma, y aplicando la regla de Laplace como cociente entre casos favorables y posibles, podemos obtener una probabilidad diferente de cada una de las frecuencias relativas anteriores:

- Probabilidad de que ocurran simultáneamente *A* y *B*, $P(A \cap B) = \frac{a}{a+b+c+d}$
- Probabilidad condicional de *A*, sabiendo que ha ocurrido *B*; $P(A|B) = \frac{a}{a+b}$
- Probabilidad condicional de *B*, sabiendo que ha ocurrido *A*; $P(B|A) = \frac{a}{a+c}$



- Probabilidades simples de A y B $P(A) = \frac{a+c}{a+b+c+d}$ y $P(B) = \frac{a+b}{a+b+c+d}$

Todos estos objetos matemáticos coexisten y pueden ser confundidos por el alumno al realizar la interpretación de los datos de una tabla al estudiar la asociación entre las variables A y B . Según Falk (1986) muchos estudiantes no discriminan adecuadamente entre las dos direcciones de la probabilidad condicional $P(A|B)$ y $P(B|A)$, denominando a este error falacia de la condicional transpuesta. Este mismo error se puede dar al interpretar las frecuencias de la tabla.

El objetivo del trabajo fue evaluar la comprensión de los diferentes tipos de frecuencias y de sus representaciones en una muestra de estudiantes, después de la enseñanza del tema, pues los errores en este punto pueden influenciar sus juicios de asociación.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ENSEÑANZA.

La experiencia de enseñanza se llevó a cabo en dos grupos de la asignatura de "Técnicas de análisis en la investigación psicológica", dentro del primer curso del Grado de Psicología, que cuenta con 6 créditos (ECTS), y tiene carácter obligatorio. El tiempo dedicado a la enseñanza fue 4 sesiones de 1 hora de duración. Dos de dichas sesiones se llevó a cabo en el aula tradicional en grupo mediano (entre 45 y 55 alumnos por grupo) y se dedicaron a la presentación del tema, otras dos sesiones se utilizarían para prácticas en el laboratorio de informática en las cuáles cada alumno trabaja independientemente con el ordenador se utilizaría unas hojas de Microsoft Excel, y la última sesión para que realizaran un cuestionario. Se aseguro la validez mediante la presencia de observadores y la grabación en audio de las sesiones. Los profesores habituales de los cursos también asistieron a las sesiones. En lo que sigue se describen los resultados de la parte de evaluación relacionada con el tema 1 (frecuencias en la tabla de contingencia).

3. DESCRIPCIÓN DEL CUESTIONARIO.

En el proceso de elaboración del cuestionario se han seguido una serie de recomendaciones psicométricas para asegurar la calidad de los instrumentos (Martínez Arias, 1995):

- En primer lugar, se delimitó el contenido a evaluar con este instrumento, a partir 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 (6 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 autores del trabajo, así como de dos profesores del área de metodología de las ciencias del comportamiento, y analizando en cada una los contenidos



evaluados, se seleccionaron, posteriormente, los que habrían de constituir el cuestionario.

Algunos de los ítems y problemas son de invención propia y otros han sido tomados o adaptados de diferentes libros de texto o investigaciones previas. Una vez que se llegó a un cuestionario que cubría el contenido pretendido, se procedió a homogeneizar la redacción y a cambiar el contexto cuando éste no fuese familiar al alumno. Se hicieron pruebas de comprensión del enunciado, con algunos estudiantes de la misma especialidad, modificando la redacción en los casos que fue necesario.

En la redacción de los enunciados se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos indicados por Brent (1989): Evitar detalles innecesarios, relevancia de las preguntas formuladas para el estudio, nivel de lectura adecuado, brevedad, evitar las cuestiones negativas, evitar cuestiones sesgadas o interdependientes, claridad y falta de ambigüedad, que la respuesta sea razonable para el sujeto y pueda darla, evitar hipótesis implícitas, nivel apropiado de abstracción, asegurar que las preguntas tienen el mismo significado para todos los sujetos.

