

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

Como hemos descrito en el capítulo III, una vez analizados los datos del estudio exploratorio, se decide llevar a cabo un segundo estudio, restringido esta vez a profesores en formación, cuyo diseño se ha descrito también en dicho capítulo.

Una vez recogidos los datos y finalizado el proceso de codificación en el modo que se ha descrito, se procede al análisis de los datos, y al estudio de la principal información obtenida de dicho análisis, para ponerla en relación con los objetivos e hipótesis planteadas.

En este capítulo presentamos los resultados de este segundo estudio, que hemos organizado en diferentes apartados. Comenzamos con el estudio global, tanto de la escala de actitudes como del cuestionario sobre conocimientos estadísticos elementales, que nos proporcionará una valoración general respecto al grupo de profesores en formación analizados. Seguidamente analizamos los diversos componentes de la escala de actitudes y sus relaciones, para valorar cada uno de ellos por separado y analizar hasta qué punto constituyen componentes independientes o se influyen mutuamente.

Una parte importante del estudio es la influencia de las variables independientes descritas en el capítulo III sobre las actitudes hacia la estadística, y sus componentes, así como el estudio de la relación entre actitudes y conocimientos previos en estadística.

A continuación analizamos cada uno de estos aspectos, finalizando con la presentación de las conclusiones.

4. 1. RESULTADOS GLOBALES

4.1.1. ANÁLISIS DE ÍTEMS DE LA ESCALA DE ACTITUDES

En primer lugar hemos analizado las frecuencias de respuestas a cada categoría en los ítems de la escala, que presentamos en la tabla 4.1, calculando también la media y la desviación típica.

Tabla 4.1. Resultados en los ítems para el total de la muestra

Enunciado del ítem	1	2	3	4	5	x	s
1. Me gusta la estadística.	37	61	145	105	10	2,97	1,00
2. Me siento inseguro cuando hago problemas de estadística.	29	111	119	84	17	2,86	1,02
3. No entiendo mucho la estadística debido a mi manera de pensar.	10	51	131	127	42	3,39	0,96
4. Las formulas estadísticas son fáciles de entender	25	107	108	115	11	2,95	1,00
5. La estadística no sirve para nada	2	24	78	164	96	3,90	0,89
6. La estadística es una asignatura complicada.	23	123	109	84	20	2,87	1,02
7. La estadística es un requisito en mi formación como profesional.	35	106	136	80	9	2,79	0,97
8. Mis habilidades estadísticas me facilitarán el acceso al mundo laboral.	35	121	139	62	9	2,70	0,94
9. No tengo ni idea de que va la estadística.	13	38	49	203	63	3,72	0,98
10. La estadística no es útil para el profesional de “a pie”.	7	32	137	154	29	3,46	0,84
11. Me siento frustrado al hacer pruebas de estadística.	12	53	142	132	27	3,30	0,92
12. Los conceptos estadísticos no se aplican fuera del trabajo.	9	38	78	189	50	3,64	0,93
13. Utilizo la estadística en la vida cotidiana.	55	85	120	97	9	2,78	1,07
14. En las clases de estadística estoy en tensión.	8	50	160	106	37	3,32	0,91
15. Disfruto en clase de estadística.	39	76	173	64	11	2,81	0,95
16. Las conclusiones estadísticas raramente se dan en la vida.	2	48	102	168	44	3,56	0,89
17. La mayoría de la gente aprende estadística rápidamente.	32	139	152	33	8	2,58	0,86
18. Aprender estadística requiere mucha disciplina.	10	55	160	117	22	3,24	0,88
19. En mi profesión no usare estadística.	8	39	118	154	43	3,51	0,92
20. Cometo muchos errores matemáticos cuando hago estadística.	19	80	131	122	13	3,08	0,95
21. Me da miedo la estadística.	14	59	101	131	59	3,45	1,06
22. La estadística implica mucho cálculo.	32	164	100	59	4	2,55	0,91
23. Puedo aprender estadística.	3	15	40	221	86	4,02	0,76
24. Entiendo las formulas estadísticas.	10	67	142	137	7	3,18	0,85
25. La estadística no es importante en mi vida.	6	62	154	115	28	3,27	0,89
26. La estadística es muy técnica.	19	108	156	76	5	2,84	0,86
27. Me resulta difícil comprender los conceptos estadísticos.	16	88	125	126	9	3,07	0,93
28. La mayoría de la gente debe cambiar su manera de pensar para hacer estadística	5	46	168	114	30	3,33	0,85

Recordamos que para cada ítem se pedía al alumno expresar su grado de acuerdo, que podría variar entre "muy en desacuerdo" y "muy de acuerdo", con un total de 5 categorías.

Hemos codificado los valores de este continuo con números consecutivos en el rango (1-5). Somos conscientes de que la escala de medida usada es ordinal (en la categoría de niveles de medida de Stevens), puesto que, potencialmente la diferencia entre "muy en desacuerdo" y "en desacuerdo", no tiene por qué ser la misma que entre "de acuerdo" y "muy de acuerdo". Todo lo más que podemos decir que el grado de acuerdo es mayor en un caso que en otro, es decir, podemos ordenar los datos obtenidos en cada uno de los ítems que componen la escala.

Sin embargo, Morales (1988) indica que la concepción de niveles de medición de Stevens ha sido matizada e incluso criticada por diferentes expertos en metodología de la medición. Estos autores señalan que las técnicas estadísticas comienzan y terminan con los números y conclusiones sobre los mismos y es la interpretación psicológica la que tiene que tener en cuenta el origen de los mismos.

Para este autor, la aplicabilidad de los métodos estadísticos paramétricos no depende del origen de los números sino de los supuestos teóricos del modelo estadístico, como la normalidad, ya que *“los métodos estadísticos son ciegos respecto al método de obtención de datos y su significado”* (p.18). Por ello, trataremos nuestros datos como escala de intervalo, usando los métodos paramétricos, siempre que se cumplan las condiciones requeridas.

Ítems destacados

Los ítems con mejores puntuaciones medias globales son el ítem 23 (puedo aprender estadística) con $\bar{x} = 4.03$. Esto indica que el alumno se siente capaz de aprender estadística y, dada su elevada puntuación, casi podemos afirmar que está manifestando una necesidad formativa en el sentido de que si se le presentara la oportunidad, se considera preparado para hacerlo bien.

Este ítem es seguido muy de cerca, $\bar{x} = 3.90$, del ítem 5, La estadística no sirve para nada, que se refiere a la utilidad de la estadística y es altamente valorada por los alumnos. Aunque a nivel de componentes, representen aspectos distintos

(competencia cognitiva y valor respectivamente), está evidenciando una necesidad, sobre todo si tenemos en cuenta que los ítems que le siguen por orden de puntuación son el 9, No tengo ni idea de que va la estadística con $\bar{x} = 3.72$ y el 12, Los conceptos estadísticos no se aplican fuera del trabajo, con $\bar{x} = 3.64$, que perteneciendo al mismo tipo de componentes, lo reafirman.

Los ítems con peores puntuaciones globales corresponden a aspectos relacionados con la dificultad que implica el aprendizaje de la disciplina. Son el ítem 22, La estadística implica mucho cálculo, con $\bar{x} = 2.55$ y el 17, La mayoría de la gente aprende estadística rápidamente, con $\bar{x} = 2.58$, que indican que los profesores en formación no establecen relaciones con las matemáticas tan fuertes como las argumentadas por Brandstreat (1996), en cuyos trabajos, los individuos participantes en las distintas experiencias, consideran la estadística una técnica matemática más, con cantidad de cálculos a realizar, por lo que los sentimientos, positivos o negativos, que genera, se le transmiten directamente. Respecto al ítem 17, pensamos que la respuesta se caracteriza porque no existe una posición clara respecto al grado de dificultad, provocada a nuestro entender por la falta de formación que adolecen los profesores en formación.

Respecto a la variabilidad de los ítems (grado de acuerdo en la valoración), nos parece interesante señalar que la dispersión más pequeña de toda la tabla ($s=0.76$), corresponde precisamente al ítem con mejor media, el nº 23. Por consiguiente, no cabe duda de que la capacidad de aprender estadística manifestada en la sentencia es la que ha generado el mayor acuerdo de todas, en la respuesta. Otros resultados a destacar son los correspondientes a los ítems 13, Utilizo la estadística en la vida cotidiana con $s=1.07$ y 21, Me da miedo la estadística, con $s=1.06$, en los que los grados de dispersión de la respuesta son los más elevados, lo que conduce a posiciones mas diferenciadas respecto a las sentencias respectivas. Esta falta de posicionamiento puede ser debida a un desconocimiento de la materia y sus aplicaciones, puesto que se observan gran concentración de datos en torno a la valoración neutra, cuantificada en nuestro caso como 3. Además de estas situaciones extremas que acabamos de comentar, en general las desviaciones que aparecen para

el resto de ítems se mantienen próximas a la unidad, valor a tener en cuenta al estudiar la homogeneidad de la respuesta, pues tal como indicamos en el capítulo III, al describir el análisis exploratorio, una dispersión pequeña indica un gran acuerdo en la respuesta.

Al comparar con el estudio de Mastracci (2000) con estudiantes universitarios de facultades de economía y otras especialidades no relacionadas con la educación, observamos que en nuestro trabajo sólo hemos obtenido mejores resultados que en aquél en los ítems 18, Aprender estadística requiere mucha disciplina, 22, La estadística implica mucho cálculo y 28, La mayoría de la gente debe cambiar su manera de pensar para hacer estadística, todos ellos referidos al componente de dificultad. Hemos encontrado, sin embargo peores puntuaciones en los ítems 4, referido al componente de dificultad, 7, 8, 12 referidos al componente de valor 3, 9, 2 referido a la capacidad cognitiva y 1, 2, 11, 21 referido al componente afectivo.

En conclusión destacamos que los profesores en formación valoran peor la estadística, se sienten con peor capacidad para la materia y les gusta menos que a sus compañeros de otras especialidades, aunque la encuentran más sencilla.

En general, nuestra variabilidad es mucho más constante que en el estudio de Mastracci (2000) quien obtuvo una amplia gama de variabilidad en las respuestas, lo que indicaba que en dicho estudio los participantes mostraron acuerdo tan sólo en una parte de los ítems, mientras que en otro la opinión era bastante variable.

4.1.2. VALORACIÓN GLOBAL Y COMPONENTES DE LAS ACTITUDES

Una vez finalizado el estudio de resultados de los ítems de la escala de actitudes hicimos un estudio de la puntuación total en la escala, así como de las distintas agrupaciones según las componentes definidas en el capítulo II, cuyos resultados aparecen reflejados conjuntamente en la tabla 4.2. En ella observamos como en todas las situaciones, las medias obtenidas, presentan puntuaciones superiores a los valores teóricos, destacando en concreto el caso de la puntuación total en que la diferencia llega a superar los 18 puntos.

Tabla 4.2. Resúmenes estadísticos de los componentes y puntuación total

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Máximo posible	Media teórica	Media Tipificada
Componente afectiva	6	29	18,67	4,17	30	15	0,88
Componente cognitiva	9	30	20,47	3,57	30	15	1,53
Componente valor	14	43	29,60	5,03	45	25	0,91
Componente dificultad	11	28	20,33	3,32	35	17,5	0,85
Puntuación total	48	123	88,76	13,33	140	70	1,4

Asimismo, las desviaciones típicas, en general, son pequeñas, lo que los asegura un buen grado de acuerdo en la respuesta. También son interesantes los valores máximos alcanzados, tanto en la puntuación total como en las diferentes componentes, por su proximidad con los teóricos llegando en el caso de la componente dificultad incluso a alcanzarlo.

Todos estos resultados se aprecian visualmente en la figura 4.1 para la puntuación total en la escala de actitudes y en las figuras 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5 en las que presentamos el histograma de frecuencias de la puntuación en la escala de cada una de las componentes.

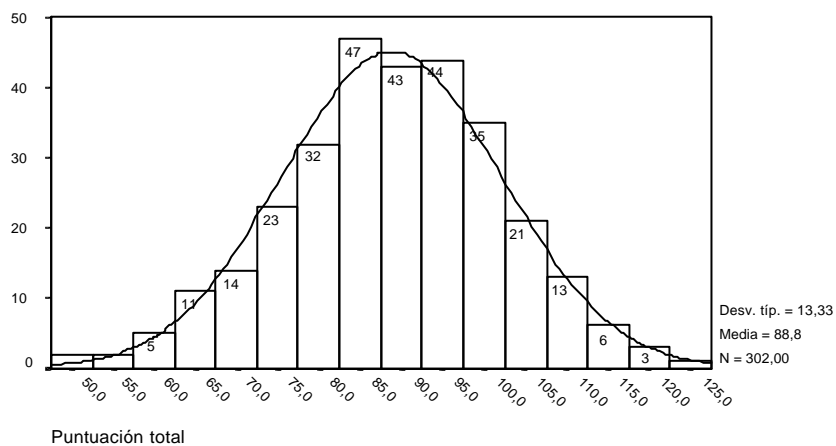


Figura 4.1. Distribución de la puntuación total en la escala

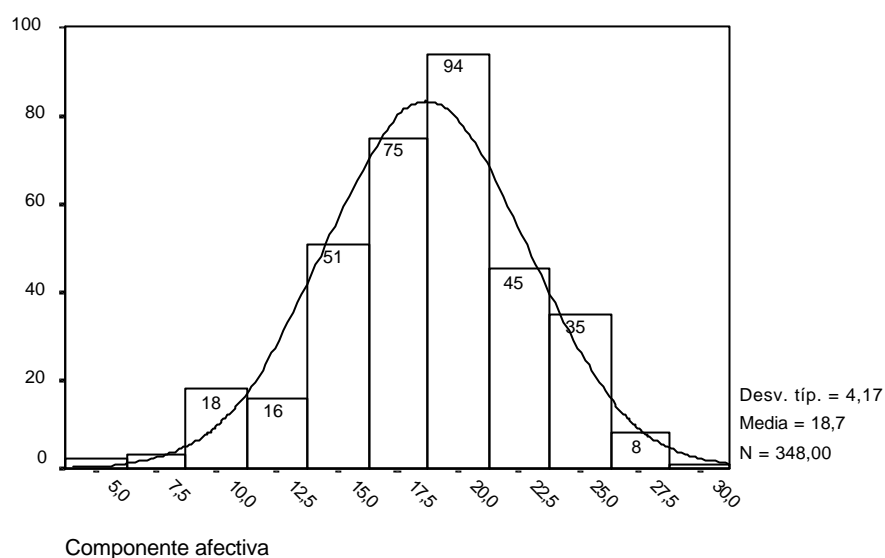


Figura 4.2. Distribución de la puntuación en la componente afectiva

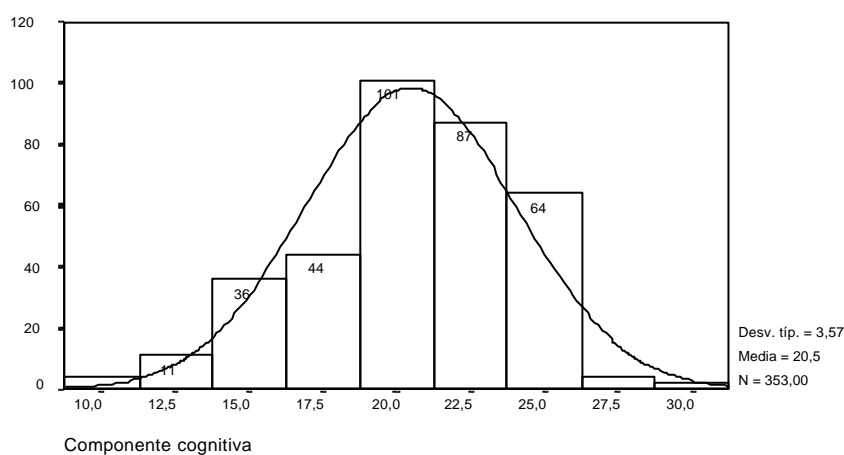


Figura 4.3. Distribución de la puntuación en la componente cognitiva

Todos estos histogramas presentan como característica común la forma aproximadamente normal de la distribución tanto en el caso de la puntuación total como en el de las componentes lo que nos autorizará al uso de los programas de análisis de varianza en los que la hipótesis de normalidad es un requisito.

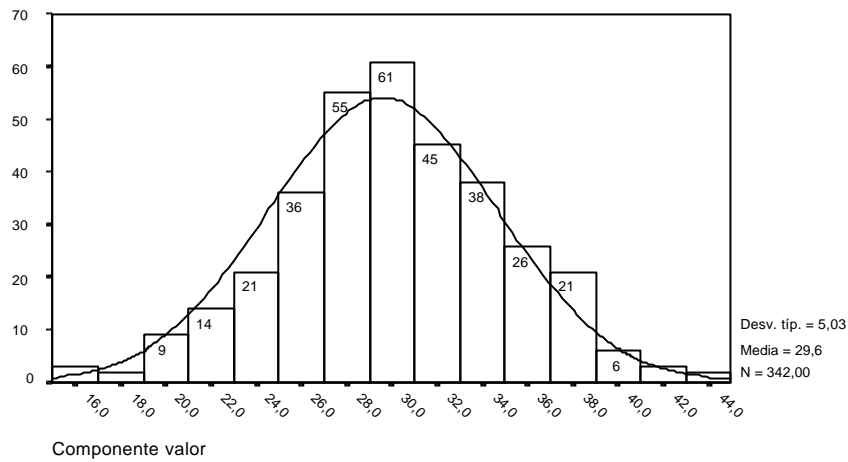


Figura 4.4. Distribución de la puntuación en el componente valor

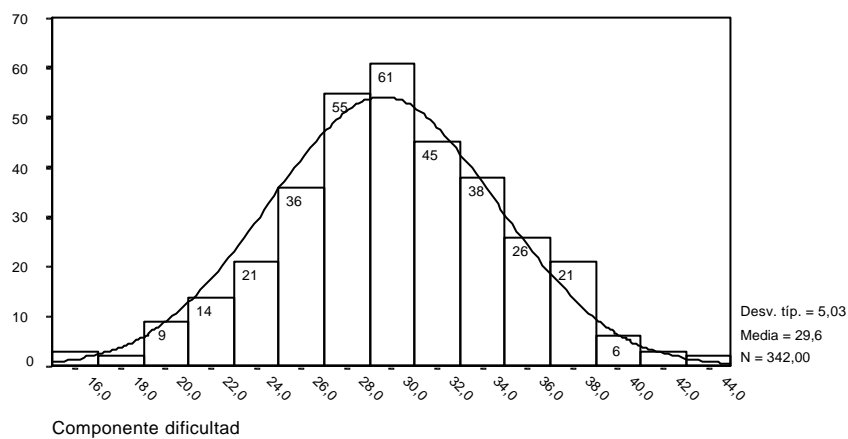


Figura 4.5. Distribución de la puntuación en la componente dificultad

A la vista de los resultados obtenidos podemos afirmar que la actitud de los encuestados respecto a la estadística es positiva, globalmente y en sus distintos componentes, ya que aunque no se alcance valores extremos en la puntuación, se concentra la gran mayoría en una actitud positiva alrededor de 85 (moda), actitud que podríamos considerar moderada con tendencia alta y que se mantiene con resultados análogos al pasar a al estudio por componentes. Es también alto el valor de la media (88.8).

En la Tabla 4.2 anterior, hemos incluido una columna con los valores tipificados para las medias observadas en la puntuación total y cada una de las componentes, respecto a la media teórica en cada una de ellas. De este modo tenemos una escala común de comparación de las diferentes medias, donde de nuevo destaca la puntuación total, así como el componente cognitivo que sería el más valorado por los profesores en formación, ya que la puntuación típica se sitúa en el percentil del 93% de la distribución normal tipificada. Es decir los profesores en formación, se consideran capacitados para aprender estadística (componente más destacado).

Creemos que esta información sobre los componentes es una aportación de nuestro trabajo, puesto que no conocemos estudios sobre profesores en formación que aporten este dato e incluso en el trabajo de Mastracci (2000) no se hace este tipo de comparación.

4.1.3. FIABILIDAD Y GENERALIZABILIDAD DE LA ESCALA DE ACTITUDES

Un segundo punto ha sido el estudio de las características de la escala para nuestra muestra, puesto que la fiabilidad de un instrumento depende de la muestra empleada.

Según Thorndike (1989), el proceso de medida se propone ligar ciertos conceptos abstractos a indicadores empíricos, en nuestro caso, relacionar las actitudes de los profesores en formación hacia la estadística con las respuestas a los ítems de la escala SAS. El análisis de datos se hace sobre las respuestas, ya que son observables. El interés teórico, sin embargo, es el concepto subyacente (actitudes) que no podemos observar directamente, porque los alumnos no son conscientes de sus actitudes, pero que tratamos de inferir a partir de las respuestas.

Cuando la relación entre los indicadores empíricos (respuestas) y los conceptos subyacentes (actitudes) es fuerte, el análisis de los indicadores nos permite hacer inferencias útiles sobre los conceptos teóricos y evaluar nuestras hipótesis previas sobre los mismos. Para permitir este proceso, un indicador ha de ser fiable. Llamamos fiabilidad a la extensión por la cual un experimento, test u otro

procedimiento de medida produce los mismos resultados en ensayos repetidos. Tal como argumentamos en el capítulo III, la medida siempre produce un cierto error aleatorio, pero dos medidas del mismo fenómeno sobre un mismo individuo suelen ser consistentes. La fiabilidad es esta tendencia a la consistencia o precisión del instrumento en la población medida (Bisquerra, 1989).

Tabla 4.3. Resultados del análisis de fiabilidad de la escala

Ítem	Media sin el ítem	Varianza sin el ítem	Correlación con el total	Alfa sin el ítem
PRE1	85,79	161,20	0,62	0,89
PRE2	85,91	164,78	0,46	0,89
PRE3	85,41	164,56	0,50	0,89
PRE4	85,82	162,97	0,53	0,89
PRE5	84,88	166,06	0,47	0,89
PRE6	85,88	159,95	0,64	0,89
PRE7	86,03	169,49	0,29	0,89
PRE8	86,06	169,66	0,29	0,89
PRE9	85,08	163,81	0,51	0,89
PRE10	85,32	166,51	0,47	0,89
PRE11	85,49	160,86	0,67	0,89
PRE12	85,13	165,86	0,47	0,89
PRE13	85,99	165,88	0,39	0,89
PRE14	85,48	165,40	0,49	0,89
PRE15	85,93	161,61	0,64	0,89
PRE16	85,20	168,32	0,38	0,89
PRE17	86,19	170,89	0,27	0,89
PRE18	85,55	170,19	0,29	0,89
PRE19	85,25	166,90	0,42	0,89
PRE20	85,69	161,77	0,62	0,89
PRE21	85,35	158,40	0,68	0,88
PRE22	86,21	169,53	0,31	0,89
PRE23	84,77	169,70	0,35	0,89
PRE24	85,62	165,43	0,52	0,89
PRE25	85,49	167,81	0,40	0,89
PRE26	85,92	168,69	0,37	0,89
PRE27	85,73	161,66	0,64	0,89
PRE28	85,47	178,36	-0,06	0,90

Coefficiente de fiabilidad alpha =0,89

Entre los diversos métodos de estimar la fiabilidad de una escala, hemos tomado, en primer lugar, el método de *consistencia interna*. Su cálculo se basa en el análisis relativo de la varianza de la puntuación total del cuestionario y de las varianzas de los ítems particulares y el coeficiente que lo mide es el alfa de Cronbach definido en

la sección 3.4. También es una cota inferior de la que se obtendría por el método de la prueba repetida si se comparase el test dado y otro cualquiera paralelo de igual cantidad de ítems (Carmines y Zeller, 1979). Una vez efectuado el cálculo los resultados son los que se presentan en la Tabla 4.3.

Hemos obtenido un valor $\alpha = 0.8933$ para el coeficiente de Cronbach, por lo que consideramos que este valor es suficientemente elevado para nuestro propósito. Este valor es muy próximo e incluso superior al que proporciona Schau (1995) para los diversos componentes de la escala. En nuestro caso, hemos preferido dar una valoración de la fiabilidad global, puesto que estamos informando sobre una puntuación total en la escala y usaremos esta puntuación total al comparar respecto a las variables independientes. También para cada ítem proporcionamos información sobre la forma en que afecta a la fiabilidad global.

Observamos también que el ítem 28, La mayoría de la gente debe cambiar su manera de pensar para hacer estadística, correlaciona negativamente con el total de la prueba. Se trata de una sentencia vinculada a la componente dificultad y aunque el valor negativo que aparece es muy pequeño, -0.06 merece una reflexión, puesto que la varianza sin el ítem es la más elevada de toda la tabla. Estos dos valores indican que evalúa componentes diferenciados respecto al resto de los ítems de la escala, quizás debido a que su enunciado presenta una situación menos clara que el resto, y debemos contemplar su redefinición en estudios posteriores.

Por lo que respecta a los otros ítems, la correlación con el total de la prueba presenta valores que van desde 0.27 para el nº 17, La mayoría de la gente aprende estadística rápidamente, hasta el máximo de 0.68 que corresponde al 21, Me da miedo la estadística y que es por tanto el que mejor puede representar las actitudes globales de los alumnos. Es preocupante este miedo en profesores en formación que han de enseñar el tema, y explica en gran medida el hecho de que la estadística pueda posteriormente ser omitida en la enseñanza. Será importante cambiar este miedo, proporcionando una mejor formación, que implicará confianza y seguridad tanto en sus propios conocimientos como en su capacidad de enseñarla.

El resto de los valores (Media sin el ítem, Varianza sin el ítem y Alfa sin el ítem), permanecen muy estables para las diferentes cuestiones. Pensamos que ello señala

una contribución homogénea de cada ítem a la fiabilidad de la escala, lo que refuerza la elección hecha de esta escala para la investigación.

Adicionalmente hemos calculado dos coeficientes de generalizabilidad para el cuestionario. La teoría de la generalizabilidad extiende la teoría clásica de la medición, según Feldt y Brennan (1991) y permite, por medio del análisis de varianza, analizar diferentes fuentes de error en un proceso de medida. Para Santisteban (1990) el núcleo de esta teoría es el considerar diferentes fuentes de error en las puntuaciones observadas, que pueden ser los mismos sujetos, las preguntas o las condiciones que se aplican.

El coeficiente de generalizabilidad se define con el cociente (1), es decir como

$$(1) \quad G = \frac{\mathbf{s}_v^2}{\mathbf{s}_v^2 + \mathbf{s}_e^2}$$

cociente entre la varianza verdadera en las puntuaciones de la prueba y la varianza observada que es suma de la varianza verdadera más la varianza debida al error aleatorio. Según Thorndike (1989), la varianza de error depende de cómo definimos el universo de puntuaciones verdaderas y en el análisis de generalizabilidad se consideran ciertas fuentes como parte de la varianza de error en unas condiciones y otras fuentes en otras.

En nuestro caso diferenciaremos dos fuentes para el error aleatorio y calcularemos, por tanto, dos coeficientes de generalizabilidad: la generalizabilidad a otros alumnos de la misma prueba y la generalizabilidad de otros problemas similares a los incluidos en la prueba a los mismos alumnos.

Para realizar este cálculo, hemos obtenido, en primer lugar a partir del análisis de escalas del programa SPSS y del modelo de estimación de Dunn y Clarck (1987) para el análisis de varianza de medida repetida, los siguientes componentes de la varianza. Para ello, partimos de la Tabla 4.4 de Análisis de varianza de medidas repetidas, en que se ha tomado el ítem como factor. De esta tabla obtenemos los cuadrados medios entre sujetos, entre los diferentes ítems y residual, así como sus grados de libertad.

