

---

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

---

DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA DE LES MATEMÀTIQUES I LES CIÈNCIES  
EXPERIMENTALS

---

**TESIS DOCTORAL**

**ANÁLISIS DE LAS ACTITUDES Y CONOCIMIENTOS  
ESTADÍSTICOS ELEMENTALES EN LA FORMACIÓN DEL  
PROFESORADO**

**Presentada por: M<sup>a</sup> Asunción Estrada Roca**

**Dirigida por: Dra. Carmen Batanero Bernabeu**

**Dr. Josep M<sup>a</sup> Fortuny Aymemí**

Bellaterra, Abril de 2002

## **AGRADECIMIENTOS**

En esta página quiero hacer un reconocimiento a las personas sin cuyo apoyo no hubiera podido llevar a cabo esta investigación.

En primer lugar a mis directores de tesis, sin cuyas aportaciones no hubiese sido posible la realización de la misma:

A la Dra Carmen Batanero por sus valiosas aportaciones en el campo de la formación estadística del profesorado y por su interés en ayudarme a construir un marco teórico y metodológico riguroso y adecuado.

Al Dr. Josep M<sup>a</sup> Fortuny, por su enorme aporte teórico, su paciencia, su estímulo y su confianza en mí durante la larga etapa de la elaboración de este trabajo.

A mis compañeros y amigos de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Lleida, su interés y apoyo, han contribuido a convertir el proyecto en realidad. Especial mención a la Dra A. Miñambres por su ayuda desinteresada en mi iniciación en el terreno de las actitudes.

Evidentemente no puedo olvidar un agradecimiento muy especial a mi familia por su comprensión y ayuda, sobre todo en la parte final del estudio, liberándome de tareas y responsabilidades que han hecho posible la finalización de esta tesis.

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPITULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>13</b>
1.1.- La estadística como instrumento. ....	14
1.2.- La educación estadística como componente cultural.....	18
1.3.- La estadística en los currículos escolares .....	20
1.3.1. Los currículos españoles.....	21
1.3.2. Estadística en los currículos de otros países.....	28
1.3.3. Estadística en la enseñanza universitaria.....	34
1.4.- La educación estadística como campo de investigación emergente.....	37
1.5.- La formación estadística del profesorado. ....	39
1.6.- El problema de las actitudes de los profesores hacia la estadística. ....	43
1.7.- Objetivo general de la investigación.....	46
<b>CAPITULO II: FUNDAMENTOS DEL ESTUDIO .....</b>	<b>49</b>
2.1.- Actitudes y Estadística.....	50
2.1.1. Naturaleza de las actitudes hacia la Estadística. ....	53
2.1.2. Los componentes de las actitudes.....	57
2.1.2.1. Los componentes afectivo y cognitivo. ....	58
2.1.2.2. Los componentes comportamental, de valor y dificultad. ....	60

2.1.3. Formación y cambio de actitudes hacia la estadística.....	65
2.2.- La formación de los profesores y las actitudes hacia la estadística.....	69
2.2.1. Importancia didáctica de las actitudes del profesorado. ....	69
2.2.2. Factores que influyen en las actitudes de los profesores hacia la estadística. ....	71
2.2.2.1. Variables personales y escolares. ....	72
2.2.2.2. El conocimiento profesional de los profesores ....	76
2.2.3. La actuación del profesor en la formación y cambio de actitudes _.....	83
2.3.- Situación actual de las investigaciones sobre actitudes y conocimientos de los profesores en relación a la estadística. ....	87
2.3.1. Investigaciones sobre actitudes hacia las matemáticas. ....	88
2.3.2. Investigaciones sobre actitudes hacia la estadística. ....	90
2.3.3. Investigaciones sobre la formación del profesorado y las actitudes hacia la matemática.....	98
2.3.4. Investigaciones sobre errores y dificultades en los conceptos estadísticos elementales. ....	102
2.3.5. Investigaciones sobre errores y dificultades de los profesores en estadística.....	112
2.4.- Conclusiones del análisis de las investigaciones previas. ....	115

**CAPITULO III: DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y ESTUDIO  
EXPLORATORIO .....119**

3.1.- Caracterización de la investigación y fases de la misma. ....	121
3.2.- Principios generales en la evaluación de actitudes.....	122
3.3.- Diseño del estudio exploratorio.....	126
3.3.1. Componentes consideradas en el estudio exploratorio de evaluación ....	127
3.3.2. Objetivos, variables e hipótesis.....	128
3.3.3. Elaboración de un instrumento de medida. ....	133