Los ítems se componen de un enunciado inicial y varias opciones de verdadero o falso, cada una de las cuáles puede ser correcta o no. Se marcan en negrita la respuestas correctas. A continuación se analiza cada ítem

Ítem 1. La principal diferencia entre el diagrama de barras apilado y el adosado es:

- a. El diagrama de barras apilado sólo se puede construir con frecuencias absolutas, mientras que el adosado se puede construir con frecuencias absolutas o porcentajes
- b. En el diagrama de barras apilado las frecuencias condicionales de cada valor de X para un mismo valor de Y se representan en una misma barra y en el adosado se representan una al lado de la otra.**
- c. En el diagrama de barras apilado las frecuencias marginales de cada valor de X se representan en una misma barra y en el adosado se representan una al lado de la otra

Este ítem evalúa la comprensión que tienen los alumnos de las diferencias entre dos de las representaciones posibles de los datos de una tabla de contingencia: El diagrama de barras adosado y apilado. La respuesta correcta es la (b), pues el objeto de los dos diagramas es representar las distribuciones condicionales de una de las variables (por ejemplo la X) respecto a cada uno de los valores de la otra (en este caso la Y). Para responder la pregunta, el alumno, además de la construcción de gráficos, necesita conocer el concepto de frecuencia condicional. La respuesta (a) es incorrecta, pues ambos diagramas pueden construirse con frecuencias absolutas, relativas o porcentajes. Para detectar que la respuesta es falsa, el alumno ha de conocer los convenios de construcción de estos gráficos. La respuesta (c) es incorrecta, porque lo que se representa son frecuencias condicionales y no marginales. Para identificarla como incorrecta, el alumno ha de conocer la diferencia entre frecuencia marginal y condicional.



Ítem 2. En una tabla de contingencia, la suma de las frecuencias relativas marginales por filas es:

- a. **Igual a la suma de frecuencias relativas marginales por columnas**
- b. Igual al total de la muestra
- c. **Igual a la suma de las frecuencias absolutas marginales dividida por el total de la muestra**

Este ítem evalúa la comprensión del alumno de la relación entre frecuencias relativas marginales por filas y columnas; el total de la muestra y la existente entre las frecuencias relativas marginales, y frecuencias absolutas marginales (Nortes, 1993). La respuesta (a) es correcta, pues una de las propiedades que tienen que cumplir las distribuciones relativas, incluidas las marginales, es que la suma de sus frecuencias sumen 1, por tanto la suma de las frecuencias relativas marginales por filas es igual a la suma de las frecuencias relativas marginales por columnas; la (c) es también correcta, ya que las frecuencias relativas marginales se calculan dividiendo las frecuencias absolutas marginales por el tamaño de la muestra. La respuesta (b) es incorrecta, pues el tamaño de la muestra se obtiene al sumar la distribución absoluta marginal, mientras que la suma de las relativas marginales es 1. El alumno tiene que distinguir entre distribuciones absolutas y marginales, para identificar que esta opción es falsa.

Ítem 3. Las frecuencias dobles absolutas y relativas están relacionadas entre sí mediante:

- a. Las frecuencias condicionales.
- b. Las frecuencias marginales.
- c. **El tamaño de la muestra.**

Este ítem evalúa la comprensión de la relación de las frecuencias dobles absolutas y relativas en una tabla de contingencia (Nortes, 1993). Básicamente requiere recordar su formulación y cálculo. La respuesta correcta es la (c), ya que las frecuencias dobles relativas se obtienen al dividir las frecuencias dobles absolutas por el tamaño de la muestra. La respuesta (a) es incorrecta, ya que las frecuencias condicionales se obtienen dividiendo las frecuencias dobles absolutas ó relativas, por la frecuencia marginal absoluta ó relativa. La respuesta (b) es incorrecta, ya que las frecuencias marginales se obtienen sumando las frecuencias dobles absolutas ó relativas. El alumno tiene que establecer relaciones entre las frecuencias dobles absolutas, las frecuencias dobles relativas y las frecuencias marginales, para identificar que estas dos opciones son falsas.

Ítem 4. Para calcular las frecuencias relativas condicionadas es necesario:

- a. **Las frecuencias absolutas dobles de la fila o columna por la que se condiciona.**
- b. Las frecuencias relativas de la fila o columna por la que se condiciona y el total de la muestra.
- c. **Las frecuencias absolutas o relativas de la fila o columna por la que se condiciona.**



Este ítem considera la relación de las frecuencias relativas condicionales con algunos componentes de la tabla de contingencia (Amón, 1993). Recordemos que los estudiantes tienen dificultad con las probabilidades condicionales, lo que puede extenderse a las frecuencias condicionales (Contreras, 2011). La respuesta (a) es correcta, ya que la condicional se obtendría dividiendo las frecuencias absolutas o relativas de la fila o columna por la que se condiciona. Para responder la pregunta, el alumno, tiene que conocer la relación entre las frecuencias absolutas y relativas, con las frecuencias condicionales: La (c), también es correcta, ya que cumple lo dicho anteriormente para a). La respuesta b) es incorrecta, pues no se requiere el uso del total de la muestra. El alumno tiene que buscar una relación entre frecuencias relativas condicionales y el total de la muestra, para identificar que esta opción es falsa.