Tabla 4.4. Tabla de análisis de varianza de medidas repetidas

Fuente de variación	Suma cuadrados	G.l.	Cuadrado medio	F	Prob.
Entre sujetos	1910,87	301	6,35		
Dentro de los sujetos	6703,25	8154	0,82		
Entre ítems	1199,79	27	44,44	65,62	0,00
Residual	5503,46	8127	0,68		
Total	8614,12	8455	1,02		
Media total	3,17				

$CM_s = 6,3484$ que es un estimador de $b\sigma_s^2$ siendo b el número de ítems,

$CM_i = 44,4367$ que es un estimador de $a\sigma_i^2$ siendo a el número de sujetos,

$CM_r = 0,6772$ que es un estimador de σ_r^2

De donde, despejando obtenemos las siguientes estimaciones:

Varianza dentro de los sujetos $\sigma_s^2 = 0,2267$

Varianza dentro de los ítems $\sigma_i^2 = 0,1405$

Varianza residual $\sigma_e^2 = 0,6772$

Sustituyendo ahora estos componentes de varianza en la fórmula (1) y teniendo en cuenta los tamaños de muestra (28 ítems y 276 alumnos), según si consideramos como fuente de variación los problemas o los alumnos, obtenemos las siguientes estimaciones:

Generalizabilidad respecto a otros ítems:

$$G_i = \frac{\mathbf{s}_s^2}{\mathbf{s}_s^2 + \mathbf{s}_e^2 / 28} = 0.8957$$

Obtenemos un valor próximo al del coeficiente alfa, lo cual es lógico, puesto que el coeficiente de generalizabilidad a otros ítems coincide con él, ya que se considera los alumnos fijos y la única fuente de variación es la debida a variabilidad entre ítems. Las pequeñas diferencias son debidas a redondeos en los cálculos. Esta es la generalizabilidad de nuestros resultados si a los mismos alumnos les pasáramos otra

prueba del mismo número de ítems, variando el enunciado de los mismos, que es lo suficientemente alta para los propósitos de nuestro trabajo.

Generalizabilidad a otros alumnos:

$$G_s = \frac{\mathbf{s}_i^2}{\mathbf{s}_i^2 + \mathbf{s}_e^2 / 302} = 0.9842$$

Obtenemos un valor muy alto, para la generalizabilidad a otros profesores en formación de la misma prueba, lo que indica una muy alta posibilidad de generalizar nuestros resultados a otros profesores en formación, conservando la misma escala. Ello es debido al tamaño elegido de muestra en que, incluso prescindiendo de los alumnos que hayan dejado al menos un ítem en blanco, superamos los 10 casos por variable que se suele requerir en el estudio de las escalas. Por supuesto, en la hipótesis de que se conserven las características sociológicas y educativas de estos profesores.

4. 2. RELACIÓN ENTRE COMPONENTES DE LAS ACTITUDES

Otro punto de interés en nuestro trabajo es analizar las relaciones entre respuestas a los diferentes ítems y analizar si existe relación entre las diferentes componentes que los autores de la escala han definido en la misma. En este aspecto presentamos de nuevo una información original que no se ha tenido en cuenta en los trabajos realizados con esta escala (SATS).

Con objeto de estudiar este punto en esta sección describiremos algunas técnicas de análisis multivariante que hemos aplicado a los datos recogidos. Estas técnicas sirven para visualizar la estructura de las respuesta a una prueba. La investigación en el campo de la Educación tiene que afrontar con frecuencia la recogida de datos acerca de múltiples variables que intervienen en los procesos de enseñanza-aprendizaje. El estudio de dichos datos por medio de técnicas de análisis multivariante, tanto en el enfoque exploratorio como confirmatorio, se revela como imprescindible para comprender adecuadamente el funcionamiento de dichos procesos. Además podremos comparar con los resultados de otros autores que han

aplicado técnicas multivariantes a esta misma escala, aunque no en los diferentes componentes.

Análisis de correlaciones

Hemos analizado en primer lugar las correlaciones entre los componentes y con la puntuación total y podemos comprobar que la componente afectiva es la que presenta un coeficiente de correlación mas elevado respecto a la puntuación total, lo que corrobora la teoría de la importancia del dominio afectivo en las actitudes, argumentado por McLeod (1992) y Gomez Chacón (2000).

A escasa distancia nos encontramos con la competencia cognitiva, que con un valor de 0,87, nos induce a potenciar una educación estadística adecuada como elemento esencial en la formación de actitudes de los profesores en formación. Recordemos también que esta era la componente mejor valorada por los encuestados, según hemos señalado anteriormente. Las otras dos componentes, valor y dificultad, aunque también queda patente su influencia, esta es algo menor que las anteriores.

Tabla 4.5. Correlaciones (Pearson) entre componentes

		Puntuación total	Componente afectiva	Componente cognitiva	Componente dificultad	Componente valor
Puntuación total	Correl.	1,00	0,88	0,87	0,75	0,77
Componente afectiva	Correl.		1,00	0,78	0,47	0,64
Componente cognitiva	Correl.			1,00	0,45	0,63
Componente dificultad	Correl.				1,00	0,33
Componente valor	Correl.					1,000

Respecto a la correlación de las diferentes componentes entre si, todas las correlaciones fueron estadísticamente significativas a niveles del 0.001 y vemos que sus influencias respectivas, son todavía importantes, aunque mucho menores que respecto a la puntuación total. No obstante, las correlaciones entre las diversas componentes son todas altamente significativas y de intensidad moderada o alta, por

lo que creemos que, aunque constituyen aspectos diferenciados de las actitudes, cada uno de estos aspectos puede influir en los otros. Por ejemplo, la dificultad percibida puede influir en la afectividad. El valor más alto se presenta en la correlación entre las componentes afectiva y la competencia cognitiva con 0.78 y cuya interacción ya describimos en el capítulo II.

4.2.1. ANÁLISIS CLUSTER

Además de tratar de relacionar las puntuaciones globales en las diferentes componentes, hemos analizado las posibles relaciones entre ítems aislados, para confirmar, por un lado la composición teórica de las diversas componentes y, por otro, estudiar si algunos ítems son redundantes en el sentido que miden lo mismo.

Un primer estudio ha consistido en realizar un análisis cluster. Con frecuencia la clasificación es el primer paso para la comprensión de un fenómeno complejo, ya que el interés está en determinar en el conjunto dado clases tan diferenciadas como sea posible (Cuadras, 1991).

Si con este procedimiento es posible determinar la existencia de agrupaciones claramente diferenciadas, podemos lograr un doble objeto: en primer lugar, las variables pertenecientes a un mismo grupo, podrían estar midiendo el mismo constructo, por lo que sería posible prescindir de alguna de ellas o sustituir todo el grupo por una función de las variables que lo integran. Por otro lado, el número de grupos claramente diferenciados determina el número de características esencialmente diferentes, por lo que este método puede ser un paso previo al análisis factorial. Destacamos que este tipo de análisis no es común al analizar una escala de actitudes, y no se llevó a cabo ni en el estudio de Mastracci (2000) ni en el de Schau (1995).

Hemos realizado un análisis cluster de variables (esto es, de las respuestas a los 28 ítems) cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.6 y en la Figura 4.6. Como medida de similaridad hemos usado el coeficiente de correlación (que varía teóricamente entre -1 y $+1$), puesto que las variables son numéricas y una correlación fuerte y positiva entre dos ítems indica que en realidad las respuestas son

similares. Una correlación negativa e intensa, por el contrario indicaría que las respuestas son opuestas.

Tabla 4.6. Historial de conglomeración en análisis cluster

Etapa	Conglomerado que se combina		Coeficientes Correlación	Etapa en la que el conglomerado aparece por 1ª vez		Próxima etapa
	Conglomer. 1	Conglomer. 2		Conglomer. 1	Conglomer. 2	
1	20	21	0,58	0	0	4
2	1	15	0,58	0	0	11
3	7	8	0,55	0	0	21
4	20	27	0,53	1	0	5
5	6	20	0,51	0	4	7
6	2	3	0,50	0	0	15
7	6	11	0,50	5	0	11
8	10	19	0,47	0	0	13
9	12	16	0,47	0	0	13
10	4	24	0,46	0	0	12
11	1	6	0,46	2	7	12
12	1	4	0,42	11	10	14
13	10	12	0,39	8	9	18
14	1	14	0,37	12	0	15
15	1	2	0,36	14	6	19
16	9	25	0,35	0	0	19
17	22	26	0,34	0	0	23
18	5	10	0,33	0	13	20
19	1	9	0,28	15	16	22
20	5	13	0,24	18	0	21
21	5	7	0,24	20	3	25
22	1	23	0,23	19	0	23
23	1	22	0,21	22	17	25
24	18	28	0,20	0	0	27
25	1	5	0,19	23	21	26
26	1	17	0,15	25	0	27
27	1	18	0,05	26	24	0

Como método de aglomeración hemos usado el del vecino más próximo, que es el recomendado cuando se usa como distancia el coeficiente de correlación. De este modo, al formarse los grupos, cada variable se une, en primer lugar con la que más correlaciona con ella. Cada grupo, una vez formado, se sustituye por su centro de gravedad y el proceso continua iterativamente hasta agotar las variables.

La información de la forma en que se van formando los grupos se presenta en la Tabla 4.6, donde podemos observar que las distancias siempre han sido positivas, lo cual es lógico, puesto que todos los ítems miden actitudes hacia la estadística. Sólo tendremos en cuenta los grupos en que la distancia (correlación) sea superior a 0.3.

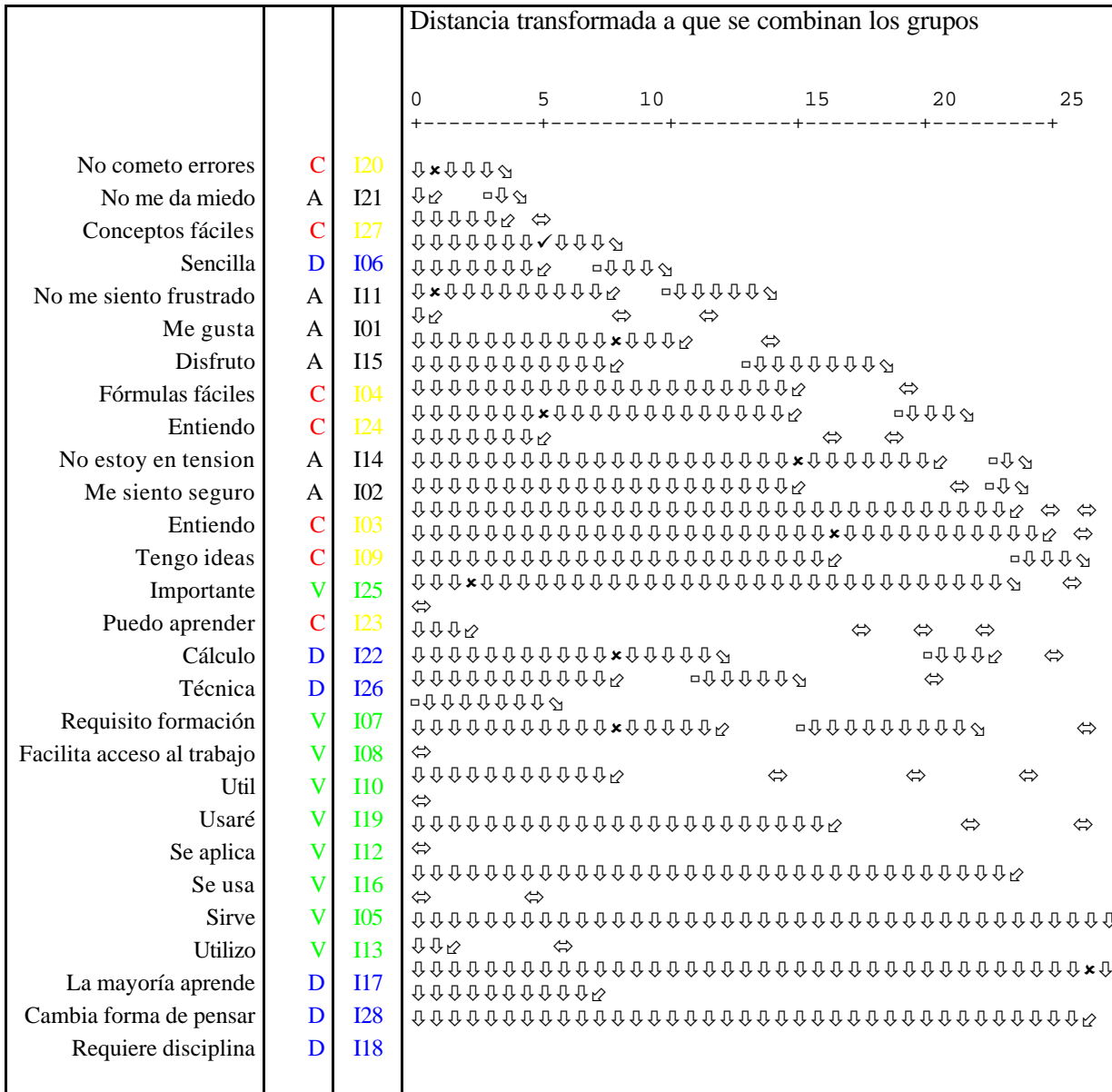


Figura 4.6. Dendograma

Para ayudar la interpretación, en el dendograma (Figura 4.6), en la que hemos coloreado con cuatro colores diferentes los ítems, según la componente supuesta por los autores a la que pertenece y también hemos incluido algunas palabras claves del ítem, que nos ayuden a localizarlo y a interpretar las agrupaciones. Recordamos que los ítems redactados en términos negativo fueron recodificados para que en todos los casos una puntuación alta indique actitud positiva. Por ello en el dendograma, hemos cambiado cuando sea necesaria la redacción del enunciado para que todos ellos expresen actitudes positivas.

Un primer hecho que llama la atención en el dendograma es que, de las diferentes componentes identificadas a priori, la única que aparece claramente agrupada es la de valor, cuyos ítems aparecen formando parte de un mismo grupo, aunque unidos a mayor o menor altura entre sí (mayor o menor correlación). Ello sugiere que, para la muestra de nuestro estudio (profesores en formación) el valor de la estadística parece claramente destacado e independiente de sus sentimientos, dificultad percibida o capacidad cognitiva.

Por otro lado, la dificultad y componente cognitiva aparecen relacionadas, así como la componente afectiva. Ya habíamos comentado la interrelación de las componentes afectivas y cognitiva destacada por algunos autores.

Así, en la componente dificultad, parece claramente separado el aspecto técnico (I22, I26) y el razonamiento (I28, I18). Tampoco parece haber relación entre la dificultad percibida para uno mismo (I6) y la dificultad general para otros (I17), estando la dificultad percibida para uno mismo relacionada con la componente afectiva (I01).

En el caso de habilidades cognitivas (I20), (I03), (I04) (I23) (I24), se relacionan con otros ítems relativos a la propia competencia cognitiva (I27) (I09) o bien con aspectos afectivos (I02) (I21), relativos a la confianza en la propia formación o en la capacidad de adquirirla. Es decir, exceptuando el valor, el resto de las componentes, aunque algunos de sus ítems se unen entre sí, aparecen mezcladas o divididas en varios grupos.

4.2.2. ANÁLISIS FACTORIAL

A continuación hemos realizado un análisis factorial de las variables que componen la escala, cuyos resultados pasamos a analizar. Como indica Thorndike (1989), un factor es una nueva variable que se origina por una combinación lineal de las puntuaciones originales de la prueba. La expectativa al llevar a cabo un análisis factorial, es que en un pequeño número de factores se puede incorporar casi toda la información original y por tanto simplifica la descripción de la característica medida.

Nuestros datos tienen los requisitos exigidos de aplicación, pues el número de casos supera a 10 por cada una de las variables analizadas y las variables tienen unidad experimental, ya que todas ellas se suponen indicadores empíricos de las actitudes de los futuros profesores. Por otro lado, aplicamos el análisis sólo con finalidad exploratoria y para comparar con los resultados de Mastracci (2000), quien también aplica esta técnica.

En primer lugar en la Tabla 4.7 presentamos las comunalidades que han sido medidas mediante el coeficiente de correlación múltiple de cada variable con el resto.

Observamos que todos los coeficientes son bastante elevados, lo que de nuevo sugiere la existencia de un constructo unidimensional, que es el que hemos denominado actitudes hacia la estadística. No obstante, puesto que no se llega al coeficiente unidad, cada ítem tiene una componente específica, que lo hace valioso dentro de una escala de evaluación. Esta especificidad de los ítems se explica también en el hecho de que la escala, a priori, incorpora 4 componentes diferenciados, que tratamos de medir.

El método de extracción de valores que hemos empleado es de componentes principales, que fue también el empleado por Mastracci (2000), aunque su muestra fue de menor tamaño, quien empleó 6,14 sujetos por variable. Este método es el que menos distorsiona los datos, ya que en realidad se trata de hacer un cambio de ejes en el espacio de las variables, tomando como primer eje aquél que maximiza la varianza observada, como segundo el eje ortogonal al primero que maximiza el resto de la varianza y así sucesivamente, hasta obtener el mismo número de ejes inicial.

Tabla 4.7. Comunalidades

Item	c. correlación múltiple
PRE 1	0,58
PRE 2	0,64
PRE 3	0,57
PRE 4	0,57
PRE 5	0,50
PRE 6	0,56
PRE 7	0,65
PRE 8	0,60
PRE 9	0,50
PRE 10	0,62
PRE 11	0,60
PRE 12	0,55
PRE 13	0,49
PRE 14	0,36
PRE 15	0,55
PRE 16	0,53
PRE 17	0,71
PRE 18	0,43
PRE 19	0,57
PRE 20	0,58
PRE 21	0,65
PRE 22	0,57
PRE 23	0,60
PRE 24	0,64
PRE 25	0,49
PRE 26	0,63
PRE 27	0,56
PRE 28	0,62

No obstante, para propósitos prácticos, prescindiremos de los ejes (factores) que expliquen una varianza menor a la unidad, puesto que dichos ejes explicarán menos varianza que las variables originales (cada una de las cuales tiene una varianza unitaria, una vez normalizadas). Con este procedimiento, en la tabla 4.8 presentamos los 7 ejes resultantes (factores) que en total explican casi el 57% de la varianza total. Observamos que en la extracción inicial de factores la varianza del primer factor es bastante mayor que la de los restantes, lo cual es típico si el tamaño de la muestra es suficiente. No obstante, el primer factor explica una parte relativamente pequeña de la varianza (no llega al 30 por ciento) y por ello no podemos suponer que la escala

sea unidimensional, según Morales (1988). Este autor también indica que a partir del segundo factor debe hacer una reducción acusada de este porcentaje de varianza, lo cual se cumple en nuestro caso.

Tabla 4.8. Varianza total explicada

Factor	Extracción inicial de factores			Respecto a los 5 factores retenidos	
	Total	% varianza	% acumulado	% varianza	% acumulado
1	7,36	26,28	26,28	53,64	53,64
2	2,22	7,94	34,21	16,21	69,84
3	1,68	6,00	40,21	12,24	82,09
4	1,26	4,47	44,71	9,23	91,32
5	1,20	4,27	48,98	8,65	100,00
6	1,16	4,14	53,12		
7	1,01	3,61	56,73		

Al comparar con el análisis hecho por Mastracci (2000), ella obtiene 9 factores y la proporción de varianza explicada por el primero de ellos sólo llega al 18 %, lo que confirma nuestra hipótesis de que no se trata de un constructo multidimensional. La autora retiene los cuatro primeros factores, que interpreta de la siguiente manera:

- Un primer factor en el que puntúan prácticamente todos los componentes y por tanto caracteriza globalmente las actitudes.
- El segundo factor, se interpreta como una medida de la dificultad (ítems 4, 6, 17, 18, 22, 26 y 28).
- Un tercer factor de utilidad (ítem 5, 7, 8, 10, 12, 13).
- Un cuarto factor de capacidad cognitiva (ítems 3, 9, 20, 23, 24 y 27).
- Un quinto factor de afectos (ítems 1, 2, 11, 14, 15, 21).

Es decir, su análisis confirma la composición teórica de la escala, aunque, en realidad las correlaciones de los factores con los ejes presentadas en el trabajo son muy débiles para algunos de los ítems que supuestamente puntúan en un factor y en algunos casos se presentan correlaciones negativas con otros ítems que no han sido tenidas en cuenta en el análisis.

En nuestro caso, hemos tenido en cuenta las recomendaciones presentadas en Cuadras (1991) a la hora de decidir si reducimos aún más el número de factores (ya que no existe una única solución).

Este autor hace las siguientes recomendaciones (p. 170) respecto a la matriz de puntuaciones factoriales:

- Cada fila debe tener al menos un cero.
- Si hay m factores comunes, cada columna debe tener un cero.
- Cada par de columnas debe tener varias variables cuyas puntuaciones se anulan en una columna pero no en la otra.
- Si hay más de tres factores comunes, para cada par de columnas una buena parte de las variables debe anularse en ambas.
- Para cada par de columnas debe haber un pequeño número de variables que no se anulan en las dos columnas.

Siguiendo estas recomendaciones y el principio general de que los factores deben ser interpretables, nos hemos quedado con los cinco primeros factores. En la tabla 4.8 hemos incluido también el porcentaje de varianza de cada uno de los cinco factores retenidos respecto a la varianza explicada por los cinco, para tener en cuenta la importancia relativa de cada uno. Ello nos permite ver ahora con más claridad que el factor de mayor peso es el primero y los otros cuatro tienen una importancia muy similar.

Para facilitar la interpretación de los factores retenidos hemos rotado los ejes utilizando el método Varimax, que maximiza la varianza y no distorsiona los datos, al tratarse de una rotación ortogonal. En la tabla 4.9 presentamos las puntuaciones factoriales rotadas. Para facilitar la interpretación las variables se presentan en forma decreciente de importancia en los primeros factores. Además hemos incluido una frase que recuerda el enunciado del ítem, puesto siempre en forma positiva como hicimos en el caso del análisis cluster. En la misma forma se han usado distintos colores para diferenciar las componentes de las actitudes.

Al igual que ocurrió con el análisis cluster, el único componente de la escala que aparece claramente diferenciado es el de valor.

A continuación interpretamos los factores obtenidos:

Primer factor: componentes afectiva y cognitiva

Este factor, que engloba el 26,2% de la varianza total y el 53,6% de la varianza explicada por los 5 primeros factores, incluye la mayor parte de los ítems relacionados con la componente afectiva y cognitiva que aparece de este modo relacionadas en los futuros profesores.

Observamos también que las variables aparecen agrupadas por parejas (cognitiva y afectiva) en cuanto a su peso relativo. Así las dos primeras (me siento seguro; entiendo), son precisamente los ítems que tienen mayores puntuaciones en el primer factor obtenido por Mastracci (2000), en cuyo estudio los ítems que en nuestro caso no se incluyen en el primer factor puntuaban con correlaciones muy bajas y en algunos casos incluso negativas aunque próximas a cero.

Creemos por ello que, en lugar de interpretar este primer factor como la actitud global, nuestra interpretación como interrelación entre componentes afectiva-cognitiva es más adecuada. Esta interpretación nos indica hasta qué punto los afectos están siendo marcados por la comprensión o no de la materia, lo que podría ser una característica específica de los profesores en formación y nos reafirma en la necesidad de llevar la enseñanza de la estadística de una manera asequible a los futuros profesores como modo de aumentar su afectividad positiva hacia la materia.

Segundo factor: componente valor

Agrupar todos aquellos ítems que presentan la estadística como herramienta necesaria en diferentes ámbitos. Los pesos relativos corresponden a ítems que la vinculan con su utilización en la vida cotidiana, ello induce a pensar que los profesores en formación, son conscientes de la presencia de la disciplina en la sociedad y por consiguiente, indispensable en el curriculum de cualquier ciudadano educado al que en un futuro muy próximo tendrán la responsabilidad de formar. Puesto que Mastracci (2000) obtiene el valor como un componente separado de las actitudes, nuestro estudio coincide en este aspecto con el de la autora.

Tabla 4.9. Correlaciones de los ítems con los componentes rotados

Enunciado	Componente	Ítem	Factor					
			1	2	3	4	5	
Me siento seguro	A	I02	0,76					
Entiendo	C	I03	0,72					
No me siento frustrado	A	I11	0,58		0,35			
Tengo ideas	C	I09	0,57	0,32				
No cometo errores	C	I20	0,51		0,35	0,41		
No me da miedo	A	I21	0,50		0,43			
Conceptos fáciles	C	I27	0,50		0,39			
Sencilla	D	I06	0,45		0,42	0,37		
No estoy en tensión	A	I14	0,42		0,31			
Se aplica	V	I12		0,71				
Útil	V	I10		0,71				
Se usa	V	I16		0,71				
Usaré	V	I19		0,68				
Sirve	V	I05		0,46				
Importante	V	I25	0,37	0,44				0,34
Utilizo	V	I13		0,36				
Entiendo	C	I24			0,74			
Fórmulas fáciles	C	I04	0,39		0,65			
Puedo aprender	C	I23			0,64			
Me gusta	A	I01	0,46		0,53			
Disfruto	A	I15	0,37		0,49	0,35		
La mayoría aprende	D	I17			0,30			
Cálculo	D	I22				0,77		
Técnica	D	I26				0,71		
Cambia la forma de pensar	D	I28						-0,72
Facilita acceso al trabajo	V	I08		0,44				0,55
Requisito en la formación	V	I07		0,37	0,39			0,55
Requiere disciplina	D	I18				0,33		-0,45

Tercer factor: componentes afectiva y cognitiva

Explica el 6% de la varianza total y un 12.24% de la varianza total de los cinco primeros factores, es decir una parte muy pequeña. Está formado mayoritariamente por ítems vinculados a la competencia cognitiva y afectiva aunque aparecen también con pesos relativos muy bajos el nº6 y el nº 12, referentes a la componente dificultad, no obstante su enunciado se puede enmarcar dentro de las habilidades cognitivas y ello justificaría su presencia. Creemos en consecuencia que este factor no se diferencia del primero y podría englobarse en el mismo.

Cuarto factor: componente dificultad

Respecto al primer eje, las coordenadas varían en forma casi homogénea desde el más alto (I2) que es precisamente el que mayor correlación tiene con este factor al más bajo (I23) que no correlaciona en forma destacable en el primer factor.

Aunque con menor importancia que los anteriores, agrupa la mayoría de los enunciados relacionados con la dificultad que presenta el estudio de cursos de estadística. Resalta por su peso relativo los ítems 22 y 26 en los que se puede ver claramente el posicionamiento de muchos alumnos al asociar la disciplina con las matemáticas y por consiguiente sus dificultades de cálculo, ya citadas en apartados anteriores, con menor incidencia en los profesores en formación que para otros estudios universitarios. También coincidimos en este factor con Mastracci (2000), quien obtiene un componente diferenciado de valor.

Quinto factor: componentes dificultad y valor

Al igual que el anterior, también tiene poca influencia, ya que sólo explica el 4.27% de la varianza total y un 8.65% de la varianza explicada por los cinco primeros factores, es decir una parte muy pequeña. Incluye ítems referentes al valor de la disciplina en la vida profesional (Ítems 07,08 y25) agrupados en cuanto a su peso relativo con otros referentes a la dificultad, que tienen correlaciones negativas en ambos casos, indica el hecho de que la necesidad en el futuro mundo profesional se percibe en relación inversa al grado de dificultad de la materia.

Finalmente, hemos representado también en la Figura 4.7 los ítems, en función de sus puntuaciones en los dos primeros factores, lo que nos permitirá interpretarlos. Observamos que la mayor parte de los ítems se distribuye a lo largo del primer eje, es decir respecto al primer factor que incluye las componentes afectivas y cognitivas, siendo su coordenada en el segundo eje (valor) que varía entre los valores más y menos uno. Sólo los ítems que forman la componente de valor tienen una coordenada alta en el segundo factor.