3.3.4. Recogida y procesamiento de datos. ....	140
3.3.5. Variables personales y escolares de la muestra participante. ....	143
3.4.- Resultados del estudio exploratorio.....	151
3.4.1. Análisis de resultados por ítems.....	151
3.4.2. Resultados globales.....	159
3.4.3. Relación entre las variables grupo y género y la actitud hacia la estadística. ....	160
3.4.4. Influencia de las variables escolares en el grupo de profesores en formación. ....	173
3.4.5. Influencia de las variables escolares en el grupo de profesores en ejercicio.....	179
3.5.- Conclusiones del estudio exploratorio.....	190
3.6.- Diseño del estudio de evaluación de actitudes de profesores en formación. ....	195
3.6.1. Objetivos, variables consideradas e hipótesis intervinientes. ....	197
3.6.2. Instrumentos de medición.....	201
3.6.2.1. Análisis de las escalas de medición de actitudes hacia la estadística. ....	201
3.6.2.2. Elección de la escala de actitudes hacia la estadística. ....	212
3.6.2.3. El cuestionario sobre conocimientos estadísticos elementales. ....	216
3.6.2.4. Dominio de validez de los instrumentos.....	227
3.6.3. Población y muestra. ....	230
3.6.4. Recogida y el procesamiento de datos.....	235

**CAPITULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO CON  
PROFESORES EN FORMACIÓN..... 239**

4.1.- Resultados globales. ....	240
4.1.1. Análisis de ítems de la escala de actitudes. ....	240
4.1.2. Valoración global y componentes de las actitudes. ....	243
4.1.3. Fiabilidad y generalizabilidad de la escala de actitudes.....	247
4.2. - Relación entre componentes de las actitudes.....	252

4.2.1. Análisis cluster .....	254
4.2.2. Análisis factorial. ....	258
4.3.- Influencia de las variables del estudio sobre las actitudes. ....	266
4.3.1. Influencia sobre la puntuación total. ....	267
4.3.2. Influencia sobre ítems aislados. ....	269
4.3.3. Influencia sobre las componentes de las actitudes. ....	274
4.4.- Resultados globales en el cuestionario.....	277
4.4.1. Análisis de ítems del cuestionario. ....	278
4.4.2. Valoración global del cuestionario.....	290
4.4.3. Fiabilidad y generalizabilidad del cuestionario.....	294
4.5.- Influencia de las variables del estudio sobre los conocimientos estadísticos elementales.....	297
4.5.1. Influencia sobre la puntuación total. ....	297
4.5.2. Influencia sobre ítems aislados. ....	299
4.6.- Relaciones entre conocimientos y actitudes de los profesores en formación.	300
4.7.- Conclusiones sobre los resultados del análisis de datos.....	303
 <b>CAPITULO V : CONCLUSIONES .....</b>	<b>307</b>
5.1.- Conclusiones sobre los objetivos .....	307
5.1.1. Conclusiones sobre el objetivo general del estudio exploratorio.....	308
5.1.2. Conclusiones sobre los objetivos específicos del estudio con profesores en formación .....	308
5.2.- Conclusiones sobre las hipótesis del estudio con profesores en formación. ...	314
5.3.- Implicaciones en los programas de formación del profesorado. ....	317
5.4.- Perspectivas para otras investigaciones.....	318
 <b>CAPITULO VI : REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>321</b>
 <b>ANEXOS.....</b>	<b>345</b>
Anexo I: Formulario utilizado en la validación del cuestionario. ....	347

Anexo II: Escala de evaluación de actitudes usada en el estudio exploratorio (versión profesores en formación). .....	351
Anexo III: Escala de evaluación de actitudes usada en el estudio exploratorio ....	355
(versión profesores del área de ciencias	
Anexo IV: Escala de evaluación de actitudes usada en el estudio exploratorio ....	359
(versión profesores del área de sociales).	
Anexo V: Cuestionario de actitudes hacia la estadística (SATS).....	363
Anexo VI: Cuestionario sobre conocimientos estadísticos elementales.....	365

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad asistimos a una controversia respecto a la introducción de la estadística en la Educación Primaria, que se traduce, asimismo, en un debate sobre la necesidad de incluirla en la formación matemática y profesional de los profesores de este nivel educativo.

Por un lado, tanto las orientaciones curriculares en los países más desarrollados, como la opinión de los investigadores en educación estadística, sugieren la conveniencia de dar una respuesta positiva a ambos debates. La estadística ya no es dominio exclusivo de los políticos y de los científicos. Por el contrario, son cada vez más fuertes las voces que reclaman la cultura estadística para todos, la educación del razonamiento estadístico y la necesidad de dotar a todos los ciudadanos de conocimientos básicos sobre una herramienta tan esencial en la sociedad de la información.

Estas voces no tienen, sin embargo, un eco adecuado en nuestro país, ni a nivel de la educación de los niños en las escuelas, ni en las Facultades de Ciencias de la Educación, encargadas de formar al profesorado. Incluso cuando la estadística tiene una presencia innegable en los libros de texto destinados a ambos niveles educativos, son excepciones los profesores en formación que reciben una formación específica en estadística y su didáctica.