- Ítem 5. Las tablas rx c se pueden representar gráficamente en los gráficos:
- a. Únicamente en el diagrama de barras apilado y el adosado.
 - b. Únicamente en el gráfico tridimensional y el diagrama de barras adosado.
 - c. En los mismos gráficos que una tabla 2×2 .**

Este ítem evalúa la comprensión de la relación del tamaño de la tabla de contingencia, con los distintos tipos de gráficos que se pueden utilizar. Una tabla rx c tiene la propiedad de poder subdividirse en subtablas 2×2 (Ato y López, 1996), así que podría considerarse la representación gráfica de una tabla rx c de un nivel superior que la representación de una tabla 2×2 . La respuesta correcta es: la (c), ya que no existen unos gráficos específicos para las tablas 2×2 , y otros gráficos para las tablas rx c, en ambos casos se pueden utilizar el diagrama de barras apilado, el diagrama de barras adosado y el gráfico tridimensional. Para responder la pregunta, el alumno, además de la construcción de gráficos, necesita conocer cuando se pueden aplicar estos gráficos. Las respuestas (a) y (b) son incorrectas.

- Ítem 6. El objetivo de construir una tabla de contingencia es:
- a. Resumir los datos de dos variables cuantitativas
 - b. Resumir los datos de dos variables cualitativas**
 - c. Resumir los datos de dos variables cualitativas, o bien numéricas con pocos valores diferentes**

Este ítem evalúa los conocimientos del alumno sobre el objetivo de estas tablas. Un concepto importante que el alumno tiene que tener claro son los tipos de variables (cuantitativo y cualitativo). Una respuesta correcta es la (b), ya que un objetivo es resumir los datos, de manera que se pueda trabajar con ellos, y este tipo de tablas se emplean para variables cualitativas. La respuesta (c) es también correcta, aunque el uso de las tablas es más generalizado en variables cualitativas. La respuesta (a) es incorrecta, pues la tabla no sería conveniente si la variable numérica tuviese muchos valores diferentes.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En la enseñanza participaron 104 alumnos de Psicología, divididos en dos grupos: 51 alumnos en el primer grupo (8 hombres y 43 mujeres), y 53 alumnos en el segundo grupo (16 hombres y 37 mujeres). Todos ellos eran alumnos de segundo año y cursaban la asignatura. La mayoría tenía una edad de 19-20 años. El cuestionario se pasó como parte de la evaluación, respondiéndose individualmente. Las respuestas se codificaron y se analizaron para estudiar su distribución. En la Tabla 2 se resumen las respuestas, que analizamos a continuación para estudiar primeramente los resultados por ítems y a continuación comparar la dificultad relativa de los mismos. Recordemos que cada ítem se compone de tres apartados, de modo que el estudiante puede tener de 1 a 3 respuestas correctas.

	Apartado	Correcto	Incorrecto	En blanco
Ítem 1	a (Falsa)	71 (75,5)	14 (14,9)	9 (9,6)
	b (Verdadera)	42 (44,7)	44 (46,8)	8 (8,5)
	c (Falsa)	50 (53,2)	35 (37,2)	9 (9,6)
Ítem 2	a (Verdadera)	53 (56,4)	41 (43,6)	0 (0)
	b (Falsa)	61 (64,9)	33 (35,1)	0 (0)
	c (Verdadera)	37 (39,4)	57 (60,6)	0 (0)
Ítem 3	a (Falsa)	76 (80,9)	15 (16)	3 (3,2)
	b (Falsa)	73 (77,7)	18 (19,1)	3 (3,2)
	c (Verdadera)	65 (69,1)	26 (27,7)	3 (3,2)
Ítem 4	a (Verdadera)	17 (18,1)	74 (78,7)	3 (3,2)
	b (Falsa)	50 (53,2)	40 (42,6)	4 (4,3)
	c (Verdadera)	34 (36,2)	56 (59,6)	4 (4,3)
Ítem 5	a (Falsa)	83 (88,3)	3 (2,9)	8 (8,5)
	b (Falsa)	64 (68,1)	22 (23,4)	8 (8,5)
	c (Verdadera)	59 (62,8)	27 (28,7)	8 (8,5)
Ítem 6	a (Falsa)	53 (56,4)	40 (42,6)	1 (1,1)
	b (Verdadera)	51 (54,3)	42 (44,7)	1 (1,1)
	c (Verdadera)	18 (19,1)	75 (79,8)	1 (1,1)