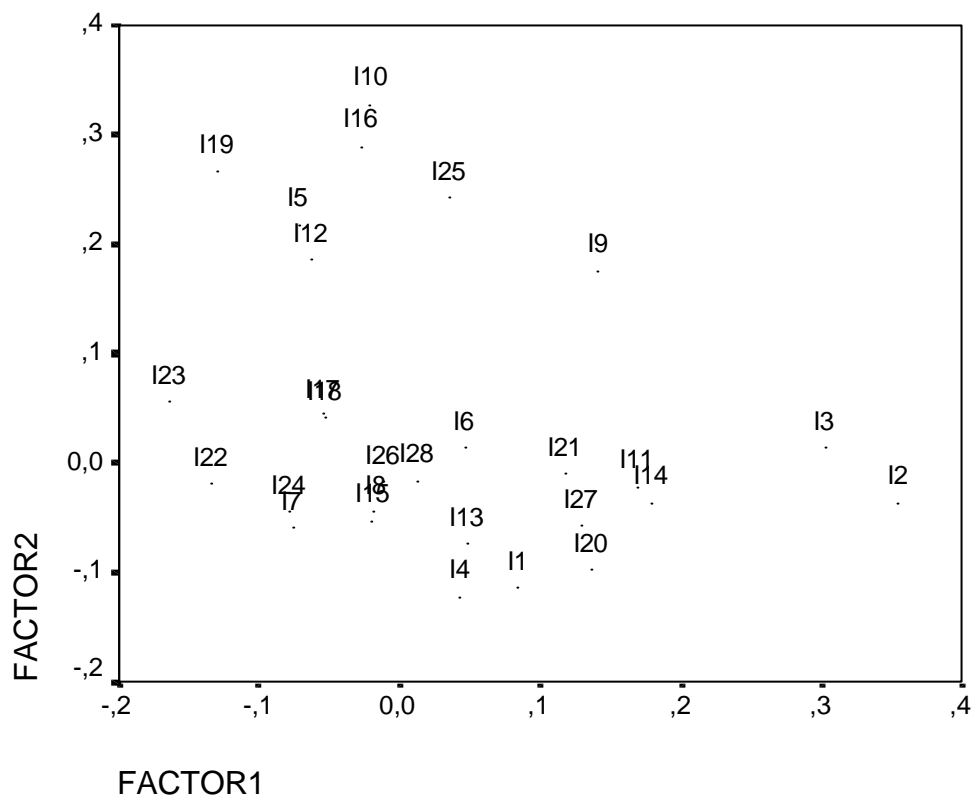


Figura 4.7. Puntuaciones de los ítems en los dos primeros factores

Respecto al primer eje, las coordenadas varían en forma casi homogénea desde el más alto (Ítem 02) que es precisamente el que mayor correlación tiene con este factor al más bajo (Ítem 23) que no correlaciona en forma destacable en el primer factor

En resumen, nuestros resultados coinciden con los de Mastracci (2000) en el hecho de obtener separadamente una componente de dificultad y otra de valor. Por el contrario, las componentes cognitivas y afectivas aparecen ligadas y se observa también una relación inversa entre la dificultad y el valor. Pensamos que estas pueden ser características específicas de las actitudes de los profesores en formación, en los que el hecho de pensar en su futura enseñanza del tema puede modificar sus actitudes y hacerlas diferentes de las de otros colectivos estudiados hasta la fecha.

4.3. INFLUENCIA DE LAS VARIABLES DEL ESTUDIO SOBRE LAS ACTITUDES

Una vez que hemos presentado los resultados para el global de la muestra analizaremos el efecto de las variables independiente en nuestro estudio. En primer lugar presentaremos los datos de un análisis de varianza factorial para estudiar el efecto de las variables independientes principales de nuestro estudio, que son las siguientes:

V2: *Género (mujer o varón).*

V3: *Especialidad*, dentro de los estudios de Magisterio los alumnos cursan las especialidades de Primaria, Infantil, Musical, Educación Física, Lenguas Extranjeras y Educación Especial.

V4: *Nivel escolar en que estudió estadística* (EGB/ESO, BUP/Bachillerato, COU, o Nunca). Esta variable no la utilizamos directamente, sino que la hemos transformado en *número de años de estudio de estadística*, puesto que algunos alumnos habían cursado estadística en varios niveles.

Sobre estas variables queremos contrastar las siguientes hipótesis, que fueron justificadas en el Capítulo III:

HIPOTESIS 1. La actitud hacia la estadística de los profesores en formación no está relacionada significativamente con el género ni en su totalidad ni en los diferentes componentes.

HIPOTESIS 2. La actitud hacia la estadística de los profesores en formación no está relacionada significativamente con la especialidad.

HIPOTESIS 3. La actitud hacia la estadística de los profesores en formación está relacionada significativamente con el nivel educativo en que estudiaron estadística.

En lo que sigue analizamos estas hipótesis, siguiendo una metodología semejante a la que se llevó a cabo en el estudio exploratorio.

4.3.1. INFLUENCIA SOBRE LA PUNTUACIÓN TOTAL

En la Tabla 4.10 presentamos los resultados del análisis de covarianza factorial con dos factores intersujetos: género (con dos niveles) y especialidad (con 6 niveles).

Tabla 4.10. Resultados del Análisis de varianza de la Puntuación total en función de las variables independientes

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.	Potencia observada (a)
Años de estudio	1552,58	1	1552,58	10,10	0	0,89
Género	502,02	1	502,02	3,26	0,07	0,44
Especialidad	1416,50	5	283,30	1,84	0,11	0,63
Interacción	458,11	5	91,62	0,60	0,7	0,22
Error	44289,68	288	153,78			
Total	2423421,00	301				
Total corregida	53418,74	300				

(a) Calculado con alfa = 0,05

El número de años de estudio previo de estadística se ha tomado como covariable, al tratarse de una variable numérica para la que pensamos hay una relación directa con la puntuación en actitudes. Al igual que hicimos en el estudio exploratorio, hemos comprobado que se cumplen en nuestra muestra los supuestos de aplicación del análisis de la covarianza, que son similares a los del análisis de la varianza. Como hemos comentado, la distribución de la puntuación total puede aceptarse como aproximadamente normal. Además la prueba de homogeneidad de varianzas de Levine dió como resultado que las varianzas en los grupos son aproximadamente iguales. Podemos finalmente asumir la independencia de las respuestas de diferentes sujetos y por tanto, estamos en condiciones de aplicar el análisis de varianza.

A la vista de los resultados obtenidos, observamos que sólo el número de años de estudio tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la puntuación media en la

escala de actitudes, pero no así el género, la especialidad o la interacción entre ambos, confirmándose de este modo las hipótesis que hemos establecido para esta parte del estudio para la puntuación total en la escala de actitudes. Recordemos también que en el estudio exploratorio se obtuvo unos resultados muy similares.

No obstante, la potencia observada para el caso del género e interacción es pequeña, por lo que es posible que, aún habiendo aceptado provisionalmente la hipótesis nula, ésto sea debido simplemente a este valor de la potencia, lo que nos indica que debemos interpretar con precaución este resultado.

En la tabla 4.11 presentamos las medias, desviaciones típicas e intervalos de confianza totales, según las variables independientes que nos ayudaran a completar el estudio.

Tabla 4.11. Medias, desviaciones típicas e intervalos de confianza

		Media	Error. típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
				Límite inferior	Límite superior
Total		88,76	13,33	91,81	97,07
Género	Hombre	94,44	11,03	85,30	88,80
	Mujer	87,05	13,51	87,26	90,27
Especialidad	Infantil	82,11	13,52	78,73	85,49
	Musical	89,14	11,62	86,11	92,16
	Primaria	89,22	12,05	86,28	92,16
	E.Física	91,38	14,02	87,62	95,13
	E.Especial	95,77	13,14	91,26	100,28
	L.Estranjera	87,40	12,18	81,70	93,10
Años de estudio	0	83,13	8,57	79,43	86,84
	1	88,56	13,75	86,82	90,29
	2	93,43	11,42	89,17	97,70
	3	96,80	10,66	83,56	110,04

Respecto al género, la diferencia de puntuaciones medias entre varones y mujeres, es mayor que la obtenida en nuestro estudio exploratorio (sólo dos puntos de diferencias), lo que en consecuencia, nos acerca más a los resultados de otras investigaciones anteriores que indican que la actitud hacia la estadística es peor, en el

caso de las mujeres. Hemos obtenido siete puntos de diferencia y por consiguiente, no coincide con nuestra hipótesis 1, planteada según las conclusiones de ese estudio. Así mismo, de acuerdo con los resultados del análisis de varianza, la diferencia entre especialidades es de más de trece puntos, y observamos una mejor actitud en los profesores en formación de educación especial, respecto a la que presentan los de las otras especialidades, aunque en realidad, para los efectos prácticos no consideramos que la diferencia sea notable, si eliminamos los dos extremos (infantil y especial).

En cuanto a los años de estudio, de nuevo se confirma nuestra hipótesis 3, y desde el punto de vista práctico vemos que se aprecia un cambio notable de actitud favorable a medida que se aumenta la instrucción en la materia, lo que corrobora nuestro objetivo de incidencia en los planes de estudio de las facultades de educación y escuelas de magisterio.

4.3.2. INFLUENCIA SOBRE ITEMS AISLADOS

Aunque no aparezcan diferencias significativas en la puntuación media de la escala respecto a género y especialidad, podría ocurrir que apareciesen diferencias notables en algunos ítems particulares. Asimismo la influencia del número de años de estudio podría ser no homogénea para todos los ítems. Para estudiar esta posibilidad, una vez analizado el efecto de las variables independientes sobre la puntuación total hemos realizado un análisis multivariante de la covarianza para contrastar en una única prueba las diferencias entre los vectores formados por las puntuaciones a los diferentes ítems.

Tabla 4.12. Resultados del análisis multivariante de la varianza

Efecto	Lambda de Wilks	F	Gl del error	Sig.	Potencia observada(a)
Estudio	0,79	2,48	261	0,00	1,00
Género	0,91	0,91	261	0,60	0,80
Especialidad	0,61	0,97	1293,59	0,59	1,00
Interacción	0,60	1,01	1293,59	0,45	1,00

(a)Calculado con alfa = 0,05

De nuevo el único contraste significativo es el efecto del número de año de estudio, con lo que se vuelve a confirmar nuestras hipótesis para los ítems aislados. El análisis

multivariante de la varianza proporciona también contrastes aislados para cada uno de los ítems respecto al efecto de los factores analizados.

Tabla 4.13. Pruebas de efectos inter-sujetos (Solo contrastes que fueron significativos)

Efecto	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.	Potencia observada(a)
Años de Estudio	PRE1	7,95	1	7,95	8,55	0,00	0,83
	PRE5	4,15	1	4,15	5,31	0,02	0,63
	PRE6	6,66	1	6,66	6,61	0,01	0,73
	PRE8	3,06	1	3,06	3,06	0,03	0,68
	PRE9	21,11	1	21,11	22,84	0,00	1,00
	PRE18	7,91	1	7,91	10,52	0,00	0,90
	PRE21	19,56	1	19,56	19,20	0,00	0,99
	PRE23	3,01	1	3,01	4,78	0,03	0,59
	PRE25	3,28	1	3,28	4,37	0,04	0,55
	PRE27	6,02	1	6,02	7,58	0,01	0,78

(a)Calculado con alfa = 0,05

En la tabla 4.13. presentamos los contrastes que fueron significativos según años de estudio de todos aquellos ítems en que se detectó una diferencia significativa, lo que nos ayudaran a completar el estudio. Hay un total de 10 ítems con diferencias significativas. A continuación analizamos estos ítems con detalle.

Items en los que hubo diferencia respecto a años de estudio

Para mayor claridad presentamos los gráficos 4.8 y 4.9 (en dos representaciones diferentes para evitar el solapamiento) en los que podemos comparar los ítems en que obtienen puntuaciones diferenciadas los profesores en formación según los años que estudiaron estadística, así como de la tabla 4.14.

Item 8: *Mis habilidades estadísticas me facilitarán el acceso al mundo laboral.* Aunque este ítem debería tener resultados paralelos al número 6, son curiosos los resultados obtenidos pues en ellos observamos que se valora más cuanto más se desconoce.

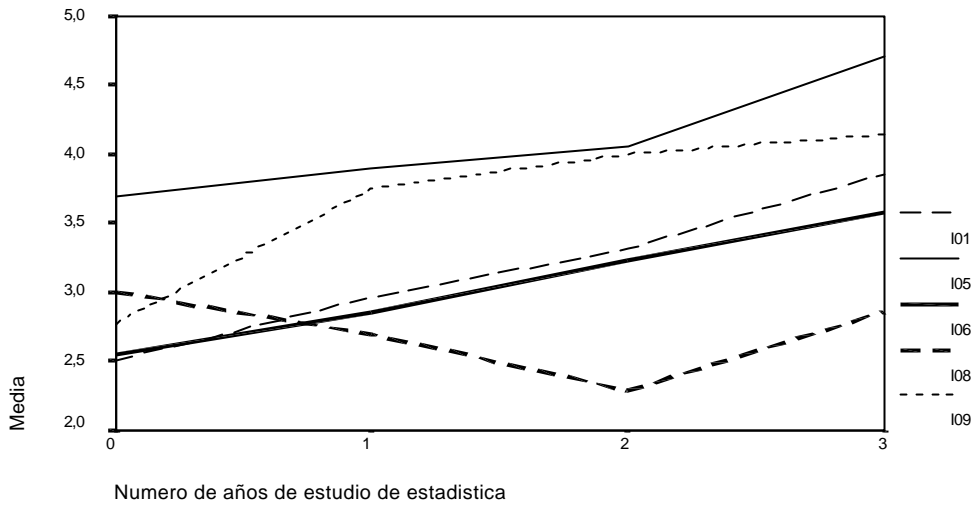


Figura 4.8. Medias de los ítems que resultaron diferencias significativas en función de años de estudio

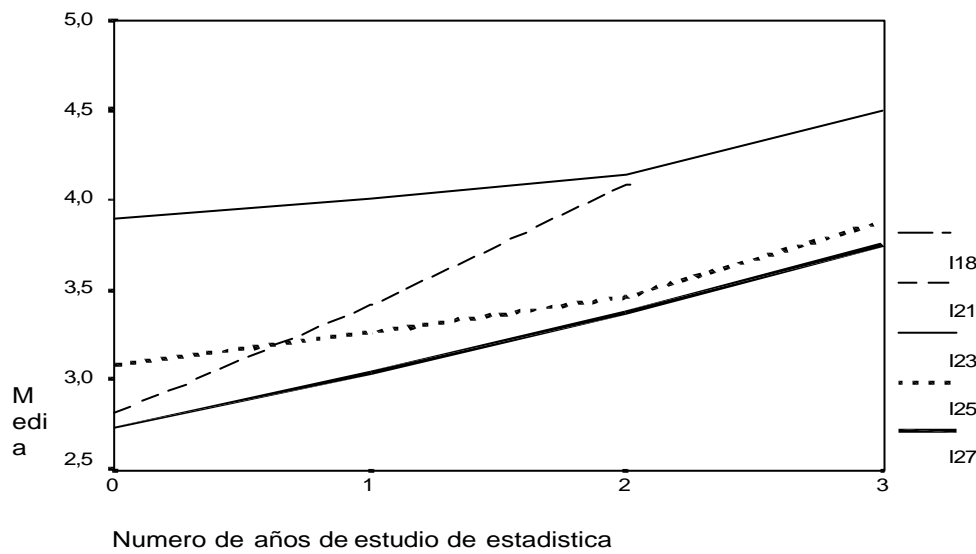


Figura 4.9 Medias de los ítems que resultaron diferencias significativas en función de años de estudio

Presenta la puntuación mínima en el caso de los dos años, quizás debido a que los conceptos de estadística y probabilidad se vuelven más abstractos en según qué niveles y esto enmascara su característica de herramienta multidisciplinar necesaria y valorada en el mundo profesional.

Tabla 4.14. Estadísticos de los ítems en que hubo diferencias significativas

Variable dependiente	Años de estudio	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
				Límite inferior	Límite superior
PRE1	0	2,56	0,37	3,13	4,59
	1	2,95	0,42	-2,12	-0,47
	2	3,31	0,38	-1,65	-0,17
	3	3,86	0,41	-1,35	0,26
PRE5	0	3,64	0,34	4,06	5,37
	1	3,89	0,38	-1,82	-0,33
	2	4,06	0,34	-1,50	-0,16
	3	4,71	0,37	-1,38	7,53E-02
PRE6	0	2,56	0,38	2,82	4,33
	1	2,85	0,43	-1,87	-0,16
	2	3,22	0,39	-1,49	4,23E-02
	3	3,57	0,42	-1,19	0,48
PRE8	0	3,00	0,36	2,16	3,56
	1	2,71	0,40	-0,65	0,93
	2	2,28	0,36	-0,86	0,56
	3	2,86	0,39	-1,35	0,20
PRE9	0	2,68	0,36	3,44	4,85
	1	3,75	0,40	-2,26	-0,67
	2	4,00	0,36	-1,11	0,31
	3	4,14	0,39	-0,92	0,63
PRE18	0	2,88	0,33	2,49	3,79
	1	3,21	0,37	-1,00	0,47
	2	3,75	0,33	-0,59	0,73
	3	3,14	0,36	-0,11	1,32
PRE21	0	2,84	0,39	3,09	4,63
	1	3,42	0,44	-1,89	-0,15
	2	4,06	0,40	-1,22	0,35
	3	3,86	0,43	-0,65	1,06
PRE23	0	3,88	0,30	3,99	5,16
	1	4,00	0,34	-1,36	-2,79E-02
	2	4,16	0,30	-1,17	2,25E-02
	3	4,57	0,33	-1,06	0,23
PRE25	0	3,12	0,34	3,20	4,52
	1	3,25	0,38	-1,48	9,70E-03
	2	3,41	0,34	-1,28	5,77E-02
	3	3,86	0,37	-1,18	0,28
PRE27	0	2,72	0,35	3,03	4,40
	1	3,04	0,39	-1,77	-0,22
	2	3,34	0,35	-1,37	1,56E-02
	3	3,71	0,38	-1,13	0,39

Item 9: No tengo ni idea de que va la estadística, donde la tendencia es claramente positiva a medida que aumenta la instrucción.

Item 18: Aprender estadística requiere mucha disciplina, es digno destacar los valores tan bajos que presentan las medias de esta sentencia al margen de los años de estudio, pues incluso en la situación más favorable, en el sentido de ser la de mayor número de cursos realizados, no llega mas que a superar ligeramente la posición de indiferencia, presentándose la situación de que esta posición llega a ser superada para el caso de dos años de estudio. La explicación a este comportamiento quizás también pueda ser debido a su enunciado, en el sentido que los encuestados no identifiquen el termino "disciplina" aunque este hecho no se detectó en el momento de comprobar la adecuación de la corrección.

Item 21: Me da miedo la estadística, es otra de las sentencias en las que la actitud más positiva aparece a los dos años de formación, observando un descenso, aunque no muy notable, después de realizar un año más. Tal y como hemos comentado anteriormente, se nos ocurre pensar que sea debido al mayor grado de abstracción de la materia en determinados niveles.

Item 23: Puedo aprender estadística, las puntuaciones obtenidas indican que el profesor en formación se siente capaz de aprender estadística y, dado su elevado valor, casi podemos afirmar que está manifestando una necesidad formativa en el sentido de que si se le presentara la oportunidad, se considera preparado para hacerlo bien.

Item 25: La estadística no es importante en mi vida, podemos pensar, a la vista de los resultados obtenidos que expresa una valoración elevada de su utilidad como herramienta, que va aumentando a la vez que mejora su formación.

Item 27: Me resulta difícil comprender los conceptos estadísticos, una vez mas corroboramos la incidencia de la formación en las actitudes del profesor en formación, al observar como una actitud negativa, de 2,72, para aquellos que no han recibido ningún tipo de instrucción, llega a superarse notablemente y en el caso mas óptimo, llega a alcanzar el valor de 3,71.

A nivel general, observamos que la actitud mejora a medida que aumenta el tiempo dedicado a la instrucción, siendo la mejoría de un punto o más sobre cinco, salvo en algún ítem, que debido a circunstancias curriculares sufre un ligero descenso

cuando realiza el segundo año de formación. Nos parece importante resaltar que la mayoría de estos ítems se refieren a su capacidad de aprender y a la utilidad de la materia, independientemente del grado de dificultad de la materia, tal como comentamos en la sección 4.1.1 de este capítulo, donde evidenciábamos también el grado de acuerdo tan elevado en la respuesta a este ítem 23.

Respecto a la variabilidad de las respuestas, no destacan puntuaciones muy extremas, manteniéndose todas inferiores al 0,44, por lo que podemos concluir que los posicionamientos no están muy dispersos.

4.3.3. INFLUENCIA SOBRE LAS COMPONENTES DE LAS ACTITUDES

Aunque no aparezcan diferencias significativas en la puntuación media de la escala respecto a género y especialidad, podría ocurrir que apareciesen diferencias notables en algunos de las componentes.

Tabla 4.15. Resultados del análisis multivariante de la varianza

Efecto	Lambda de Wilks	F	Gl del error	Sig.	Potencia observada(a)
Años estudio	0,96	2,90	285,00	0,02	0,78
Género	0,98	1,14	285,00	0,34	0,36
Especialidad	0,92	1,18	946,19	0,27	0,75
Interacción	0,93	1,12	946,19	0,32	0,72

(a)Calculado con alfa =0,05

El análisis multivariante de varianza indica que de nuevo (tabla 4.15), el único contraste significativo es el efecto del número de año de estudio, con lo que se vuelve a confirmar nuestras hipótesis para los componentes.

El análisis multivariante de la varianza proporciona también contrastes aislados para cada uno de los componentes respecto al efecto de los factores analizados, en este caso años de estudio.

En la tabla 4.16 presentamos los contrastes que fueron significativos según años de estudio de todos aquellos componentes en que se detectó una diferencia significativa.

Tabla 4.16. Pruebas de los efectos inter-sujetos (Solo contrastes que fueron significativos)

Efecto	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	G.l	Media cuadrática	F	Sig.	Potencia observada(a)
Años estudio	Comp. afectiva	128,67	1	128,70	8,15	0,01	0,81
	Comp.cognitiva	132,84	1	132,84	11,09	0,00	0,91
	Comp dificultad	65,45	1	65,45	2,68	0,10	0,37
	Comp. valor	71,27	1	71,27	6,70	0,01	0,73

(a)Calculado con alfa =0,05

Encontramos diferencias significativas en la componente afectiva, competencia cognitiva y valor, pero no en la dificultad, quizás sea debido a que la escala de actitudes hacia la estadística utilizada fue concebida por los autores, para medir las actitudes de estudiantes universitarios de diferentes carreras, antes y después de realizar un curso de iniciación a la estadística.

Este componente, engloba actitudes sobre la dificultad percibida de la estadística como asignatura, sin embargo en nuestro estudio tratamos de evaluar la dificultad que para los profesores en formación representó este aprendizaje, y no en el momento actual. En todo caso es sintomático que los profesores, independientemente de haber estudiado en mayor o menor medida el tema, sigan considerando la estadística una asignatura difícil. Sin duda esto influirá en que traten de evitar su enseñanza.

A continuación analizamos con detalle los resultados de las otras tres componentes. Para mayor claridad, presentamos el gráfico 4.10 donde podemos comparar los componentes en que obtienen puntuaciones diferenciadas según los años de estudio de estadística, así como de la tabla 4.17. en la que aparecen los estadísticos de los componentes en que hubo diferencias significativas.

A la vista de los resultados de la tabla, resaltamos que el componente competencia cognitiva, presenta una evolución positiva de las actitudes en paralelo con el número de años de estudio.

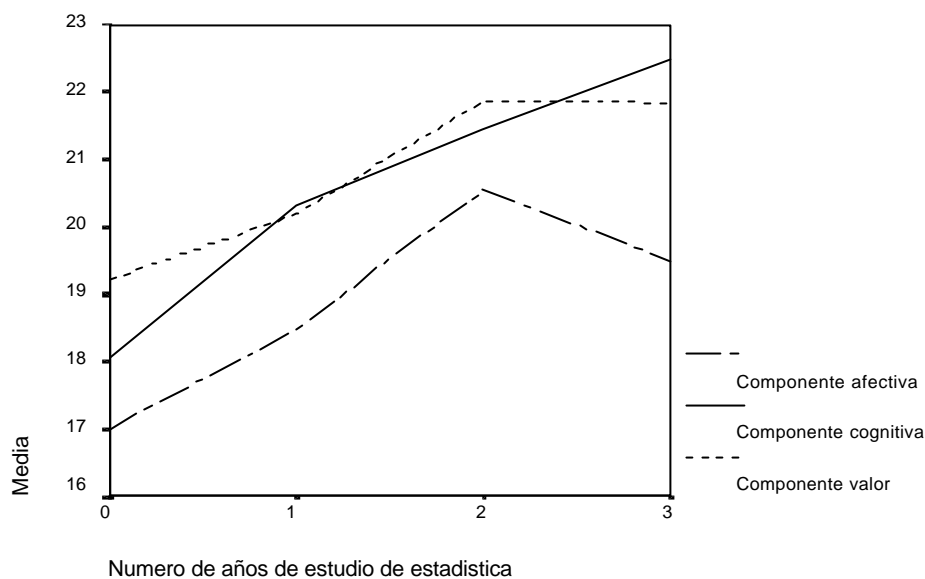


Figura 4.10. Medias de los componentes que resultaron diferencias significativas en función de años de estudio

Estos resultados son coherentes con estudios previos (Gil Flores, 1999) que ya establecen una relación directa entre formación y actitudes y con nuestras previsiones, pues el profesor en formación adquiere, a medida que aumenta la instrucción, más conocimientos y habilidades intelectuales en estadística.

Tabla 4.17. Estadísticos de los componentes en que hubo diferencias significativas

Componente	Años estudio	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
				Límite inferior	Límite superior
Afectiva	0	17,00	1,88	15,70	23,10
	1	18,53	2,07	-6,48	1,68
	2	20,57	1,90	-4,61	2,86
	3	19,40	2,03	-2,83	5,16
Cognitiva	0	18,04	1,61	19,23	25,57
	1	20,33	1,78	-7,85	-,86
	2	21,37	1,63	-5,27	1,13
	3	22,40	1,74	-4,46	2,39
Valor	0	19,22	1,51	18,23	24,18
	1	20,22	1,67	-5,27	1,30
	2	21,83	1,53	-3,99	2,02
	3	21,20	1,63	-2,58	3,85

Sin embargo, para los otros dos componentes, afectivo y de valor, donde se recogen los sentimientos positivos o negativos que despierta la estadística por su utilidad, relevancia y valor en la vida personal y profesional, se observa una evolución positiva en los dos primeros cursos que desciende, algo más en el componente afectivo, al realizar un tercer año y cuya causa podemos encontrarla, tal como hemos comentado anteriormente, en un aumento del grado de abstracción en estos niveles. En general las respuestas aparecen bastante concentradas en todos los componentes, manteniéndose con puntuaciones inferiores a 2,07.

4.4. RESULTADOS GLOBALES EN EL CUESTIONARIO

Al plantear en la Sección 3.2.2 los objetivos de nuestro trabajo, indicamos que uno de ellos era llevar a cabo una evaluación de las dificultades y del grado de comprensión de los futuros profesores respecto a los conceptos estadísticos elementales que deberán explicar a sus alumnos de educación primaria. En particular nos interesamos por el grado de comprensión de los conceptos que se detallaron al describir el cuestionario que usaríamos para este propósito en la Sección 3.5.2.3 y que incluyen los conceptos de frecuencia, media, mediana, valor atípico, muestra y población, estimación y sesgo.

Una vez estudiados los resultados obtenidos en nuestra muestra, en referencia a las actitudes, pasamos a presentar los resultados del cuestionario sobre conceptos estadísticos elementales, que organizaremos en varios apartados. En primer lugar presentaremos los resultados globales, tanto en lo que se refiere a ítems aislados, como a la puntuación total en la prueba. Seguidamente se analiza el efecto de las variables independientes de nuestro estudio sobre los resultados del cuestionario y se discuten las implicaciones sobre las hipótesis de investigación relacionadas con este punto.

Utilizaremos estos resultados para discutir la primera parte de la Hipótesis cuatro de nuestro trabajo, que tiene el siguiente enunciado:

HIPOTESIS 4. Los profesores en formación, tienen errores conceptuales en algunos de los conceptos estadísticos elementales que deben enseñar a sus alumnos de

educación primaria. Los conocimientos estadísticos de los profesores en formación están relacionados con su especialidad.

Esta primera parte de la hipótesis se justifica por el análisis que hemos hecho de la escasa formación que se imparte sobre estadística en las Escuelas de Magisterio y Facultades de Educación.

4.4.1. ANÁLISIS DE ÍTEMS DEL CUESTIONARIO

En primer lugar analizaremos las frecuencias de repuestas a cada categoría en los diferentes ítems, comentando la existencia de dificultades por parte de los alumnos, en relación con los contenidos evaluados en cada uno de los ítems y comparando con los resultados de investigaciones previas cuando sea posible.

En algunos de estos ítems sólo hay una posible respuesta correcta, mientras que en otros hay más de una. Por otro lado, incluso en los ítems en que se especificaba que sólo hay que dar una respuesta, algunos alumnos han señalado más de una. Por ello, hemos calculado siempre los porcentajes respecto al total de alumnos y, en algunos de los ítems la suma de porcentajes de las diferentes opciones será mayor que 100%.

Análisis de resultados en el Item 1

En la Tabla 4.18. presentamos las respuestas al ítem 1, que se refiere al uso de la media como mejor estimación de una cantidad desconocida, en presencia de errores de medida y el efecto de los valores atípicos en el cálculo de la media. También se evalúa la posible confusión entre media y moda.