Asistimos, por tanto, a un círculo vicioso, en el que los profesores, faltos de formación, van generando unas actitudes negativas hacia la materia, infravalorando su utilidad, percibiéndola como un contenido difícil que no pueden llegar a dominar, dudando de su capacidad cognitiva y asumiendo que este tema no debe incluirse en la formación básica de sus alumnos. Estos sentimientos de rechazo les llevan inconscientemente a posponer su autoformación estadística, a prescindir del uso de un instrumento que podría mejorar muchos aspectos de su actuación profesional y, en lo posible, a omitir su enseñanza.

Si queremos conseguir que la educación estadística sea un hecho en nuestra sociedad e incorporarnos, de este modo, a las tendencias internacionales actuales, será necesario identificar estas actitudes negativas de los profesores hacia la materia, y planificar una acción educativa que cubra tanto los conocimientos matemáticos y didácticos como la educación de la afectividad del profesor.

Estas razones nos han llevado a interesarnos en esta investigación por la evaluación de las actitudes hacia la estadística de los profesores de Educación Primaria, la mayoría de los cuales no han recibido una educación específica en esta materia, debido a su reciente incorporación al currículo en este nivel educativo en España.

El interés por el tema surge, asimismo, de mi experiencia profesional a lo largo de muchos años en la Facultad de Ciencias de la Educación, dedicada a la formación de estos profesores, en los que he ido gradualmente percibiendo la importancia de la temática de las actitudes, que determinan en gran parte, tanto los conocimientos de los profesores, como su acción didáctica. Asimismo, mi experiencia docente en el área de estadística me ha concienciado de la dificultad de conceptos aparentemente sencillos, así como de la inexistencia de investigaciones relacionadas con las actitudes de los profesores hacia el tema.

Dentro de estos supuestos, mi trabajo se orienta a la evaluación de las actitudes, el análisis de las diferentes componentes que las configuran, el estudio de los instrumentos de evaluación disponibles, la identificación de algunas variables que la afectan y el estudio de las relaciones entre actitudes y conocimientos de los profesores de Educación Primaria. Este tema entronca en la línea de investigación en

educación estadística que se va configurando en España dentro del grupo de investigación de estadística, probabilidad y combinatoria de la Sociedad de Investigación en Educación Matemática, del que formo parte. Asimismo complementa otros trabajos previos sobre formación de profesores llevados a cabo en diferentes universidades españolas.

Esta problemática se describe en el primer capítulo de la Memoria, donde contextualizamos el problema de investigación, analizando el papel de la estadística como materia cultural e instrumental y su lugar en el currículo, comparando la situación con la de otros países. Justificamos el interés del tema situándolo dentro del área de formación de profesores y en el campo de la educación estadística. Todo ello nos sirve para plantear el objetivo general de nuestro trabajo.

El segundo capítulo se dedica a los fundamentos del estudio. En él llevamos a cabo un extenso análisis sobre la naturaleza de las actitudes, en especial las actitudes hacia la estadística y describimos sus diferentes componentes, así como la importancia de la formación y cambio de actitudes, vinculándola con la formación de profesores. Ello nos lleva a un análisis y reflexión sobre los factores que influyen en la configuración y cambio de actitudes de los profesores, así como su papel en la formación de las actitudes de sus propios alumnos. Seguimos con un análisis detallado de la situación actual de las investigaciones sobre actitudes y conocimientos de los profesores en formación en relación a la estadística, que nos permite apoyar nuestro estudio y justificar su originalidad.

El trabajo se ha llevado a cabo durante un periodo dilatado de tiempo, y ha tenido dos fases y enfoques diferentes, que tratamos de reflejar en la Memoria.

En una primera fase nos centramos específicamente en el tema de las actitudes hacia la estadística y, además, tratamos de comparar dos grupos: los profesores en formación y profesores en ejercicio, siempre en el nivel de enseñanza primaria. En aquél momento, no disponíamos de un instrumento de medición de actitudes que se adaptara completamente a los fines de nuestro trabajo, puesto que tratábamos de evaluar componentes diferenciadas, más allá de los puramente llamados pedagógicos. Por ello, diseñamos un instrumento propio, que fue también utilizado para realizar un primer estudio exploratorio, con una muestra reducida de profesores

en formación y en ejercicio, que nos permitiera decidir si se continuaba con el mismo colectivo, si se analizaban las mismas variables personales y escolares y si el instrumento era adecuado. Este estudio se describe en la primera parte del capítulo III junto con su diseño, resultados y conclusiones.

Contrariamente a nuestra hipótesis inicial, no encontramos unas diferencias acusadas en las actitudes de profesores en formación y profesores en ejercicio, por lo que decidimos continuar el trabajo centrándonos exclusivamente en el primer grupo, que es sobre el que recae principalmente nuestra acción formativa.

Por otro lado, en aquel momento se publicaron los resultados de un estudio de actitudes hacia la estadística, que aportaba un nuevo instrumento, que recogía otros anteriores y los mejoraba, contemplando los componentes de las actitudes en los que estábamos interesados y que se han analizado en el capítulo II. En consecuencia, decidimos utilizar este nuevo instrumento para realizar un segundo estudio con mayor tamaño de muestra, en el que se pudiera hacer un análisis de datos más completo de las actitudes y sus componentes, reteniendo aquellas variables independientes que resultaron significativas en el estudio exploratorio.