Tabla 2. Frecuencias (y porcentajes) de respuestas en los ítems (n=94)

- Lo más sencillo en el ítem 1 fue reconocer que se puede usar diferentes tipos de frecuencias en los gráficos (opción a); fue más difícil diferenciar qué tipo de información se representa en las barras adosadas o apiladas (opciones b y c). En este sentido, estos alumnos no alcanzan el nivel de extracción de datos, que consiste en poner en relación un elemento de un eje de un gráfico con el de otro eje, en este caso leer la frecuencia asociada a un valor de la variable (Bertin, 1967).
- En el segundo ítem, donde relaciona las frecuencias relativas marginales con otros elementos (Nortes, 1993), lo más sencillo fue reconocer que la suma de las frecuencias relativas marginales por filas no es igual al total de la muestra, y si igual a las frecuencias relativas marginales por columna (opciones a y b); hubo más dificultad en ver que estas frecuencias son



iguales a la suma de las frecuencias absolutas marginales dividida por el total de la muestra (opciones c).

- En el tercer ítem se obtuvieron muy buenos resultados en todos sus apartados, de lo que se deduce que los estudiantes adquirieron la relación entre las frecuencias absolutas y relativas (Nortes, 1993). Lo más sencillo ha sido reconocer que no se pueden relacionar las frecuencias dobles absolutas y relativas mediante las frecuencias condicionales (opción a); seguido por reconocer que no se relacionan por las frecuencias marginales y que se relacionan por el tamaño de la muestra (opciones b y c), que tampoco les resultó demasiado difícil.
- Para el cuarto ítem sobre el cálculo de las frecuencias relativas condicionales (Amon, 1993), da resultados contradictorios, con bastante diferencia de dificultad, según el apartado. Lo más sencillo ha sido reconocer que para el cálculo de las frecuencias condicionales son necesarias las frecuencias relativas de la fila o columna por la que se condiciona y el total de la muestra (opción b); ha sido más difícil reconocer que pueden calcularse mediante las frecuencias absolutas dobles de la fila o columna por la que se condiciona o bien mediante las frecuencias absolutas o relativas de la fila o columna por la que se condiciona (opciones a y c).
- En el quinto ítem sobre gráficos (Ato y López, 1996), resultó muy sencillo, sobre todo reconocer que estas tablas se pueden representar en otros gráficos, aparte del diagrama de barras apilado y el adosado (opción a); ha sido un poco más difícil recordar gráficos aparte del tridimensional y el diagrama de barras adosado y reconocer que se pueden representar en los mismos gráficos que una tabla 2x2 (opciones b y c), pero tampoco les resultó demasiado difícil, ya que hay un porcentaje bastante alto de aciertos.
- Para el sexto ítem, los resultados son intermedios, por lo que bastantes alumnos parecen reconocer los objetivos en la construcción de una tabla de contingencia. Lo más sencillo ha sido reconocer que no se utilizan variables cuantitativas en la construcción de tablas de contingencia.

Al estudiar globalmente la dificultad relativa, fueron sencillas para los estudiantes saber que: las tablas $r \times c$ no se pueden representar únicamente en el diagrama de barras apilado y el adosado (ítem 5, apartado a); las frecuencias dobles absolutas y relativas no se relacionan mediante las frecuencias condicionales (ítem 3, apartado a); las frecuencias dobles absolutas y relativas no se relacionan mediante las frecuencias marginales (ítem 3, apartado b); reconocer que se puede usar diferentes tipos de frecuencias en los gráficos (ítem 1, apartado a). Hemos considerado que es sencilla cuando aciertan más de 70 estudiantes.

Por el contrario resultaron difíciles las relativas a: que para el cálculo de las frecuencias relativas condicionales es necesario sólo las frecuencias absolutas dobles de la fila o columna por la que se condiciona (ítem 4, apartado a); saber que el objetivo de construir una tabla de contingencia es resumir los datos de dos variables cualitativas, o bien numéricas con pocos valores (ítem 6, apartado c); que para el cálculo de las frecuencias relativas condicionales es necesario las

frecuencias absolutas o relativas de la fila o columna por la que se condiciona (ítem 4, apartado c); y ver que la suma de las frecuencias relativas marginales por filas son iguales a la suma de las frecuencias absolutas marginales dividida por el total de la muestra (ítem 2, apartado c). Hemos considera que es difícil cuando aciertan menos de 40 estudiantes.