Tabla 4.18. Frecuencia y porcentajes de respuestas en el Item 1

Nueve estudiantes pesaron un objeto pequeño con un mismo instrumento en una clase de ciencias. Los pesos registrados por cada estudiante (en gramos) se muestran a continuación:
6'2 6'0 6'0 15'3 6'1 6'3 6'23 6'15 6'2

Los estudiantes quieren determinar con la mayor precisión posible el peso real del objeto.
¿Cuál de los siguientes métodos les recomendarías usar?

	N	%
a. Usar el número más común, que es 6'2	37	10.1
b. Usar 6'15, puesto que es el peso más preciso	5	1.4
c. Sumar los 9 números y dividir la suma por 9	154	45
d. Desechar el valor 15'3, sumar los otros 8 números y dividir por 8	172	46.9
No contestan	1	0.3

A pesar de que, aparentemente, la media es un concepto elemental, mas de la mitad de los futuros profesores elige alguna de las opciones que hemos considerado incorrectas. Sólo un 7% de los profesores en formación eligen la respuesta correcta d, en la que, además de reconocer la media como solución al problema y describir el algoritmo de cálculo, han de percibir la existencia de un valor atípico en el conjunto dado de datos y la influencia de los valores atípicos en el cálculo de la media aritmética. En el contexto dado, el valor 15.3 es claramente un valor atípico, porque los errores de medida de tal magnitud son muy raros.

Hay un porcentaje importante de sujetos (sumando las opciones c y d) que reconocen la media como solución al problema de estimación de una cantidad equitativa en presencia de errores de medida, incluso cuando este tipo de problemas no se presenta con frecuencia en la enseñanza del tema.

Un error importante es la confusión entre media y moda que se toma como solución al problema planteado en un 10 % de los profesores en formación que eligen la opción a. En esta respuesta también hay implícito el no reconocimiento de la media como solución al problema dado.

Al comparar con el estudio de Batanero, Godino y Navas (1997) sobre una muestra de 273 maestros en formación los resultados son incluso peores en nuestro caso para este ítem, ya que estos autores obtuvieron un 51.5% de respuesta correctas en este ítem. Hay coincidencia en la principal respuesta incorrecta, que también fue la c en dicho trabajo, aunque solo la eligen el 39.4% de los encuestados.

Análisis de resultados en el Ítem 2

En la Tabla 4.19 presentamos los resultados en el ítem 2 que evalúa la interpretación correcta de la probabilidad y frecuencia relativa. En este caso hemos obtenido unos muy buenos resultados, porque el 76 % de los alumnos da una respuesta correcta. Incluso podemos considerar como parcialmente correcta la respuesta e (lo que aumenta en otro 22.6%), aunque es menos precisa que la anterior, al formular únicamente una valoración cualitativa y no cuantitativa de la probabilidad.

Tabla 4.19. Frecuencia y porcentaje de respuestas en el ítem 2

En un frasco de un medicamento hay impreso el siguiente mensaje: ADVERTENCIA: Al aplicarlo en superficies cutáneas hay un 15% de posibilidades de que se produzca una erupción. Si aparece una erupción, consulte a su médico. ¿Cuál de las siguientes es la mejor interpretación de esta advertencia?		
	N	%
a. No usar el medicamento sobre la piel; hay bastantes posibilidades de que se produzca una erupción.	5	1.4
b. En aplicaciones sobre la piel, usar sólo el 15% de la dosis recomendada.	2	0.5
c. Si aparece una erupción, probablemente solo afecte al 15% de la piel.	3	0.8
d. Aproximadamente 15 de cada 100 personas que usan la medicina reaccionan con una erupción.	279	76
e. Hay pocas posibilidades de tener una erupción usando esta medicina	82	22.6

No tenemos una pauta de comparación en este ítem respecto al trabajo con profesores en formación o en ejercicio. Sin embargo estos resultados son bastante buenos, en comparación con los de los estudios sobre razonamiento probabilístico de los profesores en ejercicio o en formación (Azcarate, 1995; Cardeñoso, 1998), que han utilizado ítems clásicos de evaluación referidos a heurísticas y sesgos en este razonamiento. Concluimos que, mientras los profesores en formación podrían compartir los sesgos en el razonamiento probabilístico al enfrentarse a algunas tareas, en otras, como la presentada podría tener buenos resultados. Es clara la necesidad de continuar con el estudio del razonamiento probabilístico de los profesores en formación, que es aún un campo en el que se necesita mucha investigación.

Análisis de resultados en el Ítem 3

En la Tabla 4.20 presentamos los resultados en el ítem 3, que evalúa la comprensión de los conceptos de frecuencia y probabilidad, y su relación, así como el sesgo de “outcome approach” descrito por Konold (1991).

Casi el 60% de los alumnos da una respuesta correcta, mostrando de nuevo una buena comprensión de los conceptos de frecuencia y probabilidad y su relación. El resultado es mejor que el obtenido por Serrano (1996) en su estudio con alumnos del curso de orientación universitaria (52% de respuestas correctas). No obstante, todavía se produce un 40% de errores.

Tabla 4.20. Frecuencia y porcentaje de respuestas en el ítem 3

El Centro Meteorológico de Andalucía quiso evaluar la precisión de las predicciones de su meteorólogo. Buscaron en sus archivos aquellos días en los que el meteorólogo había informado que había un 70% de posibilidades de lluvia. Compararon estas predicciones con los registros que indicaban si llovió o no esos días en particular. La predicción del 70% de posibilidades de lluvia puede considerarse muy precisa, si llovió:		
	N	%
a. Entre el 95% y el 100% de esos días	95	25.9
b. Entre el 85% y el 94% de esos días	7	1.9
c. Entre el 75% y el 84% de esos días	32	8.7
d. Entre el 65% y el 74% de esos días	218	59.5
e. Entre el 55% y el 64% de esos días	10	2.7
No sabe/ No contesta	6	1.6

La mayoría de estos errores muestran que el “outcome approach” también aparece en los futuros profesores, puesto que, en caso de dar una estimación diferente de la frecuencia, se opta por una frecuencia mayor de la probabilidad, destacando el intervalo (95-100). Es decir, una probabilidad del 70 % se traduce en un suceso seguro o casi seguro, de acuerdo con las teorías de Konold (1991).

Como sabemos, la interpretación frecuencial de la probabilidad o "probabilidad empírica" se restringe a fenómenos en los que es posible repetir indefinidamente ensayos "idénticos". En estos casos, la probabilidad se estima a partir de la frecuencia relativa del suceso en una serie larga de experimentos. Konold sugiere que algunas personas muestran dificultad de interpretar un experimento como parte de una serie de experimentos repetidos. y consideran cada una de las repeticiones de un experimento como si estuviese aislada; sin guardar relación con las anteriores o posteriores.

Ante una pregunta en la que se pide explícitamente la probabilidad de un suceso, tratan de predecir si el suceso en cuestión ocurrirá o no en el siguiente experimento. Estas personas evalúan las probabilidades comparándolas con los valores 0%, 50% y 100%. Si una probabilidad se acerca a los extremos 0% o 100%, el suceso se considerará como imposible o seguro, respectivamente. Esto es lo que explica la respuesta de los alumnos que eligen como correcta la opción a.

Análisis de resultados en el ítem 4

En la tabla 4.21 presentamos los resultados en el ítem 4 que evalúa la comprensión de los conceptos de media, mediana y moda, el conocimiento del algoritmo de cálculo de la media y la comprensión del efecto de los valores atípicos, así como el efecto del contexto. También se evalúa la comprensión del efecto de un valor cero sobre el cálculo de la media.

En este caso no consideramos 22 como un valor atípico para el contexto dado, porque algunos niños son mucho más habladores y extrovertidos que sus compañeros. Es por ello que consideramos b como opción correcta que fue elegida por el 72.2 % de los futuros profesores, quienes mostraron una buena comprensión del problema en este contexto, para ellos más familiar que el contexto de medición del peso de un objeto, por ser cercano a la realidad escolar.

Tabla 4.21. Frecuencia y porcentaje de respuestas en el ítem 4

Una profesora quiere cambiar la colocación de sus alumnos en clase, con la esperanza de que ello incremente el número de preguntas que hacen. En primer lugar, decide ver cuántas preguntas hacen los estudiantes con la colocación actual. El registro del número de preguntas hechas por sus 8 estudiantes durante la clase se muestra a continuación. N: preguntas: 0, 5, 3, 22, 3, 2, 1, 2 La profesora quiere resumir estos datos, calculando el número típico de preguntas hechas ese día. ¿Cuál de los siguientes métodos le recomendarías que usara?		
	N	%
a. Usar el número más común, que es el 2.	22	6
b. Sumar los 8 números y dividir por 8.	265	72.2
c. Descartar el 22, sumar los otros 7 números y dividir por 7.	54	14.7
d. Descartar el 0, sumar los otros 7 números y dividir por 7.	20	5.4
No sabe/ No contesta	7	1.9

Hay, sin embargo un 14.7 % de profesores en formación que no ha tenido en cuenta este contexto y ha descartado el valor atípico, aunque consideramos esta respuesta como parcialmente correcta, puesto que al menos los alumnos que la eligen identifican la media como solución al problema dado. Un 6% de los alumnos no son capaces de identificar bien el problema, porque sugieren la moda como solución. Asimismo un 5.4 % no ha tenido en cuenta el efecto del cero sobre el cálculo de la media.

Estos resultados son coincidentes con los del trabajo de Batanero, Godino y Navas (1997), y por tanto, refuerzan sus conclusiones.

Análisis de resultados en el ítem 5

En la tabla 4.22 presentamos los resultados en el ítem 5 que evalúa la interpretación de gráficos y la estimación de promedios a partir de la representación gráfica de una distribución, así como la capacidad de comparación de dos muestras y la comprensión de las ideas de asociación, promedio, máximo, mínimo y dispersión. En este ítem se daba a los alumnos dos gráficos de puntos que debían interpretar para obtener sus conclusiones.

Los resultados han sido bastante buenos, teniendo en cuenta la cantidad de posibles opciones y conceptos implicados. Un 73.3 % de los profesores en formación dio una respuesta correcta, siendo capaz de integrar los diversos conocimientos puestos en juego y aplicarlos en la comparación de dos muestras. Mostraron asimismo un nivel de “lectura dentro de los datos”, en la terminología de Curcio (1987, 1989), en la que el lector ha de integrar las diversas informaciones dentro del gráfico y utilizarlas para comparar diferentes valores de las variables o diferentes conjuntos de datos.

El principal error (10.6 %) ha sido debido a una sobreestimación de la dispersión, en relación al promedio y puede explicarse debido a que los alumnos no cuentan con unos métodos formales de comparación que les permitan una respuesta más precisa.

Otros errores de menor frecuencia han sido los siguientes:

- Estimación incorrecta de los promedios a partir de un gráfico (opción b).
- Basarse sólo en el rango de variación, sin utilizar los promedios para resolver el problema (opción c).
- Tener en cuenta sólo los valores máximo y mínimo, en lugar de los promedios (opciones a y e). Un resultado parecido es obtenido por Estepa (1993) en su análisis de las estrategias de los alumnos en la comparación de muestras, llegando en uno de los problemas propuestos a un 29% de uso de esta estrategia en su estudio de concepciones previas realizado con alumnos del curso de orientación universitaria.

Tabla 4.22. Frecuencia y porcentaje de respuestas en el ítem 5

Cuarenta estudiantes universitarios participaron en un estudio sobre el efecto del sueño sobre las puntuaciones en los exámenes. Veinte de los estudiantes estuvieron voluntariamente despiertos estudiando toda la noche anterior al examen (grupo que no durmió). Los otros 20 estudiantes (el grupo control) se acostaron a las 11 la noche anterior al examen. Observa los dos gráficos con cuidado. Luego escoge entre las 6 posibles conclusiones que se listan a continuación aquella con la que estés más de acuerdo.

	N	%
a. El grupo que no durmió lo hizo mejor porque ninguno de estos estudiantes puntuó por debajo de 40 y la máxima puntuación fue obtenida por un estudiante de ese grupo.	10	2.7
b. El grupo que no durmió lo hizo mejor porque su promedio parece ser un poco más alto que el promedio del grupo control.	16	4.4
c. No hay diferencia entre los dos grupos, porque hay un solapamiento considerable en las puntuaciones de los dos grupos.	23	6.3
d. No hay diferencia entre los dos grupos, porque la diferencia entre sus promedios es pequeña, comparada con la cantidad de variación de sus puntuaciones.	39	10.6
e. El grupo control lo hizo mejor porque hubo en ese grupo más estudiantes que puntuaron 80 o por encima.	13	3.5
f. El grupo control lo hizo mejor, porque su promedio parece ser un poco mayor que el promedio del grupo que no durmió.	269	73.3
No sabe /No contesta	5	1.4

Nuestros resultados son mucho mejores que los obtenidos por Batanero, Godino y Navas (1997), ya que en su caso, el 49% de los profesores en formación, dio una respuesta incorrecta. En aquella ocasión la muestra de profesores en formación fue menor que la nuestra y los autores no presentan información sobre si sus participantes tenían o no estudios previos de estadística.

En nuestro caso, la mayoría de los participantes tuvo al menos un curso previo de esta materia, lo que puede explicar los mejores resultados. Hacemos notar, no obstante que el principal distractor en el estudio mencionado, coincide con el nuestro, así como la frecuencia de casos en que se presenta, siendo mayores las frecuencias de errores en todos los demás distractores, que en nuestro estudio.

Análisis de resultados en el Item 6

En la tabla 4.23. presentamos los resultados en el ítem 6 que evalúa la comprensión de los siguientes conceptos: población y muestra, muestreo y tipos de muestreo, sesgo y estimación en el muestreo, tamaño de muestra y promedio, así

como errores en estos conceptos. No tenemos un estudio previo de comparación con profesores en formación en que se haya utilizado este ítem, pero podemos comparar con el estudio de Estepa (1993), quien analiza las concepciones sobre correlación y asociación en profesores en formación.

Un 42.8% eligen la opción correcta en la que está implicada la diferencia entre las ideas de asociación estadística y causalidad. Puesto que la relación entre las variables es aleatoria, una correlación, incluso moderada no implica que la relación se verifique en todos los casos. Además podría haber otras variables que afectasen al estudio y produjesen la correlación, sin que ésta pueda deberse a una relación causa-efecto. Los alumnos que no han seleccionado esta opción podrían a priori confundir estos dos conceptos. Recordemos que en el estudio citado de Estepa (1993), define la *concepción causal* de la asociación, que consiste en la confusión entre correlación y causalidad. Esta concepción fue resistente al cambio con la instrucción en los profesores en formación y se presenta también en los participantes en nuestro estudio.

Tabla 4.23. Frecuencia y porcentaje de respuestas en el ítem 6

Durante un mes, 500 alumnos de una escuela llevaron a cabo un registro diario de las horas que pasaron viendo la televisión. El número de horas promedio por semana dedicados a ver la televisión fue 28. Los investigadores descubrieron que los estudiantes que obtuvieron buenos resultados en la escuela, dedicaban menos tiempo a ver la televisión que los estudiantes que obtuvieron resultados mediocres. Abajo listamos varias posibles conclusiones sobre los resultados de esta investigación. Pon una marca en todas las conclusiones con las que estés de acuerdo.

	N	%
a. La muestra de 500 es demasiado pequeña para permitir obtener conclusiones.	58	15.8
b. Si un estudiante disminuyese el tiempo que dedica a ver la televisión, su rendimiento en la escuela mejoraría	186	50.7
c. Incluso aunque los estudiantes mejores viesen menos televisión, esto no implica necesariamente que el ver la televisión perjudique el rendimiento escolar.	157	42.8
d. Un mes no es un período de tiempo suficientemente largo para estimar cuántas horas dedican en realidad los estudiantes a ver la televisión.	112	30.5
e. La investigación mostró que ver la televisión causa un rendimiento peor en la escuela.	177	48.2
No sabe /No contesta	1	0.3

Los principales errores en este ítem han sido los siguientes:

- Considerar que una muestra de 500 sujetos es demasiado pequeña, siendo así que el tamaño es bastante considerable. Esta misma concepción subyace en la respuesta que indica la necesidad de mejorar la formación de los profesores en formación en lo que se refiere a las ideas básicas sobre el muestreo que son hoy día parte de la cultura estadística deseable en cualquier sujeto adulto.
- Confundir correlación y causalidad que están implícitas en las respuestas b y e; ambas han sido elegidas por una proporción grande de estudiantes. La diferencia de matiz es que la opción b) corresponde a una concepción determinista de causalidad, mientras que la d corresponde a una concepción aleatoria. En todo caso las dos respuestas confirman la concepción causal de la asociación descrita por Estepa (1993) que se presenta con una alta frecuencia en los profesores en formación.

Análisis de resultados en el ítem 7

En la tabla 4.24 presentamos los resultados en el ítem 7 que evalúa la comprensión de los conceptos media, mediana y moda y su posición relativa en distribuciones asimétricas, así como la comprensión del algoritmo de cálculo de la media.

Tabla 4.24. Frecuencia y porcentaje de respuestas en el ítem 7

El comité escolar de una pequeña ciudad quiso determinar el número promedio de niños por familia en su ciudad. Dividieron el número total de niños de la ciudad por 50, que es el número total de familias. ¿Cuál de las siguientes frases debe ser cierta si el número promedio de niños por familia es 2'2?		
	N	%
a. La mitad de las familias de la ciudad tienen más de 2 niños.	8	2.2
b. En la ciudad hay más familias con 3 niños que con 2 niños.	17	4.6
c. Hay un total de 110 niños en la ciudad.	122	33.2
d. Hay 2'2 niños por adulto en la ciudad.	21	5.7
e. El número más común de niños en una familia es 2	214	58.3
No sabe /No contesta	3	0.8

Debemos resaltar los pobres resultados en este ítem, que sólo es correctamente respondido por el 33.2% de los profesores en formación en coincidencia con los resultados de Batanero, Godino y Navas (1997) quienes también plantearon este ítem

en su trabajo. Es preocupante que esto sugiera que el algoritmo de cálculo de la media, aunque conocido no es bien comprendido por los profesores que han de enseñar el tema, quienes no son capaces de ver la implicación de la inversión de este algoritmo para calcular un total.

Hay asimismo un porcentaje muy alto de futuros profesores que sitúan la media y moda en posiciones cercanas, lo que indica un desconocimiento de la posición relativa de media, mediana y moda en distribuciones asimétricas, así como el efecto de los valores atípicos sobre el valor de la media. Ello es un síntoma de un conocimiento estadístico puramente algorítmico, y dificultad de interpretación y aplicación de estos conocimientos a problemas reales. Coincidimos de nuevo con el estudio de Batanero, Godino y Navas (1997), que obtienen este distractor como el más frecuente, superando incluso el número de estudiantes que lo eligen (70%).

Análisis de resultados en el ítem 8

En la tabla 4.25 presentamos los resultados en el ítem 8 que evalúa la comprensión del muestreo, efecto del tamaño de muestra y sesgo de equiprobabilidad.

Tabla 4.25. Frecuencia y porcentaje de respuestas en el ítem 8

Los García quieren comprar un coche nuevo y han limitado su elección a un Volvo o un Opel. En primer lugar consultaron un ejemplar de la revista “Información al consumidor” que comparaba las tasas de reparaciones efectuadas a 400 coches y mostraron menos problemas mecánicos con el Volvo que con el Opel. Los García preguntaron entonces a tres amigos Los García quieren comprar el coche que con menos probabilidades requiera reparaciones serias. Con lo que ahora conoces, ¿qué coche les recomendarías que compraran?		
	N	%
a. Yo les recomendaría que comprasen el Opel, principalmente por todos los problemas que su amigo tuvo con el Volvo. Puesto que ellos no han oído historias tan horrosas sobre el Opel, deberían decidirse por éste.	18	4,9
b. Les recomendaría que comprasen el Volvo, a pesar de la mala experiencia de su amigo. Este es sólo un caso, mientras que la información mostrada en “Información al Consumidor” está basada en muchos casos. Y, de acuerdo con estos datos, es algo menos probable que el Volvo requiera reparaciones.	269	73,3
c. Yo les diría que no importa el coche que compren. Incluso aunque pudiese ser menos probable que una marca requiera menos reparaciones que el otro, ellos todavía podrían, sólo por azar, cargar con un coche que necesitase un montón de reparaciones. Por tanto, podrían también decidirse según el resultado de lanzar una moneda.	74	20,2
No sabe /no contesta	6	1,6

En este caso los profesores en formación han mostrado una buena comprensión de los conceptos, escogiendo en su mayoría la opción correcta al ítem en un 73 % de los casos. Ello sugiere también que son favorables a usar la estadística en su vida cotidiana y fuera del contexto del aula, a pesar de que la componente valor no fue una de las mejor valoradas en el cuestionario de actitudes.

El principal error es el sesgo de equiprobabilidad, en que los alumnos consideran equiprobables los diferentes sucesos implicados, a pesar de que las frecuencias observadas en un gran número de casos favorezcan claramente a uno de los sucesos. Este sesgo se presenta en un 20.2 % de los alumnos.

Aunque no tenemos pauta de comparación con otras investigaciones sobre profesores en formación para este ítem específicamente, podemos comparar con el estudio de Serrano (1996). Este autor plantea a los encuestados diferentes ítems relacionados con el sesgo de equiprobabilidad. En todos ellos la proporción de profesores en formación que lo manifiesta es importante, variando en función de la pregunta, pero superando siempre el 20 % que hemos obtenido en nuestro caso. Sin duda el sesgo de equiprobabilidad está extendido entre los profesores en formación y debe ser objeto de nuestra acción didáctica.

Análisis de resultados en el ítem 9

En la tabla 4.26 presentamos los resultados en el ítem 9 que evalúa la comprensión de aleatoriedad, homogeneidad en una muestra, estimación proporcionada a partir de una muestra y el efecto del tamaño del muestreo sobre la fiabilidad.

También evalúa la comprensión de la influencia del método de muestreo sobre la fiabilidad de las encuestas. Puede haber más de una respuesta correcta.

La mayoría de los alumnos parece comprender la idea de sesgo en un muestreo, ya que las dos opciones correctas son elegidas por una amplia proporción de profesores en formación. Los principales errores han sido los siguientes:

Tabla 4.26. Frecuencia y porcentaje de respuestas en el ítem 9

Una compañía de investigación de mercados fue contratada para determinar cuánto dinero gastan los adolescentes (de edades 13-19) en música grabada (cintas de cassette; discos compactos, y discos). La compañía seleccionó aleatoriamente 80 comercios situados por todo el país. Un encuestador permaneció en un lugar central del comercio y pidió a los transeúntes que parecían tener la edad apropiada que completasen un cuestionario. Un total de 2050 cuestionarios fue completado por adolescentes. Sobre la base de esta encuesta, la compañía investigadora informó que el adolescente promedio de su país gastaba 155 dólares cada año en música grabada. A continuación listamos varias frases referentes a esta encuesta. Señala todas las frases con las que estés de acuerdo.

	N	%
a. El promedio se basa en las estimaciones de los adolescentes sobre lo que gastaron y por tanto, podría ser bastante diferente de lo que los adolescentes gastaron realmente.	121	33
b. Deberían haber hecho la encuesta en más de 80 comercios si querían un promedio basado en los adolescentes de todo el país.	92	25.1
c. La muestra de 2050 adolescentes es demasiado pequeña para permitir obtener conclusiones sobre el país entero.	102	27.8
d. Deberían haber encuestado a adolescentes fuera de los comercios de música.	214	58.3
e. El promedio podría ser una estimación pobre de lo que gastan los adolescentes, ya que los adolescentes no fueron escogidos aleatoriamente para responder al cuestionario.	113	30.8
f. El promedio podría ser una estimación pobre de lo que gastan los adolescentes, ya que sólo se entrevistó a adolescentes que estaban en los comercios.	259	70.6
g. El cálculo de un promedio es inapropiado en este caso puesto que hay mucha variación en cuánto gastan los adolescentes.	57	15.5
No sabe / no contesta	5	1.4

- Considerar el muestreo aleatorio simple como único método posible de muestreo (30.8%). Este error es razonable puesto que en la educación secundaria estos profesores en formación no han sido introducidos a los diferentes métodos de muestreo. Consideramos, sin embargo, una carencia importante de estos alumnos este desconocimiento, que les llevará a no poder comprender el muestreo por conglomerados o estratificado que se usa con frecuencia en sondeos políticos o de consumo.
- No considerar el promedio un buen estimador y no apreciar el efecto del tamaño de la muestra en la reducción de los errores aleatorios (33 %). El método estadístico permite compensar los posibles errores de estimación de los sujetos encuestados que tienen un carácter aleatorio y por tanto se producen tanto en defecto como en exceso.

- Considerar el tamaño de la muestra el número de conglomerados (80) solamente sin tener en cuenta el tamaño total de la muestra (2050), error que es cometido por el 25.1 % de los futuros profesores y de nuevo muestra el desconocimiento de los tipos de muestreo probabilístico.
- Considerar que la dispersión de los datos no permite la aplicación del método estadístico(15.5%).

En resumen, los resultados del cuestionario sugieren que, aunque los futuros profesores han dado en algunos ítems respuestas correctas en su mayoría, mostrando un dominio de los conceptos implicados, todavía se producen muchos errores y desconocimiento en conceptos estadísticos muy elementales.

Creemos que esto es un motivo de preocupación e indica la necesidad de reformar la educación que reciben estos futuros profesores, para reforzar su formación estadística. Un futuro profesor debería dominar y saber aplicar en problemas sencillos como los propuestos los conceptos que debe enseñar a sus alumnos. Asimismo debe conocer otros conceptos elementales que forman parte de lo que hoy día se conoce como “cultura estadística”, que es parte del bagaje formativo de todo ciudadano y deben ser capaces de transmitir a sus alumnos.

4.4.2. VALORACIÓN GLOBAL DEL CUESTIONARIO

Una vez analizadas las respuestas en los diferentes ítems y los errores que subyacen en ellas, trataremos de presentar una evaluación global de los resultados en el total del cuestionario. Incluso aunque en algunos ítems el porcentaje de respuestas correctas haya sido alto, el análisis de la puntuación global al cuestionario nos permite dar un índice de los conocimientos evaluados, en su conjunto.

Puntuación total

En primer lugar, y al igual que hicimos con la escala de actitudes, hemos calculado una puntuación total en la prueba para medir, de alguna manera los

conocimientos estadísticos de los alumnos sobre los conceptos estadísticos elementales que han sido evaluados.

Esta puntuación se ha calculado asignando un punto por cada respuesta correcta, teniendo en cuenta que en algunos ítems puede obtenerse más de una respuesta correcta, por lo que esta puntuación puede variar de 0 a 19 puntos. En la Figura 4.11, presentamos el histograma de frecuencias, media y desviación típica, que muestra la distribución, aproximadamente normal de nuestros datos, lo que nos permitirá aplicar métodos estadísticos en que se requiere la hipótesis de normalidad.

Puesto que el número máximo de respuestas correctas es 19, los resultados muestran aparentemente una comprensión aceptable, aún cuando subsistan los errores que hemos comentado, ya que el número medio de respuestas correctas es 12.1, más de la mitad de la prueba.

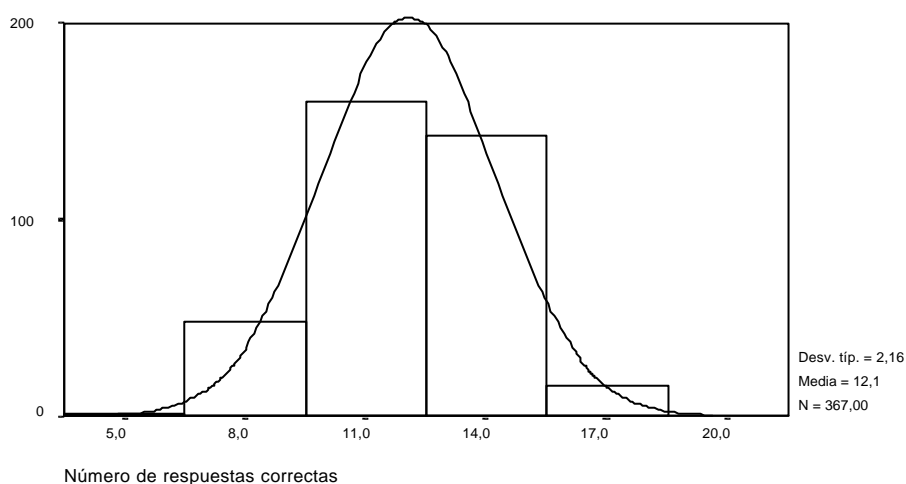


Figura 4.11. Puntuación total en el cuestionario

Pero, puesto que los conceptos evaluados son los correspondientes a la Educación Primaria, pensamos que estos resultados debieran ser mejores en unos profesores en formación y no podemos admitir que se presenten los errores que hemos descritos. No podemos conformarnos con que los alumnos respondan en promedio un 63% de estos ítems correctamente, sino que debieran conocer todas o la mayoría de las respuestas.