Puesto que la lectura y análisis de la bibliografía que hicimos durante la primera fase del estudio nos indicaba la estrecha relación existente entre actitudes y conocimientos hacia la estadística, decidimos completar el estudio, con una evaluación orientativa de los conocimientos estadísticos de los profesores en formación sobre aquellos conceptos elementales que han de explicar a sus alumnos. Esto nos permitiría analizar empíricamente la posible existencia de una relación entre conocimientos y actitudes, que es sugerida en muchos trabajos, pero que no ha sido contrastada experimentalmente para el caso de los profesores en formación. Por otro lado y, puesto que son casi inexistentes los estudios sobre conocimientos estadísticos de los profesores en formación, pensamos que también en este punto nuestro trabajo podría aportar nueva información relevante para la formación del profesorado.

El diseño de esta segunda fase del estudio se recoge en la última parte del capítulo III, donde se describen los objetivos, se precisan las hipótesis iniciales, en función de los resultados del estudio exploratorio, y se lleva a cabo un extenso análisis de los instrumentos disponibles de evaluación de actitudes, finalizando con

una decisión razonada sobre el instrumento a utilizar en esta segunda fase. Asimismo se estudia exhaustivamente el cuestionario utilizado para la evaluación de los conocimientos estadísticos elementales de los profesores en formación y se describe la muestra participante, recogida y procesamiento de datos.

El capítulo IV se dedica al análisis detallado de estos datos, tanto en lo que se refiere a las actitudes y los conocimientos como a su interrelación. Para cada uno de estos puntos se estudian las puntuaciones globales, ítems aislados y los componentes de las actitudes. Discutimos los resultados en función de las hipótesis planteadas, poniéndolos en relación con los resultados de las investigaciones previas.

Finalmente en el capítulo V exponemos nuestras conclusiones respecto a los objetivos e hipótesis del trabajo, analizamos las implicaciones para la formación estadística de los profesores en formación y sugerimos otras líneas de investigación para futuros trabajos. Se completa la Memoria con las referencias y anexos.

Pensamos que nuestro trabajo supone una aportación importante al conocimiento de las actitudes de los profesores de Educación Primaria hacia la estadística, tanto para el caso de profesores en formación, como en ejercicio, que no habían sido estudiadas por otros investigadores. Nuestro trabajo sugiere que los resultados sobre componentes y variables que afectan a las actitudes y que han sido descritos en relación a otros colectivos no se extrapolan fácilmente al caso de los profesores de educación primaria, abriendo una línea de investigación para confirmar y explicar las diferencias encontradas.

Por otro lado, hemos aportado datos sobre la influencia de diferentes variables relacionadas con las actitudes, incluida el conocimiento sobre conceptos estadísticos elementales, para el caso de los profesores en formación. La evaluación de estos conocimientos en este colectivo indica la existencia de errores en conceptos elementales y proporciona información que permite orientar la acción educativa.

La metodología de análisis de datos, los instrumentos de evaluación analizados y el estado de la cuestión presentado, en particular el referente al tema de las actitudes, son también contribuciones que pueden ser utilizadas en otras investigaciones sobre formación del profesorado, actitudes hacia la estadística o hacia otros temas matemáticos.

# **CAPÍTULO I**

## **CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA**

Aunque hace unos años pocos investigadores se interesaban por los problemas de la enseñanza y aprendizaje de la estadística, en la actualidad asistimos a un aumento notable de las publicaciones, diseños curriculares e investigación relacionados con este tema. En línea con esta tendencia, hemos centrado nuestro trabajo en el campo de la educación estadística y, más concretamente, en el estudio de las actitudes hacia la estadística de los profesores en formación y profesores en ejercicio. Es este un punto que está recibiendo una mayor atención en los diseños curriculares y en el que, sin embargo, la investigación previa es todavía insuficiente.

Para fundamentar la elección de la problemática de esta Tesis y poder presentar en forma coherente los objetivos generales de nuestro trabajo, dedicaremos este primer capítulo a la contextualización de nuestro problema de investigación.

Comenzaremos con una breve panorámica de la situación actual de la educación estadística, incluyendo su papel en la sociedad y como componente cultural, el contenido de estadística en los currículos actuales y las características de la educación estadística como línea emergente de investigación.

También analizaremos las características actuales de la formación estadística de los profesores en formación y la importancia de la consecución de la inclusión real de la estadística en el currículo de la Diplomatura de Magisterio. Presentaremos

también un breve análisis del problema de las actitudes de los profesores hacia la estadística y como éstas pueden incidir en el mayor-menor énfasis que den a la materia, la forma en que desarrollen su enseñanza y en el uso que hagan de esta herramienta en su labor profesional.