Otra indicación global del aprendizaje fue el número total de respuestas correctas por cada alumno, considerando cada opción de verdadero/falso como un ejercicio, y puntuando 1 punto por cada respuesta correcta. Mientras el valor medio teórico es 9 (mitad de las preguntas correctas) obtuvimos una puntuación media de 10,2 (desviación típica 2.4), algo superior a la teórica, pero todavía baja, teniendo en cuenta que se trata de conceptos básicos en el análisis de las tablas de contingencia. En la Figura 1 se presentan los resultados totales. La mediana (10) se encuentra por encima del valor esperado de la mediana (9) y el 75% de los estudiantes está por encima de este valor esperado. Sin embargo, todavía hay valores atípicos con una puntuación muy baja y un 25% con menos de la mitad de las respuestas correctas. Ello confirma nuestra opinión de que esta tabla es un objeto semiótico complejo y se debe prestar más atención a su enseñanza.

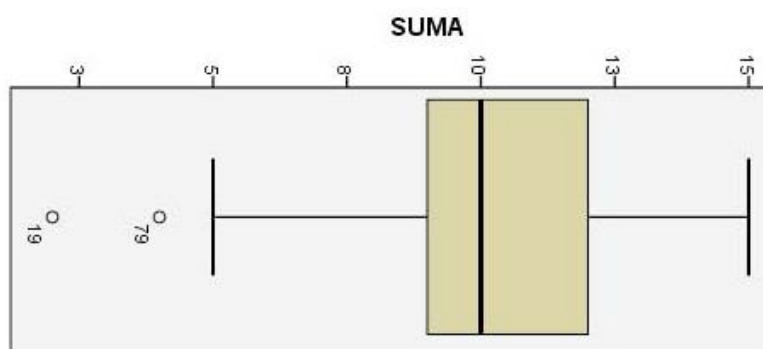


Figura 1. Gráfico de la caja de la puntuación total

5. CONCLUSIÓN

En la Actualidad hay a disposición del ciudadano toda clase de datos, muchos de los cuales se presentan en forma de tablas de contingencia, por lo que una persona estadísticamente culta debiera ser capaz de comprender e interpretar este objeto matemático.

En el estudio realizado con alumnos de psicología se han obtenido dificultad en entender ciertos aspectos básicos de las tablas de contingencia en los cuales se debería tratar con mayor profundidad en futuras experiencias de aulas. Estas dificultades podrían extenderse a otras carreras donde se manejan estas tablas por necesidad en su campo, donde los estudiantes no alcanzasen un grado alto de comprensión de las mismas, incluso cuando se les han explicado de forma reciente como es nuestro caso.

Consideramos por tanto necesario profundizar el estudio de este tema en futuras investigaciones.



Agradecimientos: Proyecto EDU2010-14947, becas FPU-AP2009-2807 y FPI BES-2011-044684 (MCINN-FEDER), y al grupo FQM126 (Junta de Andalucía)

REFERENCIAS.

AMÓN, J. (1993). *Estadística para Psicólogos 2*, Pirámide.

ATO, M. y LÓPEZ, J. J. (1996). *Análisis estadístico para datos categóricos*. Madrid: Síntesis Psicología.

BERTIN, J. (1967). *Semiologie graphique*. Paris: Gauthier-Villars.

BRENT, E. E. (1989). *Data collection selection: An expert system to assist in the selection of appropriate data collection procedures*. Versión 1.0. Columbia, Missouri: The Idea Works, Inc.

CONTRERAS, J. M. (2011). *Evaluación de conocimientos y recursos didácticos en la formación de profesores sobre probabilidad condicional*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

DÍAZ, C. y DE LA FUENTE, E. I. (2005). *Conflictos semióticos en el cálculo de probabilidades a partir de tablas de doble entrada*. *Biaix* 24, 85, 91.

DÍAZ, J. y GALLEGU, B. (2006). *Algunas medidas de utilidad en el diagnóstico*. *Revista Cubana de Medicina General Integrada*, 22(1).

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.

FALK, R. (1986). *Conditional Probabilities: insights and difficulties*. En R. Davidson y J. Swift (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference on Teaching Statistics*. (pp. 292-297). Victoria, Canada: International Statistical Institute.

GAL, I. (2002). *Adult's statistical literacy: Meaning, components, responsibilities*. *International Statistical Review* 70(1), 1-25.

MARTÍNEZ, R. (1995). *Psicometría: Teoría de los tests psicológicos y educativos*. Madrid. Síntesis.

NORTES CHECA, A. (1993). *Estadística teórica y aplicada*. Barcelona: PPU.

SCHILD, M. (2006). *Statistical literacy survey analysis: reading graphs and tables of rates and percentages*. En B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics*. Cape Town: International Statistical Institute and International Association for Statistical Education. On line: <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase>.