Indices de dificultad y discriminación

Seguidamente hemos estudiado los resultados en cada uno de los ítems para analizar su dificultad y discriminación. Siguiendo a Muñiz (1994), entenderemos por índice de dificultad de un ítem (ID) la proporción de sujetos que lo aciertan de aquellos que han intentado resolverlo. Es decir, si A es el número de sujetos que aciertan el ítem y N el número de sujetos que han intentado resolverlo, diremos que:

$$ID = \frac{A}{N}$$

Tabla 4.27. Indices de dificultad y discriminación en el cuestionario

Ítem	Índice de dificultad	Índice de discriminación
1	46.9	0.31**
2	76	0.21**
3	59.5	0.32**
4	72.2	0.11*
5	73.3	0.26**
6a	84.2	0.22**
6b	49.3	-0.01
6c	42.8	-0.18**
6d	69.5	0.32**
6e	48.2	0.14*
7	33.2	0.33**
8	73.3	0.29**
9a	77	0.33**
9b	74.9	0.29**
9c	72.2	0.35**
9d	58.3	0.39**
9e	69.1	0.28**
9f	70.6	0.47**
9g	84.5	0.25**

** La correlación es significativa al nivel 0,001 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

En consecuencia, cuanto mayor es el índice de dificultad significa que el ítem es más fácil para los alumnos y ha sido adquirido por una mayor proporción de los mismos. Este índice permite comparar la dificultad de los distintos conceptos evaluados en la muestra.

En los ítems en que varias respuestas correctas son posibles, tendremos en cuenta cada una de ellas, puesto que subyace un conocimiento concreto detrás de cada una. Los resultados se presentan en la tabla 4.27.

Los ítems más sencillos han sido: 9g (sobre variabilidad y tamaño de muestra), 6a (tamaño de muestra), 9a (estimación), 8 (tamaño de muestra), 5 (comparación de promedios), 9c (tamaño de muestra) y 9f (sesgo en muestreo). En consecuencia los futuros profesores parecen comprender bien el efecto del tamaño de la muestra y del sesgo de selección sobre los errores de muestreo.

Los más difíciles han sido el 7 (comprensión del algoritmo de la media), 1 (efecto de los valores atípicos sobre el promedio), 6c (confusión correlación- causalidad), conceptos que deberían ser reforzados en la enseñanza de estadística a futuros profesores.

El índice de discriminación de un ítem en una prueba es el grado en que diferencia a los examinados respecto al carácter que se pretende medir, en este caso, el grado en que el ítem discrimina respecto al conocimiento de los conceptos evaluados en el cuestionario. Se mide mediante el coeficiente de correlación de la puntuación de cada ítem con la puntuación total de la prueba. Un ítem discrimina mejor el nivel de comprensión de los alumnos con respecto a los conceptos relacionados con la distribución normal, cuando su correlación con respecto a la puntuación total en la prueba sea mayor. En la tabla se presentan los índices de discriminación.

En general la discriminación es baja, lo que sugiere que cada ítem evalúa un componente diferenciado del conocimiento, ya que si todos correlacionasen fuertemente, se trataría de una escala unidimensional. El ítem 9f (sesgo en muestreo) es el que mejor discrimina los mejores y peores alumnos en el cuestionario, luego indica un conocimiento más especializado. También tenemos casos (ítem 6b, correlación nula: ítem 6c, correlación negativa), que indican conocimientos no relacionados con el resto de la prueba. Se refieren a la relación entre correlación y

causalidad, que no es un conocimiento estrictamente de tipo matemático.

4.4.3. FIABILIDAD Y GENERALIZABILIDAD DEL CUESTIONARIO

Al igual que en el caso de la escala de actitudes, hemos procedido al cálculo de los coeficientes de fiabilidad y generalizabilidad del cuestionario.

Tabla 4.28. Resultados del análisis de fiabilidad del cuestionario

Ítem	Media sin el ítem	Varianza sin el ítem	Correlación con el total	Alfa sin el ítem
PRE 1	11,25	4,54	0,08	0,51
PRE 2	10,95	4,75	0,01	0,53
PRE 3	11,12	4,59	0,06	0,51
PRE 4	10,99	4,84	-0,04	0,55
PRE 5	10,98	4,69	0,03	0,52
PRE 6a	10,87	4,58	0,15	0,59
PRE 6b	11,22	4,76	-0,03	0,55
PRE 6c	11,29	4,81	-0,05	0,55
PRE 6d	11,02	4,53	0,11	0,50
PRE 6e	11,38	4,54	0,10	0,50
PRE 7	10,98	4,56	0,10	0,50
PRE 8	11,04	4,50	0,12	0,49
PRE 9a	10,96	4,53	0,13	0,49
PRE 9b	10,99	4,49	0,14	0,49
PRE 9c	11,13	4,26	0,22	0,45
PRE 9d	11,56	5,23	-0,25	0,59
PRE 9e	11,01	4,24	0,27	0,43
PRE 9f	10,87	4,94	-0,07	0,55
PRE 9g	11,23	4,73	-0,01	0,54

Alpha de Cronbach = 0,5225

Hemos obtenido un valor $\alpha = 0.5225$ para el coeficiente de Cronbach. Este coeficiente es sólo moderado, pero esto es lógico, si tenemos en cuenta que la prueba ha sido corta y que los ítems cubren diversos conceptos y, por tanto no hay

homogeneidad en su contenido. Puesto que queríamos evaluar una gama de contenidos diferenciados en una prueba corta, la heterogeneidad entre los ítems ha sido intencional. Adicionalmente hemos calculado dos coeficientes de generalizabilidad para el cuestionario al igual que hicimos con la escala.

Recordemos que el coeficiente de generalizabilidad se define con el cociente (1)

$$(1) \quad G = \frac{\mathbf{s}_v^2}{\mathbf{s}_v^2 + \mathbf{s}_e^2}$$

De nuevo diferenciaremos dos fuentes para el error aleatorio y calcularemos, por tanto, dos coeficientes de generalizabilidad: la generalizabilidad a otros alumnos de la misma prueba y la generalizabilidad de otros problemas similares a los incluidos en la prueba a los mismos alumnos.

Para ello, partimos de la Tabla 4.29 de análisis de varianza de medidas repetidas, en que se ha tomado el ítem como factor.

Tabla 4.29. Tabla de análisis de varianza de medidas repetidas

Fuente	Suma de cuadrados	G.l	Cuadrado medio	F	Pro
Entre sujetos	95,42	366	0,26		
Dentro de los sujetos	1553,16	6606	0,24		
Entre medidas	217,74	18	12,10	59,68	0,00
Residual	1335,41	6588	0,20		
Total	1648,58	6972	0,24		
Media total	0,62				

De esta tabla obtenemos los cuadrados medios entre sujetos, entre los diferentes ítems y residual, así como sus grados de libertad.

$CM_s = 0.2607$ que es un estimador de $b\sigma_s^2$, siendo b el número de ítems,

$CM_i = 12.0969$ que es un estimador de $a\sigma_i^2$ siendo a el número de sujetos,

$CM_r = 0,2027$ que es un estimador de σ_r^2

De donde, despejando obtenemos las siguientes estimaciones:

$$\text{Varianza dentro de los sujetos } \sigma_s^2 = 0,0137$$

$$\text{Varianza dentro de los ítems } \sigma_i^2 = 0,0329$$

$$\text{Varianza residual } \sigma_e^2 = 0,2027$$

Sustituyendo ahora estos componentes de varianza en la fórmula (1) y teniendo en cuenta los tamaños de muestra (19 ítems y 367 alumnos), según si consideramos como fuente de variación los problemas o los alumnos, obtenemos las siguientes estimaciones:

Generalizabilidad respecto a otros ítems:

$$G_i = \frac{\mathbf{s}_s^2}{\mathbf{s}_s^2 + \mathbf{s}_e^2 / 19} = 0.5637$$

Como era previsible, obtenemos un valor próximo al del coeficiente Alfa, que es la generalizabilidad de nuestros resultados si a los mismos alumnos les pasáramos otra prueba del mismo número de ítems, variando el enunciado de los mismos, que es lo suficientemente alta para los propósitos de nuestro trabajo.

Generalizabilidad a otros alumnos:

$$G_s = \frac{\mathbf{s}_i^2}{\mathbf{s}_i^2 + \mathbf{s}_e^2 / 367} = 0.9850$$

También en este caso obtenemos un valor muy alto, para la generalizabilidad a otros profesores en formación de la misma prueba, lo que indica una muy alta posibilidad de generalizar nuestros resultados a otros futuros profesores, conservando el mismo cuestionario. Ello es debido al tamaño elegido de muestra en que, incluso prescindiendo de los alumnos que hayan dejado al menos un ítem en blanco, superamos los 10 casos por variable que se suele requerir en el estudio de las escalas. Por supuesto, en la hipótesis de que se conserven las características sociológicas y educativas de estos profesores.

4.5. INFLUENCIA DE LAS VARIABLES DEL ESTUDIO SOBRE LOS CONOCIMIENTOS ESTADÍSTICOS ELEMENTALES

Una vez estudiados los resultados globales del cuestionario, analizaremos el efecto de las variables independientes sobre ellos, es decir, pasamos a discutir la segunda parte de la Hipótesis cuatro de nuestro trabajo, que tiene el siguiente enunciado:

HIPOTESIS 4. Los profesores en formación tienen errores conceptuales en algunos de los conceptos estadísticos elementales que deben enseñar a sus alumnos de educación primaria. Los conocimientos estadísticos de los profesores en formación están relacionados con su especialidad.

Esta hipótesis se justifica por el análisis que hemos hecho de la escasa formación que se imparte sobre estadística en las Escuelas de Magisterio y Facultades de Educación. Pensamos, no obstante, que la formación es algo mejor en los Maestros de primaria que en otras especialidades. También discutiremos el efecto de los años de estudio de estadística y género de los individuos que componen la muestra.

4.5.1. INFLUENCIA SOBRE LA PUNTUACIÓN TOTAL

En la Tabla 4.30 presentamos los resultados del análisis de covarianza factorial con dos factores inter-sujetos: género (con dos niveles) y especialidad (con 6 niveles).

El número de años de estudio previo de estadística se ha tomado como covariable, al tratarse de una variable numérica para la que pensamos hay una relación directa con la puntuación total. Al igual que hicimos en el estudio exploratorio y con la escala de actitudes, hemos comprobado que se cumplen en nuestra muestra los supuestos de aplicación del análisis de la covarianza, que son similares a los del análisis de la varianza.

Tabla 4.30. Resultados del Análisis de varianza de la Puntuación total en función de las variables independientes

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.	Potencia observada (a)
Años de estudio	2,40	1	2,40	0,55	0,46	0,89
Género	,77	1	0,78	0,18	0,67	0,44
Especialidad	94,02	6	15,67	3,61	0,00	0,63
Interacción	37,14	5	7,43	1,71	0,13	0,22
Error	1533,45	353	4,34			
Total	55182,00	367				

(a) Calculado con alfa = 0,05

Como hemos comentado, la distribución de la puntuación total puede aceptarse como aproximadamente normal. Además la prueba de homogeneidad de varianzas de Levine dio como resultado que las varianzas en los grupos son aproximadamente iguales. Podemos finalmente asumir la independencia de las respuestas de diferentes sujetos y por tanto, estamos en condiciones de aplicar el análisis de varianza.

A la vista de los resultados obtenidos, observamos que sólo la especialidad tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la puntuación media en el cuestionario sobre conocimientos estadísticos elementales, pero no así el género, el número de años de estudio o la interacción entre ambos, confirmándose de este modo las hipótesis que hemos establecido para esta parte del estudio para la puntuación total.

Parece en principio sorprendente que no haya diferencia, en función de los años de estudio, posiblemente porque la enseñanza que se recibe se basa principalmente en el cálculo, aplicación rutinaria de fórmulas y representación gráfica y son raras las actividades interpretativas similares a las propuestas en el cuestionario.

En la tabla 4.31 presentamos las medias, desviaciones típicas e intervalos de confianza totales, según la variable especialidad que nos ayudaran a completar el estudio.

El orden de resultados, reproduce los obtenidos en las actitudes, siendo la especialidad de educación especial seguida de educación física las que tienen mejores puntuaciones y las de educación primaria, infantil y lenguas extranjeras, las que logran peores resultados, aunque las diferencias son pequeñas.

Este resultado aparentemente sorprendente se explica por la mayor nota de ingreso requerida para los estudiantes que siguen esta especialidad, que corresponde con sus mejores conocimientos previos en matemáticas y estadística.

Tabla 4.31. Medias, desviaciones típicas e intervalos de confianza

		Media	Error típico	Intervalo de confianza al 95%.	
				Límite inferior	Límite superior
Total		12,10	2,00	11,96	12,24
Especialidad	Infantil	11,93	1,90	11,51	12,35
	Musical	12,34	1,89	11,87	12,81
	Primaria	11,37	2,29	10,86	11,89
	E.Física	12,67	2,01	12,20	13,14
	E.Especial	12,71	2,38	12,00	13,43
	L.Extranjeras	11,00	2,34	10,01	11,99

4.5.2. INFLUENCIA SOBRE ITEMS AISLADOS

Aunque no aparezcan diferencias significativas en la puntuación media del cuestionario, respecto a género y años de estudio, podría ocurrir que apareciesen diferencias notables en algunos ítems particulares.

Asimismo la influencia del número de años de estudio podría ser no homogénea para todos los ítems. Para estudiar esta posibilidad, una vez analizado el efecto de las variables independientes sobre la puntuación total hemos realizado un análisis multivariante de la covarianza cuyos resultados aparecen en la Tabla 4.32.

Tabla 4.32. Resultados del análisis multivariante de la varianza

Efecto	Lambda de Wilks	F	Gl del error	Sig.	Potencia observada(a)
Años de estudio	0,92	1,53	336,00	0,12	1,00
Especialidad	0,96	1,89	336,00	0,07	0,62
Género	0,66	0,78	336,00	0,72	1,00
Interacción	0,80	0,83	90,00	0,89	0,99

(a)Calculado con alfa =0,05

Con este análisis multivariante de la varianza, pretendemos contrastar en una única prueba las diferencias entre los vectores formados por las puntuaciones a los diferentes ítems.

En este caso, sólo la especialidad, presenta diferencias que no llegan a ser significativas, en consecuencia y a la vista de los resultados presentados, damos por finalizada esta parte del estudio.

4.6. RELACIONES ENTRE CONOCIMIENTOS Y ACTITUDES DE LOS PROFESORES EN FORMACIÓN

Una vez finalizado el estudio de los conocimientos estadísticos elementales de los profesores en formación, el último punto a analizar es las posibles relaciones entre conocimientos y actitudes de los mismos. Con ello pasaremos a discutir la última hipótesis del estudio:

HIPOTESIS 5. La actitud hacia la estadística de los profesores en formación está relacionada significativamente con sus conocimientos estadísticos elementales.

Resultados globales

Para ello, en primer lugar presentamos en la tabla los coeficientes de correlación de las actitudes, tanto globales como en sus diferentes componentes con la puntuación total al cuestionario.

Tabla 4.33. Coeficientes de correlación de las actitudes y sus componentes con la puntuación total en el cuestionario

	Correlación
Puntuación total	0,23**
Componente afectivo	0,20**
Componente C.cognitivo	0,26**
Componente dificultad	0,09
Componente valor	0,22**

** La correlación es significativa al nivel 0,001 (bilateral).

Podemos observar que, tanto en la actitud global como los componentes afectivo, cognitivo y valor, se obtienen correlaciones positivas y estadísticamente significativas con la puntuación total en el cuestionario. Ello quiere decir que se confirma la hipótesis planteada y existe una relación directa entre los conocimientos y actitudes de los profesores en formación, por lo que si trabajamos para mejorar su formación, a la vez se podrá tener influencia en sus actitudes hacia la materia.

En todo caso, estas correlaciones son muy bajas, lo cual es lógico, puesto que en los apartados anteriores hemos encontrado influencias de otras variables, como el número de años de estudio y la especialidad. También reconocemos el número limitado de preguntas del cuestionario, así como la existencia de otras variables, tales como tipo de enseñanza recibido, experiencia personal en la materia, etc.

Un caso particular es el componente dificultad, que no correlaciona con los resultados del cuestionario. Parece como si la dificultad percibida en estadística por los profesores en formación no corresponde a la dificultad real en el tema y su rendimiento en las tareas que se les propone. Fue precisamente esta componente la que peor puntuación recibió por los alumnos, ya que la media obtenida (20.33) sólo alcanza el 59.9% del valor máximo posible en esta puntuación. Los profesores en formación, en consecuencia perciben una dificultad en la estadística que no corresponde a los resultados obtenidos en el cuestionario.

Resultados en ítems aislados

Una vez analizadas la actitud global y sus diferentes componentes, hemos calculado el coeficiente de correlación ordinal de Kendall entre la puntuación de cada uno de los ítems de la escala de actitudes y la puntuación total en el cuestionario. En este caso, puesto que la puntuación de cada ítem solo varía de 1 a 5 y se trata de una escala ordinal, para ser más conservadores, hemos preferido tratar los datos como ordinales, ya que la diferencia, por ejemplo, entre “ muy de acuerdo” y “ acuerdo” pudiera no ser la misma que entre “ en desacuerdo” y “indiferente”.

Tabla 4.34. Correlaciones entre ítems del cuestionario y componentes de actitudes (Tau de Kendall)

Item del cuestionario	Componente afectivo	Componente cognitivo	Componente dificultad	Componente valor	Puntuación total actitudes
PRE 1d: No 15'3, suma resto y div.8	0,011	0,020	0,027	0,097*	0,065
PRE 6d: Poco tiempo	0,145**	0,104*	0,100*	0,125**	0,140**
PRE 6c: A mas TV peor rendimiento	0,063	0,096	0,054	0,090*	0,099*
PRE 7c: Total de 110 niños	0,089*	0,137**	0,121**	0,162**	0,155**
PRE 9c: Muestra pequeña	0,153**	0,194**	0,042	0,129**	0,175**

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

En la Tabla 4.34 incluimos únicamente aquellas correlaciones que resultaron estadísticamente significativas. Los ítems 1 y 6c son precisamente aquellos en que encontramos diferencias respecto a especialidad y años de estudio.

El ítems 6d se refiere a tamaño de la muestra y el 9c a sesgo en muestreo. Las correlaciones son siempre positivas, lo que de nuevo sugiere la relación directa entre conocimientos y actitudes, aunque en todo caso muy débiles.

Para finalizar el estudio hemos calculado la correlación de Kendall entre la puntuación en cada ítem de la escala y la total en el cuestionario.

En la tabla 4.35. mostramos solamente aquellas que resultaron estadísticamente significativas. Vemos que aproximadamente la mitad de los ítems de la escala correlacionan positiva y significativamente con la puntuación en el cuestionario, por lo que unos mayores conocimientos pueden predecir una mejor actitud en cada uno de estos ítems, aunque siempre con correlación pequeña, pero directa.

Tabla 4.35. Correlaciones entre ítems de la escala de actitudes y puntuación en el cuestionario (Tau de Kendall)

Componente	Item de la escala de actitudes	Puntuación total en el cuestionario
Afectivo	1	0,10*
Afectivo	2	0,12**
Cognitivo	3	0,10*
Dificultad	4	0,15**
Valor	5	0,10*
Afectivo	11	0,13**
Valor	12	0,10*
Afectivo	14	0,10*
Afectivo	15	0,15**
Cognitivo	20	0,17**
Afectivo	21	0,16**
Cognitivo	24	0,14**
Dificultad	26	0,20**
Cognitivo	27	0,18**

**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

*La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Predominan el componente afectivo con 6 ítems y el cognitivo con 4, lo que está en concordancia con los resultados que hemos ido obteniendo en nuestro estudio de actitudes hacia la estadística de los profesores en formación, donde estos dos componentes correlacionaban fuertemente entre sí.

4.7. CONCLUSIONES SOBRE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE DATOS

En este capítulo hemos presentado y discutido los resultados de nuestro estudio de actitudes y conocimientos hacia la estadística en futuros profesores. Para finalizarlo, exponemos brevemente las principales conclusiones, que serán analizadas con mayor detalle en el capítulo de conclusiones generales. Puesto que los instrumentos utilizados tienen un alto índice de generalizabilidad a otras muestras similares a la nuestra, la información obtenida proporciona unos criterios generales para la formación de profesores de primaria en España, más allá de la muestra concreta que participó en el estudio, siempre que se conserven las características sociológicas y la formación previa en estadística.

A la vista de los resultados obtenidos podemos afirmar que la actitud de los encuestados respecto a la estadística es positiva, globalmente y en sus distintos componentes, donde de nuevo destaca la puntuación total, así como el componente cognitivo que sería el más valorado por los profesores en formación. Así mismo, se sienten capacitados para aprender estadística y es por ello injustificable que esta materia no forme parte de su plan ordinario de formación, a pesar de la importancia que hemos señalado en los dos primeros capítulos.

Creemos, por otro lado, que nuestro análisis detallado sobre la relación entre los diversos componentes es una aportación de nuestro trabajo, puesto que no conocemos estudios sobre profesores en formación que aporten este dato e incluso en el trabajo de Mastracci (2000) con estudiantes de otras especialidades universitarias no se hace este tipo de comparación, limitándose a aceptar la composición de los componentes dada por los autores de la escala de actitudes, que no se conserva exactamente en nuestra muestra.

Un primer hecho que llama la atención en el dendograma obtenido a partir del análisis cluster es que, de las diferentes componentes identificadas a priori, la única que aparece claramente agrupada de acuerdo con su composición teórica es la de valor, cuyos ítems aparecen formando parte de un mismo grupo, aunque unidos a mayor o menor altura entre sí (mayor o menor correlación). Ello sugiere que, para la muestra de nuestro estudio (profesores en formación) el valor de la estadística parece claramente destacado e independiente de sus sentimientos, dificultad percibida o capacidad cognitiva.

Por otro lado, la dificultad y componente cognitiva aparecen relacionadas entre sí, así como la componente afectiva. Ya habíamos comentado la interrelación de las componentes afectivas y cognitiva destacada por algunos autores, pero la implicación metodológica es que es difícil, al menos para los futuros profesores, hablar de componentes estrictamente diferenciados, desde el punto de vista experimental. Por supuesto, estos componentes están separados desde el punto de vista teórico, pero si en la práctica existe una fuerte interrelación entre los mismos, la actuación sobre uno de ellos influye en los demás. La consecuencia práctica es que, por un lado, se

precisan instrumentos más finos de medición para separar estas tres componentes entre sí, así como complementar nuestro estudio con técnicas de tipo cualitativo, tales como entrevistas. Por otro, si conseguimos disminuir la dificultad percibida o mejorar la propia apreciación de la capacidad cognitiva respecto a la estadística, habremos conseguido mejorar la afectividad hacia la materia por parte de los profesores en formación.

Al analizar el efecto de las diferentes variables del estudio sobre las actitudes, la que aparece más destacada es el número de años de estudios previos, que en general las mejora, coincidiendo con lo que esperábamos en este punto. El resto de las variables tiene menor influencia y discutiremos las implicaciones obtenidas respecto a las mismas en el capítulo de conclusiones, en que haremos un análisis detallado del apoyo que proporciona o no proporciona nuestros datos empíricos a cada una de las hipótesis del estudio.

El estudio de los conocimientos de los profesores en formación sobre conceptos estadísticos elementales proporciona una información valiosa en un punto donde la investigación es prácticamente inexistente y complementa los estudios previos de Batanero, Godino y Navas (1997) y Estepa (1993), con cuyos resultados coincide, aportando otros nuevos.

Este estudio indica la existencia de errores en los profesores en formación sobre estos conceptos, la falta de capacidad interpretativa de situaciones y gráficas estadísticas simples que se supone deben enseñar.

Asimismo el estudio muestra la relación de estos conocimientos con las actitudes que mejoran con un mayor conocimiento de la estadística, según nuestras hipótesis previas.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

En este capítulo, presentamos las conclusiones más importantes de nuestro trabajo sobre actitudes y conocimientos estadísticos elementales del profesorado.

Asimismo, analizamos las aportaciones del estudio y realizamos una valoración global de su alcance y limitaciones, respecto a sus posibilidades de ser generalizado a otras muestras de profesores en ejercicio y en formación, para finalizar con la descripción de algunos puntos sobre los que otros investigadores podrían continuar en la línea de investigación iniciada y con algunas sugerencias que se deducen de nuestras conclusiones y que creemos pueden mejorar la formación de los profesores en el terreno de la estadística y, por tanto, repercutir en la educación estadística de sus futuros alumnos.

5.1. CONCLUSIONES SOBRE LOS OBJETIVOS

En el capítulo I se describió el objetivo general de nuestra investigación, que luego se desarrolla y concreta en el capítulo III por medio de una serie de objetivos específicos, tanto en la fase exploratoria como en la segunda fase del estudio. A continuación describimos las principales conclusiones alcanzadas en función de dichos objetivos específicos.

5.1.1. CONCLUSIONES SOBRE EL OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO EXPLORATORIO

El objetivo del estudio exploratorio fue plantear una investigación que proporcionase información sobre las actitudes de los profesores en formación y en ejercicio hacia la estadística, analizase sus componentes y estudiase el efecto de algunas variables sobre las mismas.

Consideramos que el estudio exploratorio que se describe en el capítulo III cumple suficientemente con dicho objetivo. En dicho estudio se analizaron las actitudes de una muestra de 66 profesores en ejercicio y 74 profesores en formación de las especialidades de educación infantil y primaria. Se usó un instrumento construido específicamente para la investigación y se analizó el efecto del género, especialidad, estudios previos de estadística, número de años de docencia y uso de la estadística en caso de profesores en ejercicio. También se analizaron las diferencias en actitudes de profesores en formación y en ejercicio.

Debido al tamaño limitado de la muestra y a las características del instrumento utilizado, no nos fue posible en esta fase aportar información sobre las componentes diferenciadas de las actitudes. En consecuencia, y debido a la existencia de nuevos instrumentos mejor adaptados a nuestros fines específicos se decidió cambiar el instrumento y tomar una nueva muestra para realizar un segundo estudio de actitudes.

Asimismo, debido a las pequeñas diferencias existentes entre las actitudes de los profesores en formación y en ejercicio, decidimos concentrarnos en el estudio de las actitudes de los profesores en formación y ponerlas en relación con sus conocimientos sobre el tema.

5.1.2. CONCLUSIONES SOBRE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO CON PROFESORES EN FORMACIÓN

Se discuten a continuación los objetivos específicos del estudio con profesores en formación y las conclusiones alcanzadas.

1. Respecto al primer objetivo, evaluar la actitud global hacia la estadística de los profesores en formación, a través de un instrumento de medida adecuado concluimos que:

CONCLUSION 1. La actitud de los profesores en formación es, en general, positiva. Proporcionamos un cuadro comparativo (tabla 3.4) que extiende y completa el análisis de Cazorla y cols. (1999) y puede ser de utilidad a la hora de seleccionar un instrumento de medición de actitudes.

Pensamos que este objetivo se ha cumplido suficientemente, en cuanto hemos realizado un estudio de evaluación sobre una muestra de 367 profesores en formación y además, se ha realizado un análisis exhaustivo de los diferentes instrumentos disponibles para elegir aquél que proporcionase un mejor resultado en nuestro trabajo. Puesto que este instrumento tiene una amplia validez y fiabilidad, la puntuación global sobre las actitudes de los profesores en formación es un indicador de sus actitudes hacia la materia, en lo que respecta a los componentes evaluados en esta escala.