Apoyándonos en los puntos anteriores, finalizamos el capítulo con la descripción del objetivo general de la investigación, justificando su importancia. Este objetivo será desarrollado en objetivos específicos e hipótesis en el capítulo III.

## **1.1. LA ESTADÍSTICA COMO INSTRUMENTO**

Comenzaremos el capítulo con unas consideraciones sobre el desarrollo reciente de la estadística y su papel en la sociedad actual. Sólo con una mirada a la historia de las Matemáticas, podemos comprobar la vertiginosa evolución sufrida por esta materia. ¡Que poco tiene que ver la moderna teoría estadística con las concepciones que le dieron origen! Pero toda su trayectoria tiene un denominador común: el ser una herramienta multidisciplinar.

### **Breves notas históricas**

Según Batanero (2001a), los orígenes de la estadística son muy antiguos, ya que se han encontrado pruebas de recogida de datos sobre población, bienes y producción en las civilizaciones china (aproximadamente 1000 años a. c.), sumeria y egipcia. Incluso en la Biblia, en el libro de Números aparecen referencias al recuento de los israelitas en edad de servicio militar. Los censos propiamente dichos eran también una institución a partir del siglo IV a.C. en el imperio romano.

Sin embargo sólo muy recientemente la estadística ha adquirido la categoría de ciencia. En el siglo XVII surge la aritmética política, desde la escuela alemana de Conring, quien imparte un curso con este título en la Universidad de Helmsted. Posteriormente su discípulo Achenwall orienta su trabajo a la recogida y análisis de datos numéricos, con fines específicos y en base a los cuales se hacen estimaciones y conjeturas, es decir se observa ya los elementos básicos del método estadístico. Para los aritméticos políticos de los siglos XVII y XVIII la estadística era el arte de gobernar; su función era la de servir de ojos y oídos al gobierno.

La proliferación de tablas numéricas permitió observar la frecuencia de distintos sucesos y el descubrimiento de leyes estadísticas. Son ejemplos notables los estudios de Graunt sobre tablas de mortalidad y esperanza de vida a partir de los registros estadísticos de Londres desde 1592 a 1603, o los de Halley entre 1687 y 1691, para resolver el problema de las rentas vitalicias en las compañías de seguros. En el siglo XIX aparecen las leyes de los grandes números con Bernouilli y Poisson.

Otro problema que recibe gran interés por parte de los matemáticos de su tiempo, como Euler, Simpson, Lagrange, Laplace, Legendre y Gauss es el del ajuste de curvas a los datos. La estadística logra con estos descubrimientos una relevancia científica creciente, siendo reconocida por la British Association for the Advancement of Science, como una sección en 1834, naciendo así la Royal Statistical Society. En el momento de su fundación se definió la estadística como "conjunto de hechos, en relación con el hombre, susceptibles de ser expresados en números, y lo suficiente numerosos para ser representados por leyes".

Se crearon poco a poco sociedades estadísticas y oficinas estadísticas para organizar la recogida de datos estadísticos; la primera de ellas en Francia en 1800. Como consecuencia, fue posible comparar las estadísticas de cada país en relación con los demás, para determinar los factores determinantes del crecimiento económico y comenzaron los congresos internacionales, con el fin de homogeneizar los métodos usados. El primero de ellos fue organizado por Quetelet en Bruselas en 1853.

Posteriormente, se crea la principal sociedad estadística internacional en 1885, el *Instituto Internacional de Estadística (ISI)*, con la finalidad de conseguir uniformidad en los métodos de recopilación y abstracción de resultados e invitar a los gobiernos al uso correcto de la estadística en la solución de los problemas políticos y sociales.

Como resumen, hasta el siglo XVII, la estadística se ocupaba de informar sobre cuestiones de "estado" (de ahí, para muchos autores, viene su nombre) o en una versión más frívola, era el pasatiempo propio de jugadores profesionales. No es hasta un siglo después cuando empieza a aplicarse a problemas sociales, para después extenderse a las diferentes áreas científicas.

### **Aplicaciones de la estadística**

En la actualidad el campo de aplicaciones de la estadística es tan amplio que la A.S.A. y N.C.T.M. deciden que sería deseable describir (para lectores sin conocimientos especiales de matemáticas) las aplicaciones más importantes de la estadística en diferentes campos profesionales. El resultado de este ambicioso proyecto, se cuaja en el libro de Tanur (1992), en el que muestran cómo y dónde se aplican las técnicas estadísticas. Allí se clasifican las aplicaciones en cuatro grandes secciones:

- Aspectos biológicos

Incluye en este apartado todos aquellos estudios referentes a los seres vivos. En primer lugar encontramos el área de las ciencias de la salud: evaluación del efecto de las vacunas, el efecto de fumar u otros hábitos sobre la salud, extensión de adicción a drogas, determinación de enfermedades hereditarias, política de salud pública, posibilidad de contagio o no en una epidemia, problemas de diagnóstico correcto, determinación de constantes corporales a partir de una muestra de sangre, etc.