Los datos obtenidos fueron analizados y presentados sistemáticamente y discutidos en relación con este objetivo y los resultados de otros trabajos previos. Estos resultados muestran que la actitud es, en general positiva, en contraste con las actitudes negativas que se describen en los alumnos universitarios en otros estudios como los de Auzmendi (1992) y Wilensky (1995, 1997) y respaldan e incluso mejoran los de Gil Flores (1999) y Mastracci (2000). Respecto a los ítems, 17, de los 28 que configuran el SATS, tienen una puntuación media igual o superior a 3 (indiferencia), aunque pocos superan el 4. La puntuación media global y en las diferentes componentes supera la teórica,

Los profesores en formación consideran que pueden aprender estadística y que ésta es una disciplina útil, y evidencian la necesidad de una mayor formación y la utilidad para su trabajo futuro. Por otro lado, se considera una asignatura difícil, lo cual indica que su experiencia ha supuesto una innecesaria dificultad. Hoy día, ya que el cálculo y gráficos se realizan fácilmente con los ordenadores es posible y deseable que la estadística se enseñe en forma asequible a todos los alumnos.

Hay homogeneidad de respuestas, salvo en el miedo que se siente o el uso que se hace en la vida cotidiana. Pensamos que es debido al desconocimiento de las aplicaciones.

2. En este trabajo hemos hecho un estudio detallado del significado de las actitudes, hacia la estadística y su conceptualización, pero además, dado que partimos de un concepto multidimensional de las actitudes hacia la estadística, se trató de evaluar cada uno de los componentes que las determinan (objetivo 2), para poder centrar en ellas nuestras intervenciones preventivas o correctivas. También interesó determinar diferencias de actitud en los diversos componentes. Al realizar el análisis cluster y factorial de los resultados obtenidos con una muestra de 367 sujetos en el test de actitudes de Schau y cols. (1995) observamos que:

CONCLUSION 2. No hay independencia entre los cuatro componentes que a nivel teórico describen los autores del cuestionario y que fueron aceptados por otros autores posteriores como Cazorla y cols. (1999) o Mastracci (2000). Únicamente es la componente de valor la que más se diferencia del resto, estando las otras tres componentes fuertemente relacionadas.

Respecto a este segundo objetivo, hemos proporcionado datos sobre las componentes afectiva, cognitiva, valor y dificultad para la muestra en que hemos llevado a cabo la evaluación. Se ha discutido cada uno de estos componentes, tanto, globalmente, como respecto a los ítems que lo configuran y estudiado asimismo las relaciones entre las diferentes componentes y entre los diferentes ítems, por medio del análisis cluster y multivariante. Asimismo, hemos discutido nuestras conclusiones en relación a otros estudios, como el de Mastracci (2000) que también analiza los componentes de las actitudes usando nuestro mismo instrumento, aunque en alumnos de economía.

Los alumnos creen que tienen capacidad suficiente para aprender, puesto que ésta es la componente más valorada y le conceden valor. La mayor relación se produce entre las componentes afectivas y cognitiva. Aumentando la confianza en sus propias destrezas y capacidades conseguiremos interesar y motivar al profesor en formación.

Tal como hemos indicado, una conclusión importante del estudio componencial es que las componentes teóricas supuestas en el instrumento no aparecen tan claramente como sugieren sus autores o como aparece en el estudio de Mastracci (2000). Una explicación de estas diferencias encontradas es que Mastracci usó un tamaño de muestra bastante menor que el nuestro y también las características específicas de los profesores en formación podría hacer relacionar componentes que aparezcan separadas en otro tipo de estudiantes.

Este resultado, también podría explicarse por la diferencia de contexto cultural y tipos de alumnos respecto a las investigaciones citadas. Por otro, sugiere la necesidad de continuar el estudio del cuestionario y las componentes valoradas así como de las actitudes de los profesores en formación cuyos componentes podrían estar más interrelacionados que los de otros tipos de estudiantes.

Asimismo hemos mostrado la alta dificultad percibida por los profesores en formación en el tema, puesto que esta componente fue la que peor valoración recibe. Creemos que esto sugiere una necesaria renovación metodológica en la enseñanza del tema, ya que muchos autores han mostrado su accesibilidad para todo tipo de estudiantes.

3. También nos propusimos como objetivo 3, comprobar si algunas de las variables independientes del estudio diferencian las actitudes, tanto en la actitud global como en los componentes que la configuran y aportamos que:

CONCLUSION 3. La variable género no influye en las actitudes globales, componentes o ítems aislados de las actitudes hacia la estadística de los profesores en formación, al contrario que ocurre con el número de años de estudio, donde observamos un relación directa y positiva.

Para llegar a estas conclusiones, se ha analizado la influencia de las variables independientes sobre la puntuación global y sobre el conjunto de ítems aislados, en este último caso, usando técnicas multivariantes que soslayan el problema de comparación múltiple. Se ha proporcionado información detallada del efecto de cada una de estas

variables, poniendo en relación nuestras conclusiones con las de otros autores que las han utilizado.

Al contrario que los resultados recogidos en otros trabajos, la variable género no influye en las actitudes, ello indica de nuevo otro punto a profundizar en las futuras investigaciones sobre el tema de actitudes.

La variable que aparece más destacada como diferenciadora es el número de años de estudios previos de estadística, hemos encontrado una tendencia a la mejora de las actitudes con el número de años de estudio, en línea con los resultados de Gil Flores (1999) con alumnos de pedagogía que no ha sido señalada claramente en otros estudios anteriores sobre actitudes y que es una aportación original de nuestro trabajo, en el sentido de que esta tendencia nos confirma en nuestra opinión de la urgente necesidad de reforzar la formación estadística del profesorado.

4. Finalmente interesaba determinar posibles relaciones entre actitudes y conocimientos estadísticos elementales, entendidos éstos como aquellos conocimientos incluidos en la enseñanza primaria y que el profesor en formación debería tener adquiridos. Respecto a este cuarto objetivo destacamos:

CONCLUSION 4. La presencia de errores conceptuales en conocimientos estadísticos elementales en profesores en formación que van a transmitir a sus alumnos, así como las peores actitudes en aquellos profesores con menor conocimiento. Para estos errores no hemos encontrado efecto del número de años de estudio aunque sí de la especialidad.

Para obtener estas conclusiones, se utilizó una parte del cuestionario de Konold y Garfield que nos pareció adecuada para nuestros fines, proporcionando y analizando las respuestas detalladas a cada ítem, así como la puntuación total obtenida en el cuestionario. Estos datos se pusieron en relación con las variables independientes del estudio y con las puntuaciones parciales y globales de las actitudes.

También en este caso, aunque no totalmente originales, los resultados complementan los escasos antecedentes sobre el tema. En general, los resultados fueron mejores que los esperados, ya que en la mayor parte de los ítems los

porcentajes de aciertos superan el 50% de casos. No obstante, al ser un tema que deben explicar, los profesores en formación debieran responder correctamente a todos o casi todos los ítems, siendo así que responden en promedio a 12 de las 19 preguntas.

Nuestros resultados indican la presencia de errores conceptuales, algunos comunes a un 20% o más de profesores en formación, entre los que destacamos específicamente:

- No aprecian el efecto de un valor atípico en el cálculo de la media y no son capaces de discernir cuándo un valor es atípico para un contexto dado, limitándose a aplicar rutinariamente la fórmula, sin relacionar con el problema planteado.
- Dar una interpretación cualitativa en lugar de cuantitativa a una probabilidad.
- Dar un planteamiento no probabilístico a un problema de probabilidad (outcome approach) interpretando un caso de probabilidad alta como seguro
- Confusión entre correlación y causalidad.
- No se aprecia el tamaño de la muestra en su relación con el muestreo
- No se comprende el algoritmo de cálculo de la media, en el sentido de ser capaz de invertirlo.
- Confusión entre las posiciones de media, mediana y moda en distribuciones asimétricas.
- No se aprecia el efecto del sesgo en el muestreo.

El no encontrar relación entre estos errores y el número de años de estudio, sugiere que la enseñanza no es realmente efectiva para cambiar estos errores, lo que confirma nuestra creencia que es necesario cambiar el tipo de enseñanza y hacerlo más interpretativo y menos algorítmico.

Respecto a la especialidad, los mejores resultados son en educación especial y educación física, posiblemente porque la nota de acceso es más alta y estos alumnos tienen mejores conocimientos iniciales. Habría que incidir particularmente en la formación de los alumnos de la especialidad de primaria que tienen peores conocimientos en comparación a sus compañeros, aún cuando han de ser los que deben

enseñar la materia.

Las aportaciones anteriores son generalizables a otros tipos de estudiante, pero podrían aplicarse concretamente al campo específico de la formación del profesorado. Para este colectivo (profesores en formación y profesores en ejercicio) hemos proporcionado información detallada sobre sus actitudes en el estudio exploratorio y el estudio definitivo.

Puesto que la investigación sobre actitudes hacia la estadística de los profesores es inexistente, pensamos que la información obtenida el respecto justifica por sí misma esta investigación, sobre todo teniendo en cuenta las variables analizadas y el estudio de su interrelación.

En lo que sigue analizamos con más detalle el efecto de cada variable, discutiendo las conclusiones respecto a cada una de las hipótesis planteadas.

5.2. CONCLUSIONES SOBRE LAS HIPÓTESIS DEL ESTUDIO DE PROFESORES EN FORMACIÓN

Sobre la hipótesis 1, la actitud hacia la estadística de los profesores en formación no está relacionada significativamente con el género ni en su totalidad ni en los diferentes componentes.

Aunque la puntuación media global en los varones fue de unos siete puntos, lo que indica que estos tienen una mejor actitud que las mujeres no se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa en la puntuación total de las actitudes. No hubo tampoco diferencias significativas en los ítems aislados, por lo que concluimos:

CONCLUSION 5. Las diferencias de actitudes debidas el género en los profesores en formación no son tan grandes como las encontradas en otros colectivos de estudiantes.

Respecto la hipótesis 2, la actitud hacia la estadística de los profesores en formación está relacionada significativamente con la especialidad, aunque las diferencias en puntuaciones medias globales llegaron a trece puntos al comparar los estudiantes de educación infantil con los de educación especial, globalmente no se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa. No hubo tampoco diferencias significativas en

los ítems aislados, por lo que concluimos :

CONCLUSION 6. Las diferencias de actitudes debidas a la especialidad en los profesores en formación no son determinantes.

En la hipótesis 3, la actitud hacia la estadística de los profesores en formación está relacionada significativamente con los años de estudio de estadística, esta variable resultó estadísticamente significativa, tanto en lo que se refiere a la actitud global como al efecto en ítems aislados. La puntuación global mejora sistemáticamente con el número de años de estudio, confirmando la importancia de la formación previa en la mejora de las actitudes. Hay mejora en 10 de los ítems que forman la escala, que se refieren particularmente a la capacidad cognitiva para aprender y a la utilidad concedida a la materia.

Hay también un efecto estadísticamente significativo del número de años de estudio respecto a tres de las componentes: utilidad, afectiva y valor, pero no se aprecia una mejora en la dificultad percibida del tema, por todo ello afirmamos que:

CONCLUSION 7. Los años de estudio de estadística tienen un efecto estadísticamente significativo tanto en lo que se refiere a la actitud global como a los componentes: utilidad, afectivo y valor.

En relación a la hipótesis 4. Los profesores en formación tienen errores conceptuales en algunos de los conceptos estadísticos elementales que deben enseñar a sus alumnos de educación primaria. Los conocimientos estadísticos de los profesores en formación están relacionados con su especialidad.

Los resultados del cuestionario muestran un desconocimiento de aspectos estadísticos básicos por parte de los profesores en formación. Aunque el número medio de respuestas es 12,1 sobre un total de 19, este resultado sugiere que un 36% de las cuestiones elementales planteadas son desconocidas para los estudiantes.

Aunque los resultados son buenos en cuanto a la percepción de la variabilidad del muestreo, sesgo de estimación, y comparación de promedios, hay dificultad de comprensión del algoritmo de la media, efecto de los valores atípicos sobre la media, y confusión entre correlación y causalidad.

No se observa un efecto significativo sobre estos errores del número de años de estudio, lo que nos lleva a reflexionar sobre el tipo de enseñanza actual de la estadística que no presta atención a los aspectos interpretativos y se centra en los algoritmos de cálculo.

Hemos encontrado diferencias significativas en función de la especialidad que se explican por la mayor nota de acceso exigida en unas especialidades frente a otras y en algunos ítems por la mayor familiaridad de algunos estudiantes con el contexto. A la vista de ello concluimos que:

CONCLUSION 8. Los profesores en formación tienen errores conceptuales en algunos de los conceptos estadísticos elementales, independientemente del número de años de estudio aunque no de su especialidad.

Por último, para la hipótesis 5. La actitud hacia la estadística de los profesores en formación está relacionada significativamente con sus conocimientos estadísticos elementales, se confirma en el hecho de que muchas de las correlaciones (de Pearson o Kendall, según los casos) entre puntuaciones totales o parciales en las dos pruebas correlacionan positivamente y significativamente.

Sin embargo la intensidad de la correlación es baja, por un lado, porque se trata de constructos (conocimientos y actitudes) multidimensionales, que no se pueden reflejar en un solo ítem, componente o cuestionario. Por otro, porque otras variables (años de estudio, especialidad) han mostrado su influencia sobre ambos constructos.

En todo caso, la confirmación de esta hipótesis nos sugiere que la mejora de los conocimientos de los profesores en formación es un camino para incidir positivamente en sus actitudes.

Es interesante resaltar cómo la componente de dificultad percibida no correlaciona con los resultados del cuestionario, por lo cual la dificultad percibida por los profesores en formación no se corresponde con la dificultad real del tema y los ítems que se les propone. También señalamos que fueron los ítems más difíciles (relativos a correlación- causalidad, efecto de valores atípicos y muestreo) los que más correlacionan con los componentes de las actitudes.

Los que resultan estadísticamente significativos son todos los afectivos y 2/3 de los

cognitivos y solo 2 de valor y 1 de dificultad. De nuevo corrobora que el valor se destaca independiente de los otros componentes, la dificultad percibida no guarda relación con los conocimientos reales. Cuanto mayor es el conocimiento mejor es la afectividad y la competencia cognitiva percibida.

Por todo lo expuesto concluimos:

CONCLUSION 9. La actitud hacia la estadística de los profesores en formación esta relacionada con sus conocimientos estadísticos elementales aunque el grado de correlación es bajo y varia según los componentes.

Finalmente destacamos que la fiabilidad y generalizabilidad alta de la escala y el cuestionario permiten extender nuestras conclusiones a otros profesores en formación de características similares a las de nuestro estudio.

5.3. IMPLICACIONES EN LOS PROGRAMAS DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO

Los resultados del trabajo muestran la necesidad de llevar a cabo una formación sistemática en estadística y su didáctica para los profesores en formación.

Por un lado, hemos encontrado errores en conceptos tan elementales como los promedios, que forman parte, no solo de la enseñanza primaria, sino de la cultura estadística mínima de los ciudadanos. En otros casos el conocimiento es puramente rutinario y se producen fallos en actividades de tipo interpretativo. Hemos encontrado también sesgos y heurísticas sobre las que es necesario incidir y concienciar a los profesores en formación.

En el terreno afectivo, hemos visto la incidencia de los conocimientos y también que es necesario educar las actitudes si queremos que estas se desarrollen positivamente y marquen la acción en el aula del profesor en el futuro.

A nuestro entender, esta formación debería incluir todos los conceptos que deben enseñar en su futura vida profesional tales como: población, censo y muestra, variable estadística, frecuencias y sus tipos, medida de posición central y dispersión, tipos de muestreo y error en el muestreo, e ideas elementales sobre dependencia aleatoria y

correlación.

Debemos también enseñar procedimientos y estrategias de recogida y análisis de datos elementales; elaboración e interpretación de tablas y gráficos, cálculo de promedios, resolución de problemas sencillos relacionados con la práctica en el aula.

Finalmente debemos educar las actitudes de los profesores en formación: mejorar su percepción de la utilidad y valor de la estadística en la sociedad y la práctica del profesor, importancia de la cooperación del ciudadano en la elaboración de estadísticas oficiales o sociales, importancia del desarrollo correcto del razonamiento estadístico en el niño.

Todo ello debe ser complementado con el conocimiento profesional, incluyendo recursos didácticos, errores y sesgos en el aprendizaje.

5.4. PERSPECTIVAS PARA OTRAS INVESTIGACIONES

Nuestra investigación abre un camino en el estudio de las actitudes y conocimientos de los profesores en formación en el terreno de la estadística, que debe ser continuado en futuras investigaciones.

Pensamos que es importante continuar la investigación realizada desde diferentes puntos de vista:

En primer lugar, sería interesante replicar nuestro estudio en otros contextos, por ejemplo en otros países en que los profesores reciben enseñanza de la estadística, para llevar a cabo estudios comparativos y analizar la parte común así como la característica del contexto cultural.

Los resultados obtenidos en el estudio componencial sugieren también la necesidad de indagar más sistemáticamente, tanto desde el punto de vista conceptual como del empírico sobre las componentes de las actitudes y su diferenciación y evaluación. Además de la necesidad de nuevos estudios de replicación somos conscientes de la necesidad de complementar este estudio con métodos más cualitativos en los que a partir de entrevistas a los estudiantes, estos puedan expresar más directamente sus sentimientos hacia la estadística.

Respecto al estudio de los conocimientos estadísticos de los profesores, la investigación previa es prácticamente inexistente, siendo este un campo en que debe

ampliar nuestra evaluación, considerando otras tareas y otros tipos de conocimiento. Finalmente más inexistente aún es el principal tema de investigación que se deduce de este estudio y que se refiere al diseño de actividades de formación estadística para los profesores en formación y profesores en ejercicio.

Todos estos puntos constituyen una agenda de investigación en el campo de la formación estadística de los profesores en el que pensamos continuar el trabajo iniciado en esta memoria. Esperamos que otros investigadores se interesen también en esta problemática.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAIRA FERNANDEZ, C. (1994). Influencia de la evaluación formativa en variables del ámbito afectivo. *Revista de Ciencias de la Educación*, 160, 539-562.
- ACOSTA, H. (1986). Diferencias por sexo en las actitudes hacia las matemáticas. *Educación Puerto Rico*, 54, 3-18.
- AIKEN, L. R. Jr. (1970). Affective factors in mathematics learning: Comments on a paper by Neale and a plan for research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 1, 251-255.
- AIKEN, L. R. Jr. (1974). Two scales of attitude toward mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 5, 67-71.
- AJZEN, I. (1988). *Attitudes, personality and behavior*. Open University Press. Milton Keynes.
- ALLPORT, G. W. (1935). *Psicología de la personalidad*. Paidós. Buenos Aires.
- AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION (1994). *Publication manual of the American Psychological Association* (Cuarta edición). American Psychological Association. Washington.

- AMON, J. (1990). *Estadística para psicólogos. Vol. 1 Estadística descriptiva*. Pirámide. Madrid.
- AMON, J. (1993). *Estadística para psicólogos. Vol. 2 Probabilidad y estadística inferencial*. Pirámide. Madrid.
- ANTTONEM, R. G. (1968). *An examination into stability of mathematics attitude*. Tesis doctoral. Universidad de Minesota. Dissertation Abstracts International.
- ARNAL, J. (1993). *Técnicas de investigación. Documento nº 8*. Publicaciones de la Universidad Autónoma de Barcelona
- ARZAQUIEL, Grupo. (1982). *Curso inicial de estadística en el Bachillerato*. ICE. Universidad Autónoma de Madrid. Cotoblanco. Madrid.
- AUZMENDI, E. (1991). *Evaluación de las actitudes hacia la estadística en estudiantes universitarios y factores que los determinan*. Tesis doctoral. Universidad de Deusto.
- AUZMENDI, E. (1992). *Las actitudes hacia la matemática estadística en las enseñanzas medias y universitarias*. Mensajero. Bilbao.
- AZCARATE, P.(1995). *El conocimiento profesional de los profesores sobre las nociones de aleatoriedad y probabilidad. Su estudio en el caso de la educación primaria*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- AZCARATE, P. y CARDEÑOSO, J. M. (2000). La resolución de problemas profesionales como eje metodológico en la formación inicial de profesores de matemáticas. En: C. Corral y E. Zurbano (Eds.), *Actas del IV Simposio sobre Propuestas metodológicas y de evaluación en la formación inicial de los profesores del área de Didáctica de la Matemática* (pp. 167-180). Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Didáctica de la Matemática. Universidad de Oviedo.
- BALL, D. L. (1990). The mathematical understanding that prospective teachers bring to teacher education. *The Elementary School Journal*, 90, 449-466.
- BALL, R. (1991). Research on teaching mathematics: Making subject matter knowledge part of the equation. En: J. Brophy (Ed.), *Advances in research on teaching:*

- teachers' subject matter knowledge and classroom instruction* (vol. 2, pp. 125-137). JAI Press. Greenwich.
- BARR, G. V. (1980). Some students ideas on the median and mode. *Teaching Statistics*, 2, 38-41.
- BATANERO, C., GODINO, J. D., VALLECILLOS, A., GREEN, D. R. y HOLMES, P. (1994). Errors and difficulties in understanding statistical concepts. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 25(4), 527-547.
- BATANERO, C., GODINO, J. D. y NAVAS, F. (1997). Concepciones de maestros de primaria en formación sobre los promedios. En: H. Salmerón (Ed.), *Actas de las VII Jornadas LOGSE: Evaluación Educativa* (pp. 310-304). Universidad de Granada.
- BATANERO, C. (1998). Recursos para la educación estadística en Internet. *UNO*, 15, 13-15.
- BATANERO, C. (1999). Cap on va l'educació estadística. *Biaix*, 15, 2-13.
- BATANERO, C. (2001a). *Didáctica de la estadística*. Grupo de Investigación en Educación Estadística. Granada.
- BATANERO, C. (2001b). *Training researchers in the use of statistics*. Granada: International Association for Statistics Education e International Statistical Institute.
- BATANERO, C., ESTEPA, A. y GODINO, J. D. (1988). *Curso de estadística basado en el uso de ordenadores*. Los autores. Jaen.
- BATANERO, C. y GODINO, J. D. (2001). *Análisis de datos y su didáctica*. Los autores. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.
- BEGG, A. (1997). Some emerging influences underpinning assessment in statistics. En: I. Gal, & J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 17-26). IO Press y International Statistical Institute. Voorburg.
- BIEHLER, R. (1990). Changing conceptions of statistics: a problem area for teacher education. En: A. Hawkins (Ed.), *Training teachers to teach statistics* (pp. 20-38). Voorburg. International Statistical Institute.

- BISHOP, A. J. (1987). Aspectos sociales y culturales de la educación matemática. *Enseñanza de las Ciencias*, 2, 91-95.
- BISQUERRA, R. (1989). *Métodos de investigación educativa*. P.P.U. Barcelona.
- BLANCO, L. J., CASTRO, E. y SÁNCHEZ, M.V. (2001). Formación matemática de los profesores de Primaria. *11 Boletín SEIEM- Internet. Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática*. Alicante/Granada. Publicación electrónica.
- BLANCO, L. y GUERRERO, E. (2002). Actitudes y creencias en la educación matemática. En: C. Peñalva (Ed.), *Aportaciones de la didáctica de la matemática a diferentes perfiles profesionales* (pp. 121-142). Universidad de Alicante.
- BONET, E. (1985). Notas sobre la enseñanza de la probabilidad y de la Estadística. *L'Escaire*, 14, 64-65.
- BORASSI, R. (1987). Exploring mathematics through the analysis of errors. *For the Learning of Mathematics*, 7(3), 2-8.
- BRADSTREET, T. E. (1996). Teaching introductory statistics course so that nonstatisticians experience statistical reasoning. *The American Statistician*, 50, 69-78.
- BRIGHT, G. W. (1973). Some remarks on Levine's study of attitudes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 4, 126-128.
- BRITO, M. R. F. (1998). Adaptação e validação de uma escala de atitudes em relação à Matemática. *Zetetiké*, 6(9), 109-162.
- BROMME, R. (1994). Beyond subject matter: A psychological topology of teachers' professional knowledge. En: R. Biehler, R. Scholz, R. Straber, y R. Winkelmann (Eds.), *Didactics of mathematics as a scientific discipline* (pp. 73-78). Kluwer. Dordrech.
- BURRILL, G. (1996). Currículum issues in United States schools. En: B. Phillips (Ed.), *Papers on statistical education presented at ICME-8* (pp. 15-26). IASE. Swinburne University of Technology.

- BUSQUETS, O. (1991). *Avaluació de l'actitud envers la matemàtica dels alumnes de BUP i COU*. Treball d'investigació del programa de doctorat Didàctica de la Matemàtica i les CCEE. Barcelona.
- CAI, J. (1995). Beyond the computational algorithm: Students' understanding of the arithmetic average concept. En: L. Meira (Ed.), *Proceedings of the 19th PME Conference* (vol. 3, pp. 145-151). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
- CALDERHEAD, J. y ROBSON, M. (1991). Images of teaching. *Teaching & Teacher education*, 7, 1-8.
- CALLAHAN, W. J. (1971). Adolescent attitudes toward mathematics. *Mathematics Teacher*, 64, 751-755.
- CALLEJO, M. L. (1994) *Un club matemático para la diversidad*. Narcea. Madrid
- CAMPBELL, S. K. (1974). *Flaws and fallacies in statistical thinking*. Prentice-Hall. New Jersey.
- CAMACHO, M., HERNÁNDEZ, J. y SOCAS, M. M. (1995). Concepciones y actitudes de futuros profesores de matemáticas hacia la matemática y su enseñanza: Un estudio descriptivo. En: L. J. Blanco y V. Mellado (Eds.), *La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal* (pp. 81-97). Diputación Provincial de Badajoz.
- CARDEÑOSO, J. M. (1998). *Las creencias y conocimientos de los profesores de primaria andaluces sobre la matemática escolar. Modelización de las concepciones sobre aleatoriedad y probabilidad*. Tesis doctoral. Universidad de Cádiz.
- CARDEÑOSO, J. M., FLORES, P. y AZCARATE, P. (2001). El desarrollo profesional de los profesores de Matemáticas como campo de investigación en educación matemática. En: P. Gómez, P. y L. Rico (Eds) *Iniciación a la investigación en didáctica de la matemática. Homenaje al profesor Mauricio Castro* (pp. 233-245). Universidad de Granada.

- CARMINES, E. G. y ZELLER, R. A. (1979). *Reliability and validity assesment*. Sage University Paper.
- CARVALHO, C. (1998). Tarefas estatísticas e estratégias de resposta. Comunicación presentada en el *VI Encuentro en Educación Matemática de la Sociedad Portuguesa de Ciencias de la Educación*. Castelo de Vide. Portugal.
- CARVALHO, C. (2001). *Interacção entre pares: Contributos para a promoção do desenvolvimento lógico e do desempenho estatístico, no 7 ano de escolaridade*. Tesis Doctoral. Universidad de Lisboa.
- CAZORLA, I. M., SILVA, C. B. da, VENDRAMINI, C. y BRITO, M. R. F.(1999). Adaptação e validação de uma escala de atitudes em relação à Estatística. En: *Actas de la Conferência Internacional: Experiências e Perspectivas do Ensino da Estatística* (pp. 45-58). PRESTA. Florianópolis.
- CHANCE, B. (1997). Experiences with authentic assessment techniques in an introductory statistics course. *Journal of Statistics Education*, 5, 457-467.
- COBO, B. y BATANERO, C. (2000). La mediana en la educación secundaria ¿Un concepto sencillo?. *UNO*, 23, 85-97.
- COCKCROFT, Informe (1985). *Las matemáticas si cuentan*. MEC. Madrid.
- COOK, D. y CAMPBELL, O. (1979). *Quasi-experimentation: Design and analysis issues for field settings*. Rand. Mc. Nally Publishing Company. Chicago.
- CRUISE, R. J., CASH, R. W. y BOLTON, D. L. (1985). Development and validation of an instrument to measure statistical anxiety. *American Statistical Association Proceedings of the Section on Statistics Education*, 92-97.
- CUADRAS, C. M. (1991). *Métodos de análisis multivariante*. Eunibar. Barcelona.
- CURCIO, F. R. (1987). Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18 (5), 382-393.
- CURCIO, F. R. (1989). *Developing graph comprehension*. N.C.T.M. Reston. VA.
- DANE, F. C. (1990). *Research methods*. Thompson. Pacific Grow. CA.
- DAVES, R. M. (1975). *Fundamentos y técnicas de medición de actitudes*. Ed. Limusa. Mexico.

- DELORS, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Santillana/Unesco. Madrid.
- DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT (1992). *Curriculum Educació Primària*. Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT (1992). *Curriculum d'Educació Secundària*. Generalitat de Catalunya. Barcelona..
- DILLON, D. R. (1993). The wider social context of innovation in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 6, 71-76.
- DUNN, O. J. y CLARKE, V. A. (1987). *Applied statistics, Analysis of variance and regression*. Nueva York: Willy.
- DUTTON, W. (1954). Measuring attitudes toward arithmetic. *The Elementary School Journal*, 55, 24-31.
- DUTTON, W. (1968). Attitudes change of prospective elementary school teachers toward arithmetic. En: J. Worth (Ed.), *Readings from the arithmetic teacher* (pp. 39-45). NCTM. Reston, VA.
- EAGLY, A. H. y CHAIKEN, S. (1992). *The psychology of attitudes*. Harcourt Brace Jovanovich. San Diego, CA.
- EISENBACH, R. (1994). What does de mean mean? Trabajo no publicado, presentado en el *Fourth International Conference on Teaching Statistics*. Marrakesh.
- ELLERTON, N. (1996). Statistical significance testing and this journal. *Mathematics Education Research Journal*, 8(2), 97-100.
- ELMORE, P. B. y VASU, E. S. (1980a). Relationship between selection variables an statistics achievement. *Journal of Educational Psychology*, 72, 457-467.
- ELMORE, P. B. y VASU, E. S. (1986). A model of statistics achievement using spatial ability feminist attitudes and mathematics. Related variables as prediction. *Educational and Psychological Measurement*, 46, 215-222.
- ELMORE, P. B. y LEWIS, E. L. (1991). Statistics and computer attitudes and achievement of students enrolled in applied statistics: Effect of a computer laboratory. Trabajo presenado en the *American Educational Research Association Annual Meeting*. Chicago

- ESCAMEZ, J. y ORTEGA, P. (1986). *La enseñanza de actitudes y valores*. Ed. Nau. Valencia.
- ESCUADERO ESCORZA, T. y LACASTA ZABALZA, E. (1984). Las actitudes científicas de los futuros maestros en relación con sus conocimientos. *Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3), 175-180.
- ESCUADERO MUÑOZ, J. (1991). *Los desafíos de las reformas escolares. Cambio educativo y formación para el cambio*. Arquetipo Ediciones. Madrid.
- ESTEPA, A. (1990). *Enseñanza de la estadística basada en el uso de ordenadores: Un estudio exploratorio*. Memoria de Tercer Ciclo. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.
- ESTEPA, A. (1991). *Didáctica de la Estadística*. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Jaén.
- 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. Departamento de Didáctica de la matemática. Universidad de Granada.
- ESTEPA, A. y BATANERO, C. (1994). Concepciones iniciales sobre la asociación estadística. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 155-170.
- ESTEPA, A., BATANERO, C. y SÁNCHEZ, F. T. (1999). Judgments of association in the comparison of two samples: students' intuitive strategies and preconceptions. *Hiroshima Journal of Mathematics Education*, 7, 17-30.
- ESTRADA, A. (1999). *Análisis de actitudes hacia la Estadística*. Memoria de Tercer Ciclo. Departament de Didáctica de les Matemàtiques i les Ciències Experimentals. Universidad Autònoma de Barcelona.
- ESTRADA, A. (2001a). Actitudes hacia la Estadística. En: Grupo Editorial Universitario. *Actas del Congreso Nacional de Didácticas Específicas* (pp.1188-1192). Universidad de Granada.

- ESTRADA, A. (2001b). Actitudes hacia la Estadística en profesores en formación y en ejercicio. En : J. Mauri (Ed.), *Actas de las IV Jornadas M^a Rúbies d' Innovació Educativa*. (pp. 1995-201). Universidad de Lleida.
- ESTRADA, A. (2001c). Evaluación de actitudes hacia la Estadística. En: Cardeñoso, J. M. y otros (Eds.), *Actas de las Jornadas de investigación en el aula de Matemáticas. Atención a la diversidad* (pp. 157-162). Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.
- ESTRADA, A. (2002). Actitudes hacia la Estadística e instrumentos de evaluación. En: *Actas de las Jornades Europees d' Estadística* (pp. 369-384). Instituto Balear de Estadística. Palma de Mallorca.
- FAGHIHI, F. y RAKOW, E. A. (1995). The Relationship of Instructional Methods with Student Responses to the Survey of attitudes Toward Statistics. Paper presented at the *Annual Meeting of the Mid South Educational Research Association*. Biloxi, MS.
- FEINBERG, L. B. y HALPERIN, S. (1978). Affective and cognitive correlates of course performance in introductory statistics. *The Journal of Experimental Education*, 46, 11-18.
- FELDT, L. S. y BRENNAN, R. L. (1991). *Reliability*. En: R. L. Linn (Ed.), *Educational measurement* (pp.105-113). MacMillan. New York.
- FENNEMA, E. y SHERMAN, J. A. (1976). Femmemma-Shermann Mathematics attitude Scales: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7, 324-326.
- FENNEMA, E. y SHERMAN, J. A. (1978). Sex-related differences in mathematics achievement and related factors: A further study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7, 189-203.
- FERNANDES, D. (1995). Analyzing four preservice teachers' knowledge and thoughts through their biographical histories. *Proceedings of the Nineteenth International*

- Conferences for the Psychology of Mathematics Education* (vol.2, pp. 162-169).
Universidad Federal de Pernambuco Recife. Brazil,
- FISCHBEIN, J. (1975). *The intuitive sources of probabilistic thinking in children*.
Reidel. Dordrecht.
- FLORES, P. (1994). *Concepciones y creencias de los futuros profesores sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje. Evaluación durante las Prácticas de Enseñanza*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- FLORES, P. (1999). Conocimiento profesional en el área de didáctica de la matemática en el primer curso de la formación de maestros de educación primaria. En: J. Carrillo y N. Climent (Eds), *Modelos de formación de maestros en Matemáticas* (pp. 99-118). Publicaciones de la Universidad de Huelva.
- FLORES, P. (2000). Actividades de educación matemática para la formación de profesores. En: C. Corral y E. Zurbano (Eds.), *Actas del IV Simposio sobre propuestas metodológicas y de evaluación en la formación inicial de los profesores del área de Didáctica de la Matemática* (pp. 41-63). Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Didáctica de la Matemática. Universidad de Oviedo.
- FOX, D. J. (1981). *El proceso de investigación en la educación*. Eunsa. Pamplona.
- GAIRIN SALLAN, J. (1987). *Las actitudes en educación*. P.P.U. Barcelona.
- GAL, I. (2002). Adult's statistical literacy: Meaning, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70, 1-52.
- GAL, I. y GARFIELD J. B. (1997). Monitoring attitudes and beliefs in statistics education. En: I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 37-51). IOS, Press, Voorburg.
- GAL, I. y GINSBURG, L. (1994). The role of beliefs and attitudes in learning statistics: towards an assesment framework. *Journal of Statistics Education*, 2(2).
Publicación electrónica.

- GARCÍA BLANCO, M. (2000). El aprendizaje del estudiante para profesor de matemáticas desde la naturaleza situada de la cognición: implicaciones para la formación inicial de maestros. En: C. Corral y E. Zurbano (Eds.), *Actas del IV Simposio sobre Propuestas metodológicas y de evaluación en la formación inicial de los profesores del área de Didáctica de la Matemática* (pp. 113-139). Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Didáctica de la Matemática. Universidad de Oviedo.
- GARFIELD, J. B. (1981). Evaluating students' understanding of statistics: development of the statistical reasoning assessment. En: *Proceedings of the Thirteenth Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (vol.2, pp. 1-7). Blacksburg, VA.
- GARFIELD, J. B. (1993). An authentic assessment of students' statistical knowledge. En: N. Webb (Ed.), *Assessment in the Mathematics Classroom, National Council of Teachers of Mathematics 1993 Yearbook*, (pp. 187-196). NCTN, Reston, VA.
- GARFIELD J. B. (1996). Assessing student learning in the context of evaluating a Chance Course. *Communications in Statistics: Theory and Methods*, 25(11), 2863-2873.
- GARFIELD, J. B. y BURRILL, G. (1997). *Training Researchers in the Use of Statistics*. IASE.
- GAROFALO, J. y LESTER, F. K. Jr. (1985). Metacognition, cognitive monitoring and mathematical performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16, 163-176.
- GATTUSO, L. y MARY, C. (1998). *Development of the concept of weighted average among high-school students*. En: L. Pereira-Mendoza, L. Seu Keu, T. Wee Kee y W. K. Wong (Eds.), *Proceedings of the Fifth International Conference on Teaching Statistics* (pp. 685-691). Singapur: International Association for Statistical Education.

- GERBER, R., BOULTON-LEWIS, G. y BRUCE, C. (1995). Children's understanding of graphic representation of quantitative data. *Learning and Instruction*, 5, 70-100.
- GIL FLORES, J. (1996). *Problemas de estadística básica aplicados a las ciencias de la educación*. Kronos. Sevilla.
- GIL FLORES, J. (1999). Actitudes hacia la Estadística. Incidencia de las variables sexo y formación previa. *Revista Española de Pedagogía*, 214, 567-590.
- GIMÉNEZ, J. (1997). ¿Por qué actitudes?. *UNO*, 13, 5-6.
- GIMÉNEZ, J. (1997). Nunca es tarde para mejorar las actitudes. El caso de las fracciones. *UNO*, 13, 63-80.
- GIMÉNEZ, J. (1997). *Evaluación en matemáticas. Una integración de perspectivas*. Síntesis. Madrid.
- GIMENO SACRISTAN, J. (1998). *Poderes inestables en educación*. Morata. Madrid.
- GODINO, J. D. (1995). ¿Qué aportan los ordenadores a la enseñanza y aprendizaje de la estadística? *UNO*, 5, 45-56.
- GODINO, J. D., BATANERO, C. y CAÑIZARES, M. J. (1987). *Azar y Probabilidad*. Síntesis. Madrid.
- GODINO, J. D.; BATANERO, C. y FLORES, P. (1999). El análisis didáctico del contenido matemático como recurso en la formación de profesores. En: *Homenaje al profesor Oscar Sáenz Barrio* (pp. 165-168). Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Granada.
- GOLEMAN, D. (1996). *Inteligencia emocional*. Kairos. Barcelona.
- GOODCHILD, L. (1988). School pupils' understanding of average. *Teaching Statistics*, 10, 77-81.
- GÓMEZ CHACÓN, I. M. (1997). La alfabetización emocional en educación matemática: actitudes, emociones y creencias. *UNO*, 13, 7-22.
- GÓMEZ CHACÓN, I. M. (2000). *Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático*. Narcea. Madrid.

- HARLOW, L. L., MULAİK, S. A. y STEIGER, J. H. (1997). *What if there were no significance tests?* Lawrence Erlbaum Associates. Mahwah, NJ.
- HART, L. E. y XSHAT-SNIDER, M. (1989). Sociocultural and motivacional contexts of mathematics learning for diverse students. En M. Carr (Ed.), *Motivation in Mathematics*. Hampton Press. Gressjill, NJ.
- HARVEY, A. L., PLAKE, B. S. y WISE, S. L. (1988). The validity of six beliefs about factors related to statistics achievement. Presentado en el *Congreso de la AERA*, New Orleans. Publicación electrónica.
- HERNÁNDEZ, J., PALAREA M. Y SOCAS, M. (2001). Análisis de las concepciones, creencias y actitudes hacia las matemáticas de los alumnos que comienzan la Diplomatura de Maestro. El papel de los materiales didácticos. En M. Socas, M. Camacho y A. Morales (Eds.), *Formación del profesorado e investigación en educación matemática* (pp. 115-125). Universidad de La Laguna.
- HERNÁNDEZ, R. P., GÓMEZ CHACÓN, I. (1997). Las actitudes en educación Matemática. Estrategias para el cambio. *UNO*, 13, 41-62.
- HIGGINS, J. L. (1970). Attitude changes in a mathematics laboratory utilizing a mathematics through-science approach. *Journal for Reseach in Mathematics Education*, 7, 43-56.
- HOLMES, P. (1980). *Teaching statistics 11-16*. Schools Council by Foulsham. Educational England. Sheffield.
- I.C.M.I. (1986). *Las Matemáticas en Primaria y Secundaria en la década de los 90. Kuwait 1986*. Mestral. Valencia.
- IVEY, K. M. C. (1994). *World views in the mathematics classroom: students translating beliefs into actions*. Tesis doctoral. Washington State University. Pullman WA.
- JARRELL, M. G. (1989). Coping strategies inventory for statistics. Paper presented at the *Annual Meeting of the Mid –South Educational Research Assocciation*, Littel Rock, AK.
- JOHNSON, G. (1981). *An investigation of selected variables and their effect upon the attitude toward mathematics*. A.E.R.A. Dallas.

- KAHNEMAN, D., SLOVIC, P. y TVERSKY, A. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge University Press. New York.
- KONOLD, C. (1989). Informal conceptions of probability. *Cognition and Instruction*, 6, 59-98.
- KONOLD, C. (1991). Understanding students' beliefs about probability. En: E. von Glasersfeld (Ed.), *Radical Constructivism in Mathematics Education* (pp. 139-156). Dordrecht: Kluwer.
- KONOLD, C. y GARFIEL, J. (1993): *Statistical Reasoning Assesment*, Part 1: Intuitive Thinking. University of Massachusetts: Scientific Reasoning Institute.
- KONOLD, C., POLLATSEK, A., WELL, A. y GAGNON, A. (1997). Students' analysing data: Research of critical barriers. En: J. B. Garfield y G. Burrill (1997). *Research on the role of technology in teaching and learning statistics* (pp. 151-169). International Statistical Institute. Voorburg.
- LAWRENZ, F. (1985). Impact o a five week energy education program on teacher beliefs and attitudes. *School Science and Mathematics*, 85 (1), 27-36.
- LECOUTRE, M. P. (1985) Effect d'informations de nature combinatoire et de nature frequentielle sur le judgements probabilistes. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 6, 193-213.
- LEON, M. R. y ZAWOKESWSKI, J. S. (1991). Use of the arithmetic mean: An investigation of four properties. Issues and preliminary resuls. En: D. Vere-Jones (Ed.), *Proceedings of the Third International Conference on Teaching Statistics* Voorburg (pp. 302-306).. Holanda: International Statistical Institute.
- LEVIN, J. R. (1998). To test or not to test H_0 ?. *Educational and Psychological Measurement*, 58(2), 313-333.
- LI, K. Y. y SHEN, S. M. (1992). Students' weaknesses in statistical projects. *Teaching Statistics*, 14 (1), 2-8.
- LLINARES, S. (1994). El profesor de Matemáticas. Conocimiento base para la enseñanza y desarrollo profesional. En: L. Santaló, S. Llinares, V. Sanchez, A.

- Taibo, y A. García-Hoz (Eds), *La enseñanza de las ciencias en la educación intermedia* (pp. 296-337). Rialp Editores. Madrid.
- LOOSEN, F., LIOEN, M. y LACANTE, M. (1985). The standard deviation: Some drawbacks of an intuitive approach. *Teaching Statistics*, 7 (1), 2-5.
- LORTIE, D. (1975). *School teacher: A sociological study*. University of Chicago Press. Chicago.
- MANDLER, G. (1989). Affect and learning: causes and consequences of emotional interactions. En D.B.McLeod and V.M. Adams (Eds.). *Affect and mathematical problem solving* (pp. 3-19). Springer-Verlag. New York.
- MASTRACCI, M. (2000). *Gli aspetti emotive nell'evolution dell'apprendimento della statistica e della sua valutazione. Un caso di studio sugli studenti di SSA*. Tesis de Laurea. Universidad La Sapienza de Roma.
- McCALL, C. H., BELLI, G. y MADJIDI, F. (1990). *The complexities of teaching graduates students in educational administration introductory statistical concepts*. University of Chicago Press. Chicago.
- Mc LEOD, D. B. (1988). Affective issues in Mathematical problem solving: Some theoretical considerations. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19, 134-140.
- Mc LEOD, D. B. (1989). Beliefs, attitudes and emotions: new view of affect in mathematics education. En: D. B. McLeod y V. M. Adams (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: A new perspective* (pp. 245-258). New York: Springer-Verlag.
- Mc LEOD, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. En: D.A. Grows(Ed.).*Hanbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 575-596). Macmillan N.C.T.M. New York.
- Mc LEOD, D. B. (1994). Research on affect and mathematics learning in JRME: 1970 to the present. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(6), 637-647.
- M.E.C.(1969). *La Educación en España. Bases para una política educativa*. Secretaría General Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.

- M.E.C.(1971). *Educación General Básica. Nuevas Orientaciones, Segunda Etapa*. Magisterio Español. Madrid.
- M.E.C.(1981). *Programas Renovados de la Educación Preescolar y Ciclo Inicial*. Magisterio Español. Madrid.
- M.E.C.(1981). *Programas Renovados de la Educación General Básica. Ciclo Medio*. Magisterio Español. Madrid.
- M.E.C.(1981). *Programas Renovados de la Educación General Básica. Ciclo Superior*. Magisterio Español. Madrid.
- M.E.C. (1988a). *Diseño Curricular Base para la Enseñanza Primaria*. Madrid: Ministerio de Educacion y Ciencia.
- M.E.C. (1988b). *Diseño Curricular Base para la Enseñanza Secundaria Obligatoria*. Madrid: Ministerio de Educacion y Ciencia.
- M.E.C. (1992). *Decretos de Enseñanza Secundaria Obligatoria*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- MENON, R. (1993). Statistical significance testing should be discontinued in mathematics education research. *Mathematics Education Research Journal*, 5(1), 4–18.
- MEVARECH, Z. R. (1983). A deep structure model of students' statistical misconceptions. *Educational Studies in Mathematics*, 14, 415-429.
- MOKROS, J. y RUSSELL, S. J. (1995). Children's concepts of average and representativeness. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26, 20-39.
- MOORE, C. M. (1987). *Group techniques for idea building*. Sage. Newbury Park, CA.
- MOORE, D. S. (1997). Bayes for Beginners? Some reason to hesitate. *The American Statistician*, 51 (3), 254-274.
- MORALES, P. (1988). *Medición de actitudes en psicología y educación*. Universidad de Comillas. San Sebastián.
- MORRISON, D. E., y HENKEL, R. E. (1970). *The significance tests controversy. A reader*. Aldine. Chicago.

- MUÑIZ, J. (1994). *Teoría clásica de los tests*. Pirámide, Madrid.
- MUÑOZ SAN ROQUE, I. (2000). Evaluación y mejora de las actitudes hacia las Matemáticas a lo largo del sistema educativo:nuevo reto docente. En: C. Corral y E. Zurbano (Eds.), *Actas del IV Simposio "Propuestas metodológicas y de evaluación en la formación de los profesores del area de Didáctica de la Matemática* (pp. 307-326). Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Didáctica de la Matemática. Universidad de Oviedo.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (1989). Curriculum and Evaluation standards for School Mathematics. Reston. VA.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (1991). Estándares curriculares y de evaluación para la educación matemática. Sevilla: Sociedad Thales (traducción española del original publicado en 1989 por la NCTM).
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. The Council. Reston. VA.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (1993). p.181
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (1995). *Assessment Standards for School Mathematics*. The Council. Reston. VA.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*.The Council. Reston. VA.
- NEWCOMB, T. M., TURNER, R. y CONVERSE, P. C. (1985). *Social psychology*. Hope. New York.
- NORTES CHECA, A. (1989). *Proyecto docente y de investigación*.Universidad de Murcia.
- NORTES CHECA, A. (1991a). *Estadística teórica y aplicada*. TEMA. Madrid.
- NORTES CHECA, A. (1991b). *Un modelo de evaluación diagnóstica en Matemáticas*. Secretariado de publicaciones e intercambio científico. Colección: cuadernos 56. Universidad de Murcia.

- NORTES CHECA, A. y MARTÍNEZ, R. (1992). Actitud, aptitud y rendimiento en matemáticas: un estudio en 1ero de Magisterio. *SUMA*, 10, 36-43.
- ONTORIA, A. (1992). *Mapas conceptuales*. Ed. Narcea. Madrid.
- ORTIZ DE HARO, J. J. (1999). *Significados de los conceptos probabilísticos en los libros de texto de Bachillerato*. Departamento de Didáctica de la matemática. Universidad de Granada.
- OSTERLIND, S. (1989). *Constructing test items*. Kluwer, Boston
- OTTAVIANI, G. (1999). Promover la enseñanza de la estadística: La contribución del IASE y su cooperación con los países en vías de desarrollo. Conferencia inaugural *Actas de la Conferência Internacional: Experiências e Perspectivas do Ensino da Estatística* Florianópolis.
- PAJARES, M. F. (1992). Teachers beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- PASTOR RAMOS, G. (1983). *Conducta interpersonal. Ensayo de psicología social sistemática*. Universidad Pontificia de Salamanca.
- PEHKOMEN, E. K. (1994). On teachers beliefs and changing mathematics teaching. *Journal für Mathematics Didaktik*, 15, 177-209.
- PÉREZ ECHEVERRÍA, M. P. (1990). *Psicología del razonamiento probabilístico*. Madrid: ICE de la Universidad Autónoma.
- PERNEY, J. y RAVID, R. (1991). The relationship between attitudes towards statistics, math self –concept, text anxiety and graduate students' achievement in an introductory statistics course. Trabajo presentado en el *American Educational Research Association Annual Meeting*. Boston.
- PETERSON, I. (1991). Pick a sample. *Science News*, 140, 56-58.
- PHILIPPOU, G. (1994). Misconceptions, attitudes and teacher preparation. *Proceedings of the third International seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Cornell University. Misconception trust Ithaca. N.Y. Publicación electrónica.

- PHILIPPOU, G. y CONSTANTINOS, C. (1998). The effects of a preparatory mathematics program in changing prospective teachers, attitudes towards Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 35, 189-206.
- PIAGET, J. y INHELDER, B. (1951). *La genése de l'idée de hasard chez l'enfant*. Presses Universitaires de France. Paris.
- POLLASEK, A., LIMA, S. y WELL, A. D. (1981). Concept or computation: Students' understanding of the mean. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 191-204.
- POZO, I. y MONEREO, C. (1999). *Aprendizaje estratégico*. Siglo XXI. Madrid.
- PRAWAT, R. S. y ANDERSON, A. L. (1994). The affective experiences of children during mathematics. *The Journal of Mathematical Behavior*, 13, 201-222.
- PRETORIUS, T. B. y NORMAN, A. M. (1992). Psychometric data on the Statistics Anxiety Scale for a sample of South African students. *Educational and Psychological Measurement*, 52, 933-937.
- PUIG, L. (1991). *La educación matemática en la enseñanza secundaria*. Capítulo III. ICE. Universitat de Barcelona. Ed. Wonsori. Barcelona.
- RADATZ, H. C. (1980). Student errors in the mathematical learning: a survey. *For the Learning of Mathematics*, 1(1), 16-20.
- READING, C. y PEGG, J. (1996). Exploring understanding of data reduction. En L. Puig y A. Gutierrez (Eds.), *Proceedings of the 20th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Universidad de Valencia, 4, 187-194.
- REID, D. J. y TRACEY, D. C. (1985). The evaluation of a school science syllabus through objectives attitudes. *European Journal of Science Education*, 7 (4), 375-386.
- RICO, L. Y CARRILLO, J. (1999). The training and performance of primary teachers in Mathematics education. The case of Spain. Ponencia invitada en *el Congreso Internacional The training and performance of primary teachers in Mathematics Education*, organizado por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en Madrid.

- ROBERTS, D. M. y BILDERBACK, E. W. (1980). Reliability and validity of a statistics attitudes survey. *Educational and Psychological Measurement*, 40, 235-238.
- ROBERTS, D. M. y SAXE, J. E. (1982). Validity of a statistics attitudes survey: A follow-up study. *Educational and Psychological Measurement*, 42, 907-912.
- ROBERTS, D. M. y REESE, C. M. (1987). A comparison of two scales measuring attitudes towards statistics. *Educational and Psychological Measurement*, 47, 759-764.
- ROKEACH, M. (1968). *Beliefs, attitudes and values*. Jossey-Bass. San Francisco.
- ROSENTAL, B. (1992). *No more statistics, no more sadists, no more victims*. Editorial UMAP. Journal, 13, 281-290.
- RUFFELL, M.; MASON, J. y ALLEN, B. (1998). Studying attitude to mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 35, 1-18.
- RUSSELL, S. J. y MOKROS, J. R. (1991). What's typical?: Children's ideas about average. En: D. Vere-Jones (Ed.) *Proceedings of the Third International Conference on Teaching Statistics* (pp. 307-313). Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.
- SANCHEZ, V. (1995). La formación de los profesores y las matemáticas. Algunas implicaciones prácticas de las investigaciones teóricas. *Revista de Educación*, 306, 397-426.
- SANTISTEBAN, C. (1990). *Psicometría. Teoría y práctica en la construcción de tests*. Norma. Madrid.
- SCHAU, C., STEVENS, J., DAUPHINE, T. y DEL VECCHIO, A. (1992). *The development of the survey of attitudes towards statistics*. Paper presented at the American Educational Research Association Annual Meeting. San Francisco.
- SCHAU, C., STEVENS, J., DAUPHINE, T. y DEL VECCHIO, A. (1995). The development and validation of the survey of attitudes towards statistics. *Educational and Psychological Measurement*, 55 (5), 868-875.

- SCHOENFELD, A. H. (1989). Explorations of students mathematical beliefs and behavior. *Journal for Research in Mathematics Education*, 11, 148-149.
- SCHOFIELD, H. (1981). Sex, grade level and the relation ship between mathematics attitude and achievement in children. *Journal of Educational Research*, 75 (5), 280-284.
- SCHUYTEN , G. (1991). Statistical thinking in psychology and education. En: D. Vere-Jones (Ed.), *Proceeding of the Third International Confrcnce on Teaching Statistics* (pp. 486-490). Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.
- SEGARRA, H. y TRAVER, J. (1997). La enseñanza de las Matemáticas y la construcción de las actitudes. Una incógnita por resolver. *UNO*, 13, 23-30.
- SERRANO ROMERO, L. (1996). *Significados institucionales y personales de conceptos matemáticos ligados a la aproximación frecuencial de la enseñanza de la probabilidad*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- SHAUGHENESSY, M. J. (1992). Research in probability and statistics: reflections and directions. En: D.A. GROUWS (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 465-494). MacMillan, Nueva York.
- SHULMAN, L. (1986). *Paradigm and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective*. En: M.C. Witrock (Ed.) *Handbook of Research on Teaching* (p. 3-36). Macmillan. New York.
- SILVA, C. B. da. CAZORLA, I. M. y BRITO, M. R. F. (1999). Concepções e attitudes em relação a estatística. *Conferência Internacional: Experiências e Perspectivas do Ensino da Estatística* (pp. 18-29). Florianópolis.
- STEINBRING, H. (1990). The nature of stochastic knowledge and the traditional mathematics curriculum. Some experiences with in-service training and developing materials. En: A. Hawkins (Ed.), *Training teachers to teach statistics* (p. 3-36). Instituto Internacional de Estadística. Voorburg.
- STRAUSS, S. y BICHLER, E. (1988). The development of children's concepts of the arithmetic average. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19, 64-80.

- SUMMERS, G. F. (1975). *Medición de actitudes*. Ed. Trillas. México.
- SUTARSO, T. (1992). Some variables in relation to students' anxiety in learning statistics. Trabajo presentado en *Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association*. Knoxville, TN.
- SUYDAM, M. N. (1984). Research report: Attitudes toward mathematics. *Arithmetic Teacher*, 32, 12.
- TANUR, J. M. (1992). *La Estadística una guía de lo desconocido*. Alianza Editorial. Madrid.
- TAYLOR, S. J. y BOGDAN, R. (1986). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós. Buenos Aires.
- TAUBER, L. (2001). *La construcción del significado de la distribución normal en un curso de análisis de datos*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- THOMPSON, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. En: D.A. Grouws (Ed.), *Handbook on Mathematics Teaching and Learnings* (p. 127-146). Macmillan. New York.
- THOMPSON, B. (1996). AERA editorial policies regarding statistical significance testing: Three suggested reforms. *Educational Researcher*, 25 (2), 26–30.
- THORNDIKE, R. L. (1989). *Psicometría aplicada*. Limusa. México.
- TORMO, C. (1995). Dificultades del alumnado respecto a la media aritmética. *UNO*, 5, 29-36
- TRIENDIS, T. H. (1971). *Formación y cambio de actitudes*. Toray. Barcelona.
- VARGA, T. y DUMONT, L. (1973). *Combinatoire statistique et probabilités de 6 a 14 ans*. O.C.D.L.
- VILLAR, L. M. (1984). *Las actitudes de alumnos en prácticas y de sus profesores medidas por el test de reacción a situaciones docentes, cuestiones pedagógicas*. Universidad de Sevilla.
- WAINER, H. (1992). Understanding graphs and tables. *Educational Researcher* 21 (1), 14-23.