En biología: preservación del ambiente, estudios genéticos, predicciones sobre crecimiento de la población o sobre la posibilidad de extinción de las especies, esperanza de vida. En agricultura y zootecnia se utiliza la estadística para prever el efecto del uso de fertilizantes o pesticidas, evaluar el rendimiento de una cosecha o las consecuencias de la extensión de una epidemia, nube tóxica, etc. Por último, y en el ámbito de la psicofisiología, observamos el efecto del azar sobre el cociente intelectual o en la intensidad de respuesta a un estímulo, así como en los tipos diferentes de caracteres o capacidades de los individuos.

- Aspectos políticos

Agrupamos aquí todos aquellos temas que estudian problemas de gobierno local y nacional (elecciones, selección de jurados) o económicos (empleo, I.P.C.). El Gobierno, a cualquier nivel, local, nacional o de organismos internacionales, necesita tomar múltiples decisiones que dependen de fenómenos inciertos y sobre los cuales necesita información. Por este motivo la administración precisa de la elaboración de censos y encuestas diversas. Desde los resultados electorales hasta los censos de



población hay muchas estadísticas cuyos resultados afectan las decisiones de gobierno y todas estas estadísticas se refieren a distintas variables aleatorias relativas a un cierto colectivo. Entre las más importantes citaremos: el índice de precios al consumo, las tasas de población activa, emigración - inmigración, estadísticas demográficas, producción de los distintos bienes y comercio.

- Aspectos sociales

En esta categoría incluye estudios de la sociedad en general (comunicación, deporte, educación, población, industria, etc.). El hombre no vive aislado: vivimos en sociedad; la familia, la escuela, el trabajo, el ocio están llenos de situaciones en las que predomina la incertidumbre. El número de hijos de la familia, la edad de los padres al contraer matrimonio, el tipo de trabajo, las creencias o aficiones de los miembros pueden ser objeto de estudio estadístico. Las estadísticas relacionadas con el ocio incluyen juegos de azar, encuentros deportivos, espectáculos, vacaciones. Los seguros de vida y accidente podrían también englobarse en esta categoría.

- Aspectos físicos

Estudia el mundo de las ciencias físicas (estimación de terremotos, búsqueda de gas natural, predicciones meteorológicas). La duración, intensidad, extensión de las lluvias, tormentas o granizos; las temperaturas máximas y mínimas, la intensidad y dirección del viento son variables aleatorias. También en nuestro mundo físico dependemos de ciertas materias primas como el petróleo, carbón y otros minerales; la estimación de estas necesidades, localización de fuentes de energía, el precio, etc., están sujetos a variaciones de un claro carácter aleatorio.

Otra fuente de variabilidad aleatoria es la medida de magnitudes. Uno de los problemas que se puede plantear es la estimación del error del instrumento y asignar una estimación lo más precisa posible de la medida. Por último, citamos los problemas de fiabilidad y control de la calidad de los aparatos y dispositivos que usamos: coche, televisor, etc.

Los ejemplos que aparecen en cada una de las secciones anteriores deben verse, tal y como señalan los autores, como meros medios indicativos y a pesar de la

relevancia de los mismos, la tremenda variedad de las áreas de aplicación no es conocida y apreciada.

En consecuencia de esta enumeración, consideramos que la estadística es una materia fundamental por la importancia y variedad de problemas que ayuda a resolver, por lo que sería deseable que en los diferentes planes de estudio escolares y universitarios incluyesen unos programas más completos de estadística y su correspondiente base probabilística.

## **1.2. LA EDUCACION ESTADÍSTICA COMO COMPONENTE CULTURAL**

### **Presencia de datos estadísticos en los medios de comunicación**

En el apartado anterior hemos justificado la enseñanza de la estadística, en base a su utilidad profesional. Además, en la sociedad actual cualquier ciudadano se encuentra con conceptos estadísticos a diario en la prensa, la televisión y otros medios de comunicación, donde se aplican a diversos hechos para describirlos: por ejemplo, en las campañas de los políticos para predecir el comportamiento de los votantes, o en temas publicitarios para vender un producto.

Por ello, según Nortes Checa (1991a), para la gente corriente la estadística significa números. Cuando leen el periódico encuentran el número de muertos por accidentes, las cifras del desempleo en los últimos meses, las cifras del aumento del coste de la vida, la referencia a la subida de la bolsa con un gráfico que lo acompaña, o en las páginas de deportes los partidos ganados, perdidos o empatados por los equipos primeros clasificados de la tabla. En fin, la lista de ejemplos sería infinita y concluimos que nos inundan de datos estadísticos que debemos ser capaces de entender asimilar y analizar.