- WATERS, L. K. y MARTELLI, T. A. (1988). Attitudes toward statistics: an evaluation of multiple measures. *Educational and Psychological Measurement*, 48, 513-516.
- WATSON, J. M. y MORITZ, J. B. (2000). The longitudinal development of understanding of average. *Mathematical Thinking and Learning*. 2 (1), 11-50.
- WILENSKY, U. (1995). *Learning probability through building computational models*. En: D. Carraher y L. Meira (Eds.), Proceedings of the 19th PME Conference (3, 152-159). Organising Committee. Recife. Brazil.
- WILENSKY, U. (1997). What is normal anyway? therapy for epistemological anxiety. *Educational Studies in Mathematics*, 33, 171-202.
- WILKINSON, L. (1999). Statistical methods in psychology journals: Guidelines and explanations. *American Psychologist*, 54, 594-604.
- WILSON, S. M. (1990). The secret garden of the teacher education. *Phi Delta Kappan*, 72, 204-209.
- WISE, S. L. (1985). The development and validation of a scale measuring attitudes toward statistics. *Educational and Psychological Measurement*, 45, 401-405.
- WOLFF, J. (1977). *Educación y fomento de las actitudes*. Mensajero. Bilbao.
- YATES, F. (1951). The influence of "Statistical methods for research workers" on the development of the science of statistics. *Journal of the American Statistical Association*, 46, 19-34.
- YOUNG, K. (1967). *Psicología de las Actitudes*, Paidós. Buenos Aires.
- ZAWOJESKI, J. (1986). *The teaching and learning proceses of junior high school students under alternative modes of instruction in the measures of central tendency*. Tesis Doctoral. Universidad de Evanston. Illinois.
- ZAWOJESWSKI, J. S. y ROTH, M. (1991). *Use of the arithmetic mean: an investigation of four properties issues and preliminary results*. En: Proceedings of the Third International Conference on Teaching of Statistics. (pp. 95-100). New Zealand.

ANEXOS

ANEXO I: Formulario utilizado en la validación del cuestionario

ANEXO II: Escala de evaluación de actitudes hacia la estadística usada en el estudio exploratorio (version profesores en formación)

ANEXO III: Escala de evaluación de actitudes usada en el estudio exploratorio (version profesores del área de ciencias)

ANEXO IV: Escala de evaluación de actitudes hacia la estadística usada en el estudio exploratorio (versión profesores del área de sociales)

ANEXO V: Cuestionario de actitudes hacia la estadística (SATS)

ANEXO VI: Cuestionario sobre conocimientos estadísticos elementales

ANEXO I
FORMULARIO UTILIZADO EN LA VALIDACIÓN DEL
CUESTIONARIO

Carta de presentación

Apreciado compañero:

Estoy realizando un estudio sobre las actitudes hacia la estadística de los profesores de E.G.B. Para ello estoy elaborando una escala tipo Likert. Para su validación siguiendo el criterio de “panel de jueces”, hemos considerado que tu experiencia en el tema nos será de gran ayuda para la valoración de dos aspectos de cada uno de los ítems propuestos:

- a) Sobre la no ambigüedad de las sentencias. Marca con una cruz la casilla correspondiente al SI si crees que el enunciado es unívoco, o la correspondiente al NO si crees que es ambiguo.
- b) Sobre la importancia del ítem para medir una actitud hacia la estadística. Califica de 1 a 5 cada uno de los enunciados propuestos en el cuestionario según su grado de importancia.

Asimismo te agradecería me hicieras llegar tus sugerencias respecto al tema.

Agradeciendo muy sinceramente tu colaboración, atentamente,

Assumpta Estrada Roca

Universitat de Lleida Departament de Matemàtica

Facultat de Ciències de l'Educació E-mail: astrada@matematica.udl.es

Complex de la Caparrella, s/n. 25192 Lleida Telf. 973 702332

Enunciado
unívoco

VALIDACION

Calificación
de 1 a 5

SI	NO	CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA	
		1.- Me molesta la información estadística que aparece en algunos programas de T.V	
		2.- La estadística ayuda a entender el mundo de hoy.	
		3.- A través de la estadística se puede manipular la realidad.	
		4.- Es fundamental en la formación básica del futuro ciudadano.	
		5.- La estadística limita la libertad de elección.	
		6.- Puedo usar la estadística para resolver problemas de la vida cotidiana.	
		7.- En la escuela no se habría de enseñar estadística.	
		8.- Las estadísticas pueden falsear los hechos.	
		9.- Es una “herramienta” para resolver problemas en distintos campos.	
		10.- Me divierto en las clases que se explica estadística.	
		11.- El estudio de la estadística cultiva el conocimiento crítico.	
		12.- No comprendo el significado y desarrollo de las fórmulas.	
		13.- La estadística incita a emitir juicios más razonados.	
		14.- Los problemas de estadística me salen enseguida.	
		15.- No entiendo las informaciones estadísticas.	
		16.- La estadística me ayuda a comprender más profundamente la complejidad de ciertos temas.	
		17.- Ante datos estadísticos me siento intimidado.	
		18.- Encuentro interesante el mundo de la estadística.	
		19.- Los estudios estadísticos aparecen en los trabajos serios.	
		20.- Fuera de la escuela la estadística se utiliza poco.	
		21.- En clase de estadística nunca entiendo de qué están hablando.	
		22.- La estadística ayuda a ver los problemas objetivamente.	

Enunciado
unívoco

VALIDACION

Calificación
de 1 a 5

SI	NO	CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA	
		23.- La estadística es fácil.	
		24.- Las estadísticas que acompañan ciertas informaciones deforman la realidad.	
		25.- La estadística es el tratamiento y organización de la información.	
		26.- Me entero más del resultado de las elecciones cuando aparecen representación de gráficas.	
		27.- Sólo sirve para la gente de ciencias.	
		28.- Siempre intento hacer los problemas cuando son de estadística.	
		29.- La estadística no sirve para nada.	
		30.- La estadística es una parte de las Matemáticas.	
		31.- A menudo explico a mis compañeros problemas de estadística que no han entendido.	
		32.- Si pudiera eliminar alguna materia sería la estadística.	
		33.- Cuando hago problemas de estadística me lío con las fórmulas.	
		34.- La estadística ayuda a tomar decisiones más documentadas.	
		35.- Es un conjunto de recetas para resolver problemas.	
		36.- Evito las informaciones estadísticas cuando las leo.	

ANEXO II

ESCALA DE EVALUACIÓN DE ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA USADA EN EL ESTUDIO EXPLORATORIO

(VERSION PROFESORES EN FORMACIÓN)

CUESTIONARIO

Este cuestionario plantea una serie de enunciados acerca de los cuales desearíamos conocer tu opinión. Es anónimo y en nada te compromete. Lee cuidadosamente los enunciados y califícalos poniendo una cruz en la casilla correspondiente.

Datos personales:

- 1.- Sexo Masculino
- Femenino

2.- Especialidad: _____

3.- Has estudiado estadística anteriormente:

- | | | | |
|-----|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| EGB | <input type="checkbox"/> | 1er. Curso Magisterio | <input type="checkbox"/> |
| BUP | <input type="checkbox"/> | Nunca | <input type="checkbox"/> |
| COU | <input type="checkbox"/> | | |
-

	MUY EN DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	MUY DE ACUERDO
1.- Me molesta la información estadística que aparece en algunos programas de T.V.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.- La estadística ayuda a entender el mundo de hoy.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 3.- A través de la estadística se puede manipular la realidad.** ✖ ✖ ✖ ✖ ✖
- 4.- Es fundamental en la formación básica del futuro ciudadano.** ✖ ✖ ✖ ✖ ✖
- 5.- Uso la estadística para resolver problemas de la vida cotidiana.** ✖ ✖ ✖ ✖ ✖
- 6.- En la escuela no se habría de enseñar estadística.** ✖ ✖ ✖ ✖ ✖
- 7.- Me divierto en las clases que se explica estadística.** ✖ ✖ ✖ ✖ ✖
- 8.- Los problemas de estadística me resultan fáciles.** ✖ ✖ ✖ ✖ ✖
- 9.- No entiendo las informaciones estadísticas que aparecen en la prensa.** ✖ ✖ ✖ ✖ ✖
- 10.- Me gusta la estadística porque me ayuda a comprender más profundamente la complejidad de ciertos temas.** ✖ ✖ ✖ ✖ ✖
- 11.- Me siento intimidado ante datos estadísticos.** ✖ ✖ ✖ ✖ ✖
- 12.- Encuentro interesante el mundo de la estadística.** ✖ ✖ ✖ ✖ ✖
- 13.- Me gustan los trabajos serios donde aparecen estudios estadísticos.** ✖ ✖ ✖ ✖ ✖

- 14.- Utilizo poco la estadística fuera de la escuela.
- 15.- En clase de estadística nunca entiendo de qué están hablando.
- 16.- Me apasiona la estadística porque ayuda a ver los problemas objetivamente.
- 17.- La estadística es fácil.
- 18.- Me entero más del resultado de las elecciones cuando aparecen representaciones gráficas.
- 19.- La estadística sólo sirve para la gente de ciencias.
- 20.- Me gusta hacer problemas cuando uso la estadística.
- 21.- La estadística no sirve para nada.
- 22.- A menudo explico a mis compañeros problemas de estadística que no han entendido.
- 23.- Si pudiera eliminar alguna materia sería la estadística.
- 24.- La estadística ayuda a tomar decisiones más documentadas.
- 25.- Evito las informaciones estadísticas cuando las leo.

ANEXO III
ESCALA DE EVALUACIÓN DE ACTITUDES USADA EN EL
ESTUDIO EXPLORATORIO
(VERSION PROFESORES DEL ÁREA DE CIENCIAS)

CUESTIONARIO DE OPINIÓN

Este cuestionario plantea una serie de enunciados acerca de los cuales desearíamos conocer tu opinión. Es anónimo y en nada te compromete. Lee cuidadosamente los enunciados y califícalos poniendo una cruz en la casilla correspondiente.

Datos personales:

1.- Sexo Masculino

 Femenino

2.- Años de docencia: _____

3.- Años de docencia en Matemáticas: _____

			INDIFERENTE	DE ACUERDO	MUY DE ACUERDO
1.- Me molesta la información estadística que aparece en algunos programas de T.V.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.- La estadística ayuda a entender el mundo de hoy.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.- A través de la estadística se puede manipular la realidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.- Es fundamental en la formación básica del futuro ciudadano.

5.- Uso la estadística para resolver problemas de la vida cotidiana.

6.- En la escuela no se habría de enseñar estadística.

7.- Me divierto en las clases que se explica estadística.

8.- Los problemas de estadística me resultan fáciles.

9.- No entiendo las informaciones estadísticas que aparecen en la prensa.

10.- Me gusta la estadística porque me ayuda a comprender más profundamente la complejidad de ciertos temas.

11.- Me siento intimidado ante datos estadísticos.

12.- Encuentro interesante el mundo de la estadística.

13.- Me gustan los trabajos serios donde aparecen estudios estadísticos.

14.- Utilizo poco la estadística fuera de la escuela.

- 15.- En clase de estadística nunca entiendo de qué están hablando.**
- 16.- Me apasiona la estadística porque ayuda a ver los problemas objetivamente.**
- 17.- La estadística es fácil.**
- 18.- Me entero más del resultado de las elecciones cuando aparecen representaciones gráficas.**
- 19.- La estadística sólo sirve para la gente de ciencias.**
- 20.- Me gusta hacer problemas cuando uso la estadística.**
- 21.- La estadística no sirve para nada.**
- 22.- A menudo explico a mis compañeros problemas de estadística que no han entendido.**
- 23.- Si pudiera eliminar alguna materia sería la estadística.**
- 24.- La estadística ayuda a tomar decisiones más documentadas.**
- 25.- Evito las informaciones estadísticas cuando las leo.**

ANEXO IV
ESCALA DE EVALUACIÓN DE ACTITUDES HACIA LA
ESTADÍSTICA USADA EN EL ESTUDIO EXPLORATORIO
(VERSIÓN PROFESORES DEL ÁREA DE SOCIALES)

CUESTIONARIO DE OPINIÓN

Este cuestionario plantea una serie de enunciados acerca de los cuales desearíamos conocer tu opinión. Es anónimo y en nada te compromete. Lee cuidadosamente los enunciados y califícalos poniendo una cruz en la casilla correspondiente.

Datos personales:

- 1.- Sexo Masculino ☒
 Femenino ☒

2.- Años de docencia: _____

3.- ¿Utilizas la estadística en tus clases?

- Siempre que la necesito ☒
 Alguna vez ☒
 Nunca ☒
-

<p>1.- Me molesta la información estadística que aparece en algunos programas de T.V.</p>	☒	☒	☒	☒
		INDIFERENTE	DE ACUERDO	

- 2.- La estadística ayuda a entender el mundo de hoy.**
- 3.- A través de la estadística se puede manipular la realidad.**
- 4.- Es fundamental en la formación básica del futuro ciudadano.**
- 5.- Uso la estadística para resolver problemas de la vida cotidiana.**
- 6.- En la escuela no se habría de enseñar estadística.**
- 7.- Me divierto en las clases que se explica estadística.**
- 8.- Los problemas de estadística me resultan fáciles.**
- 9.- No entiendo las informaciones estadísticas que aparecen en la prensa.**
- 10.- Me gusta la estadística porque me ayuda a comprender más profundamente la complejidad de ciertos temas.**
- 11.- Me siento intimidado ante datos estadísticos.**
- 12.- Encuentro interesante el mundo de la**

estadística.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13.- Me gustan los trabajos serios donde aparecen estudios estadísticos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14.- Utilizo poco la estadística fuera de la escuela.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.- En clase de estadística nunca entiendo de qué están hablando.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16.- Me apasiona la estadística porque ayuda a ver los problemas objetivamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17.- La estadística es fácil.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18.- Me entero más del resultado de las elecciones cuando aparecen representaciones gráficas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.- La estadística sólo sirve para la gente de ciencias.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20.- Me gusta hacer problemas cuando uso la estadística.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21.- La estadística no sirve para nada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22.- A menudo explico a mis compañeros problemas de estadística que no han entendido.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23.- Si pudiera eliminar alguna materia sería la estadística.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

24.- La estadística ayuda a tomar decisiones más documentadas.

25.- Evito las informaciones estadísticas cuando las leo.

ANEXO V

CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA LA ESTADISTICA (SATS)

En las siguientes páginas se plantean una serie de enunciados acerca de los cuales desearíamos conocer tu opinión. Es anónimo y en nada te compromete. Lee cuidadosamente los enunciados y califícalos tachando con una cruz, según tu grado de acuerdo o de desacuerdo con la afirmación correspondiente, uno de los siguientes cinco números:

1	2	3	4	5
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo

Datos personales:

1. - Genero: Masculino ✕ Femenino ✕

2. - Especialidad _____

3. - ¿Has estudiado estadística anteriormente? :

EGB/Primaria ✕ ESO /BUP/Bachillerato /FP ✕ COU ✕

1. - Me gusta la estadística.	1	2	3	4	5
2. - Me siento inseguro cuando hago problemas de estadística.	1	2	3	4	5
3. - No entiendo mucho la estadística debido a mi manera de pensar.	1	2	3	4	5
4. - Las formulas estadísticas son fáciles de entender	1	2	3	4	5
5. - La estadística no sirve para nada	1	2	3	4	5
6. - La estadística es una asignatura complicada.	1	2	3	4	5
7. -La estadística es un requisito en mi formación como profesional.	1	2	3	4	5

8. - Mis habilidades estadísticas me facilitarán el acceso al mundo laboral.	1	2	3	4	5
9. - No tengo ni idea de que va la estadística.	1	2	3	4	5
10. - La estadística no es útil para el profesional de “a pie”.	1	2	3	4	5
11. - Me siento frustrado al hacer pruebas de estadística.	1	2	3	4	5
12. - Los conceptos estadísticos no se aplican fuera del trabajo.	1	2	3	4	5
13. - Utilizo la estadística en la vida cotidiana.	1	2	3	4	5
14. - En las clases de estadística estoy en tensión.	1	2	3	4	5
15. - Disfruto en clase de estadística.	1	2	3	4	5
16. - Las conclusiones estadísticas raramente se dan en la vida.	1	2	3	4	5
17. - La mayoría de la gente aprende estadística rápidamente.	1	2	3	4	5
18. -Aprender estadística requiere mucha disciplina.	1	2	3	4	5
19. - En mi profesión no usare estadística.	1	2	3	4	5
20. Cometo muchos errores matemáticos cuando hago estadística.	1	2	3	4	5
21. - Me da miedo la estadística.	1	2	3	4	5
22. - La estadística implica mucho cálculo.	1	2	3	4	5
23. - Puedo aprender estadística.	1	2	3	4	5
24. - Entiendo las formulas estadísticas.	1	2	3	4	5
25. - La estadística no es importante en mi vida.	1	2	3	4	5
26. - La estadística es muy técnica.	1	2	3	4	5
27. -Me resulta difícil comprender los conceptos estadísticos.	1	2	3	4	5
28. -La mayoría de la gente debe cambiar su manera de pensar para hacer estadística	1	2	3	4	5

ANEXO VI

CUESTIONARIO SOBRE CONOCIMIENTOS ESTADÍSTICOS ELEMENTALES

1. Nueve estudiantes pesaron un objeto pequeño con un mismo instrumento en una clase de ciencias. Los pesos registrados por cada estudiante (en gramos) se muestran a continuación:

6'2 6'0 6'0 15'3 6'1 6'3 6'23 6'15 6'2

Los estudiantes quieren determinar con la mayor precisión posible el peso real del objeto. ¿Cuál de los siguientes métodos les recomendarías usar?

- a. Usar el número más común, que es 6'2
- b. Usar 6'15, puesto que es el peso más preciso
- c. Sumar los 9 números y dividir la suma por 9
- d. Desechar el valor 15'3, sumar los otros 8 números y dividir por 8

2. En un frasco de un medicamento hay impreso el siguiente mensaje:

ADVERTENCIA: al aplicarlo en superficies cutáneas hay un 15% de posibilidades de que se produzca una erupción. Si aparece una erupción, consulte a su médico.

¿Cuál de las siguientes es la mejor interpretación de esta advertencia?

- a. No usar el medicamento sobre la piel; hay bastantes posibilidades de que se produzca una erupción.
- b. En aplicaciones sobre la piel, usar sólo el 15% de la dosis recomendada.
- c. Si aparece una erupción, probablemente solo afecte al 15% de la piel.
- d. Aproximadamente 15 de cada 100 personas que usan la medicina reaccionan con una erupción.
- e. Hay pocas posibilidades de tener una erupción usando esta medicina.

3. El Centro Meteorológico de Andalucía quiso evaluar la precisión de las predicciones de su meteorólogo. Buscaron en sus archivos aquellos días en los que el meteorólogo había informado que había un 70% de posibilidades de lluvia. Compararon estas predicciones con los registros que indicaban si llovió o no esos días en particular.

La predicción del 70% de posibilidades de lluvia puede considerarse muy precisa, si llovió:

- ___ a. Entre el 95% y el 100% de esos días
- ___ b. Entre el 85% y el 94% de esos días
- ___ c. Entre el 75% y el 84% de esos días
- ___ d. Entre el 65% y el 74% de esos días
- ___ e. Entre el 55% y el 64% de esos días

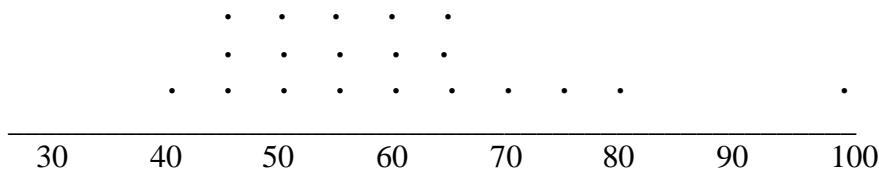
4. Una profesora quiere cambiar la colocación de sus alumnos en clase, con la esperanza de que ello incremente el número de preguntas que hacen. En primer lugar, decide ver cuántas preguntas hacen los estudiantes con la colocación actual. El registro del número de preguntas hechas por sus 8 estudiantes durante la clase se muestra a continuación.

	Iniciales del alumno							
	A.A.	R.F.	A.G.	J.G.	C.K.	N.K.	J.L.	A.W.
Nº de preguntas	0	5	3	22	3	2	1	2

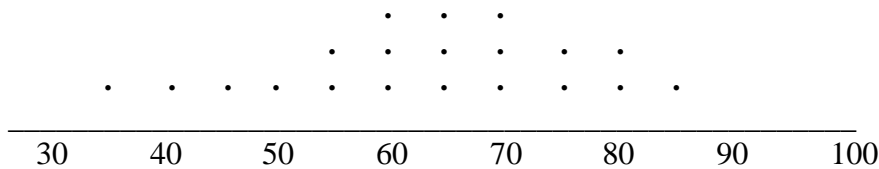
La profesora quiere resumir estos datos, calculando el número típico de preguntas hechas ese día. ¿Cuál de los siguientes métodos le recomendarías que usara?

- ___ a. Usar el número más común, que es el 2.
- ___ b. Sumar los 8 números y dividir por 8.
- ___ c. Descartar el 22, sumar los otros 7 números y dividir por 7.
- ___ d. Descartar el 0, sumar los otros 7 números y dividir por 7.

5. Cuarenta estudiantes universitarios participaron en un estudio sobre el efecto del sueño sobre las puntuaciones en los exámenes. Veinte de los estudiantes estuvieron voluntariamente despiertos estudiando toda la noche anterior al examen (grupo que no durmió). Los otros 20 estudiantes (el grupo control) se acostaron a las 11 la noche anterior al examen. Las puntuaciones en el examen se muestran en los gráficos siguientes. Cada punto representa la puntuación de un estudiante particular. Por ejemplo, los dos puntos encima del número 80 en el gráfico inferior indican que los estudiantes en el grupo control tuvieron una puntuación de 80 en el examen.



Puntuaciones en el examen del grupo que no durmió



Puntuaciones en el examen del grupo que durmió

Observa los dos gráficos con cuidado. Luego escoge entre las 6 posibles conclusiones que se listan a continuación aquella con la que estés más de acuerdo.

- a. El grupo que no durmió lo hizo mejor porque ninguno de estos estudiantes puntuó por debajo de 40 y la máxima puntuación fue obtenida por un estudiante de ese grupo.
- b. El grupo que no durmió lo hizo mejor porque su promedio parece ser un poco más alto que el promedio del grupo control.
- c. No hay diferencia entre los dos grupos, porque hay un solapamiento considerable en las puntuaciones de los dos grupos.
- d. No hay diferencia entre los dos grupos, porque la diferencia entre sus promedios es pequeña, comparada con la cantidad de variación de sus puntuaciones.
- e. El grupo control lo hizo mejor porque hubo en ese grupo más estudiantes que puntuaron 80 o por encima.
- f. El grupo control lo hizo mejor, porque su promedio parece ser un poco mayor que el promedio del grupo que no durmió.

6. Durante un mes, 500 alumnos de una escuela llevaron a cabo un registro diario de las horas que pasaron viendo la televisión. El número de horas promedio por semana dedicados a ver la televisión fue 28. Los investigadores que realizaron el estudio también estudiaron los informes escolares para cada uno de los estudiantes. Descubrieron que los estudiantes que obtuvieron buenos resultados en la escuela, dedicaban menos tiempo a ver la televisión que los estudiantes que obtuvieron resultados mediocres.

Abajo listamos varias posibles conclusiones sobre los resultados de esta investigación. Pon una marca en todas las conclusiones con las que estés de acuerdo.

- a. La muestra de 500 es demasiado pequeña para permitir obtener conclusiones.
- b. Si un estudiante disminuyese el tiempo que dedica a ver la televisión, su rendimiento en la escuela mejoraría
- c. Incluso aunque los estudiantes mejores viesen menos televisión, esto no implica necesariamente que el ver la televisión perjudique el rendimiento escolar.
- d. Un mes no es un período de tiempo suficientemente largo para estimar cuántas horas dedican en realidad los estudiantes a ver la televisión.
- e. La investigación demostró que ver la televisión causa un rendimiento peor en la escuela.
7. El comité escolar de una pequeña ciudad quiso determinar el número promedio de niños por familia en su ciudad. Dividieron el número total de niños de la ciudad por 50, que es el número total de familias. ¿Cuál de las siguientes frases debe ser cierta si el número promedio de niños por familia es 2'2?
- a. La mitad de las familias de la ciudad tienen más de 2 niños.
- b. En la ciudad hay más familias con 3 niños que con 2 niños.
- c. Hay un total de 110 niños en la ciudad.
- d. Hay 2'2 niños por adulto en la ciudad.
- e. El número más común de niños en una familia es 2

8. Los García quieren comprar un coche nuevo y han limitado su elección a un Volvo o un Opel. En primer lugar consultaron un ejemplar de la revista “Información al consumidor” que comparaba las tasas de reparaciones de varios tipos de coches. Los registros tomados sobre las reparaciones efectuadas a 400 coches de cada marca mostraron menos problemas mecánicos con el Volvo que con el Opel.

Los García preguntaron entonces a tres amigos, dos poseedores de Opel y un antiguo propietario de un Volvo. Los dos propietarios del Opel informaron que habían tenido algunos problemas mecánicos, aunque ninguno fue serio. El poseedor del Volvo, sin embargo, “explotó” cuando se le preguntó cómo le había ido con su coche:

Primero, se me estropeo la inyección de gasolina, ¡ chico, 25000 pesetas; Después empecé a tener problemas con el eje trasero y tuve que reemplazarlo. Finalmente decidí venderlo cuando se fue la transmisión. Nunca compraré otro Volvo.

Los García quieren comprar el coche que con menos probabilidades requiera reparaciones serias. Con lo que ahora conoces, ¿qué coche les recomendarías que compraran?

- ___ a. Yo les recomendaría que comprasen el Opel, principalmente por todos los problemas que su amigo tuvo con el Volvo. Puesto que ellos no han oído historias tan horribles sobre el Opel, deberían decidirse por éste.
- ___ b. Les recomendaría que comprasen el Volvo, a pesar de la mala experiencia de su amigo. Este es sólo un caso, mientras que la información mostrada en “Información al Consumidor” está basada en muchos casos. Y, de acuerdo con estos datos, es algo menos probable que el Volvo requiera reparaciones.
- ___ c. Yo les diría que no importa el coche que compren. Incluso aunque pudiese ser menos probable que una marca requiera menos reparaciones que el otro, ellos todavía podrían, sólo por azar, cargar con un coche que necesitase un montón de reparaciones. Por tanto, podrían también decidirse según el resultado de lanzar una moneda.

9. Una compañía de investigación de mercados fue contratada para determinar cuánto dinero gastan los adolescentes (de edades 13-19) en música grabada (cintas de cassette; discos compactos, y discos). La compañía seleccionó aleatoriamente 80 comercios situados por todo el país. Un encuestador permaneció en un lugar central del comercio y pidió a los transeúntes que parecían tener la edad apropiada que completasen un cuestionario. Un total de 2050 cuestionarios fue completado por adolescentes. Sobre la base de esta encuesta, la compañía investigadora informó que el adolescente promedio de su país gastaba 155 dólares cada año en música grabada.

A continuación listamos varias frases referentes a esta encuesta. Señala todas las frases con las que estés de acuerdo.

- a. El promedio se basa en las estimaciones de los adolescentes sobre lo que gastaron y por tanto, podría ser bastante diferente de lo que los adolescentes gastaron realmente.
- b. Deberían haber hecho la encuesta en más de 80 comercios si querían un promedio basado en los adolescentes de todo el país.
- c. La muestra de 2050 adolescentes es demasiado pequeña para permitir obtener conclusiones sobre el país entero.
- d. Deberían haber encuestado a adolescentes fuera de los comercios de música.
- e. El promedio podría ser una estimación pobre de lo que gastan los adolescentes, ya que los adolescentes no fueron escogidos aleatoriamente para responder al cuestionario.
- f. El promedio podría ser una estimación pobre de lo que gastan los adolescentes, ya que sólo se entrevistó a adolescentes que **estaban en los comercios**.
- g. El cálculo de un promedio es inapropiado en este caso puesto que hay mucha variación en cuánto gastan los adolescentes.