### **Cultura estadística para todos**

Este hecho ha originado un interés por la formación estadística básica del ciudadano, independientemente de su profesión, clase social o nivel educativo. Como resalta Ottaviani (1999), los estadísticos sienten la necesidad de difundir la estadística no sólo como un conjunto de técnicas cuantitativas, sino también como

cultura que proporciona la capacidad de abstracción que hace posible extraer información de conjuntos de datos. Es lo que se conoce como “statistical literacy” (que traduciremos por cultura estadística). Según Gal (2002) se refiere a la:

*“cultura que nos lleva a la imagen del subconjunto mínimo de habilidades básicas que esperamos de todos los ciudadanos en contraposición a un conjunto más avanzado de conocimientos y capacidades que sólo algunos pueden adquirir”* (p. 2).

En este trabajo este es el sentido que tomaremos al reclamar una cultura estadística para todos. Por consiguiente, no se trata de que el ciudadano sepa cómo deducir fórmulas ni exponer teorías, sino de dar una base sólida de conceptos básicos, necesaria a la hora de tomar decisiones, informarse o incluso crearse una opinión. Por ejemplo, noticias sobre cómo el incremento de los impuestos del tabaco repercute en el hábito de fumar de los adolescentes o la política de contratación discriminatoria, suelen ir acompañadas de abundantes informaciones de tipo estadístico, que se han de entender, para poder posicionarse.

En este momento, cuando la sociedad valora la contribución tan importante que hace la estadística, se puede apreciar que esta ciencia supone unidad dentro de la diversidad, ya que aplicamos técnicas idénticas o similares a campos inconexos. (Tanur, 1992). Por todo lo expuesto, es evidente que para cualquier persona “educada” es un objetivo serio y legítimo llegar a conocer y apreciar la importancia de los métodos estadísticos que le ayudarán a entender y valorar mejor el complejo mundo físico y social en el que vivimos.

Tal como señala Puig (1991), los conceptos de la estadística descriptiva se han desarrollado con el fin de organizar la información que proporcionan los datos numéricos que provienen de una gran diversidad de fenómenos. Todos ellos pueden tomarse como contextos de uso, ya que constituyen un campo de experiencia de los sujetos en la constitución de los objetos mentales de la estadística. Es decir, desde el punto de vista de la fenomenología didáctica, todos los campos en los que la estadística está presente forman parte también de las experiencias con que los alumnos configuran los objetos mentales correspondientes.

Asimismo, nuestros alumnos, viven en un mundo impregnado de previsiones cuya base científica la da precisamente la estadística- probabilidad, y si han de ser ciudadanos que viven dentro de la sociedad moderna, necesitarán estas ideas para comprenderlas:

*“En el mon modern que ens toca viure, resulta gairebé imposible moure’s amb una certa desemboltura si no es disposa d’una certa mentalitat estadística. Sense aquesta tindrem una visió incompleta del mon que ens envolta. La estadística forma part integral de la nostra cultura”* (Bonet, 1985, p. 64).

En la misma línea, el informe Cockcroft (1985) asegura que la estadística es una materia cultural imprescindible en la formación del individuo y sugiere que la competencia estadística requiere conocimiento de los números, reconocimiento de los niveles de precisión apropiados, elaboración de las estimaciones sensatas, sentido común en el uso de los datos para apoyar un argumento, conciencia de la variedad de interpretaciones posibles de los resultados y exacta comprensión de los conceptos de amplio uso tales como promedios y porcentajes.

Concluimos que la estadística está presente en la vida cotidiana cada día con más intensidad y tal como apunta Holmes (1980) resulta útil en la vida de cada día, ya sea en el trabajo o en actividades relacionadas con el ocio. Por tanto, su estudio resulta imprescindible para conseguir una cultura media razonable y desenvolverse con soltura en la sociedad que nos toca vivir.

### **1.3. LA ESTADÍSTICA EN LOS CURRÍCULOS ESCOLARES**

Recientemente la estadística se ha incorporado, en forma generalizada al currículo de matemáticas de la enseñanza primaria y secundaria y de las diferentes especialidades universitarias en la mayoría de países desarrollados. Ello ha impulsado la investigación y el desarrollo curricular en el campo específico de la estadística. Ejemplos de proyectos curriculares para la educación Primaria y Secundaria citados por Batanero (2001b) son los del Schools Council Project on

Statistical Education en el Reino Unido (1957-1981) y el Quantitative Literacy Project (1985-98) y Data Driven Mathematics (1996-2000) en Estados Unidos.

En los apartados anteriores hemos justificado la necesidad de la educación estadística, como componente cultural y por su utilidad en otras materias. Más recientemente, Begg (1997) señala que la estadística es un buen vehículo para alcanzar las capacidades de comunicación, tratamiento de la información, resolución de problemas, uso de ordenadores, trabajo cooperativo y en grupo, a las que se da gran importancia en los nuevos currículos.

A continuación describimos brevemente los contenidos de estadística en los programas oficiales, que ponen de manifiesto los grandes cambios que ha representado la anterior Reforma. Seguidamente presentaremos una panorámica de los cambios experimentados en la enseñanza de la estadística en otros países de nuestro entorno

### **1.3.1. LOS CURRÍCULOS ESPAÑOLES**

#### **Programas renovados**

En los programas renovados de 1970 aparecía el tema, en el ciclo superior de E.G.B., y generalmente en séptimo curso. Según las orientaciones del ministerio, los objetivos a alcanzar eran los siguientes:

1. Ordenar, agrupar y clasificar datos estadísticos para confeccionar tablas de fenómenos estadísticos de una variable.
2. Distinguir la frecuencia absoluta de la frecuencia relativa.
3. Distinguir los conceptos de población o colectivo y muestra representativa.
4. Representar gráficamente los datos recogidos en una tabla estadística.
5. Interpretar gráficas.
6. Calcular las medidas de tendencia central: media, mediana y moda.
7. Diferenciar el distinto matiz significativo de dichos valores centrales.
8. Calcular las medidas de dispersión o variabilidad de la serie. Recorrido, varianza y desviación típica.
9. Resolver sencillos problemas relacionados con datos estadísticos, de acuerdo con los objetivos propuestos.

La enseñanza se restringía, por tanto, a la estadística descriptiva clásica de una variable. Es curioso constatar el hecho de que en los restantes cursos de E.G.B. no aparecía ninguna orientación sobre ideas de azar o probabilidad, ni tan siquiera una introducción al recuento y organización de datos, a pesar de la sugerencia de Varga y Dumont (1973) y la experiencia de cualquier profesor de matemáticas de que:

*"Hacen falta años para formar conceptos seguros, para dar una visión clara, para construir estructuras conceptuales estables y no solamente hilvanar conocimientos "* (p. 32).

Según estos autores sería, pues, necesario ir introduciendo poco a poco la probabilidad-estadística en el curriculum escolar, para que a través de diferentes actividades continuadas, se prepare la futura maduración de estas ideas. Este es nuestro entender el gran cambio que aporta la Reforma.

### **Estadística en B.U.P.**

En cuanto al B.U.P. la estadística aparecía en primer y tercer curso. Solo nos ocuparemos de los objetivos propuestos para este primer curso, por ser el que se encuentra en el marco de la enseñanza obligatoria (12-16). Referentes a estadística, aparecen los siguientes contenidos:

1. Diferenciar muestra y población.
2. Estudiar distintos tipos de caracteres referidos a una población.
3. Analizar distintos métodos de ordenación y de recuento de los valores de carácter o modalidad.
4. Construir tablas de frecuencia.
5. Llegar a establecer el concepto de variable estadística. Probabilidad y frecuencia.
6. Representar gráficamente distribuciones de frecuencia.
7. Ver la necesidad de reducir la información: media, mediana y moda.
8. Calcular las distintas medidas de tendencia central.
9. Estudiar e interpretar las distintas medidas de dispersión: Recorrido, desviación media y desviación típica.

Todo este listado, referente al B.U.P., no puede decirse que se tomó en forma aleatoria, ya que fue elaborado después de consultar los seminarios de matemáticas

de tres institutos de Lleida, y confrontado con diferentes libros de texto. No hay demasiadas diferencias con los contenidos del curso 7º de Educación Primaria, salvo en la aparición de la probabilidad. A pesar de que los contenidos de probabilidad no se desarrollan explícitamente, los libros de texto la incluían en mayor o menor medida, llegando en algunos casos incluso a la probabilidad condicional y teorema de Bayes. Con frecuencia la presentación era sesgada, en el sentido de incluir tan sólo la aproximación clásica a la probabilidad y en ocasiones se pueden encontrar errores conceptuales en los libros de texto (Ortiz, 1999).

### **Currículo de Educación Primaria**

La Reforma de la enseñanza no universitaria concede una valoración altamente positiva a la estadística, dedicando un peso mucho más grande a su estudio, bajo la influencia de otros currículos en países vecinos, así como de la sugerencia de diversos autores nacionales y extranjeros.

En la enseñanza primaria (6-11 años), en contraste con lo expuesto anteriormente en los programas renovados del 70, se dedica un bloque, el sexto concretamente a la estadística, no así en educación infantil donde sólo se hace mención a nociones de azar y probabilidad.

El Real Decreto de enseñanzas mínimas para la Educación Primaria (BOE. 26-junio-91) establece como uno de los objetivos generales a conseguir (objetivo 6)

*"Utilizar técnicas elementales de recogida de datos para obtener información sobre fenómenos y situaciones de su entorno; representarla de forma gráfica y numérica y formarse un juicio sobre la misma".*

Este objetivo se desarrolla en el bloque de contenidos referido a la organización de la información, precisando lo referente a conceptos, procedimientos y actitudes.

#### *Conceptos:*

- Representación gráfica.
- Tablas de datos.
- Tipos de gráficos estadísticos.

#### *Procedimientos:*

- Exploración sistemática, descripción verbal e interpretación de gráficos sencillos.

- Recogida y registro de datos.
- Elaboración de gráficos con pocos datos.

*Actitudes:*

- Actitud crítica ante informaciones y mensajes gráficos y tendencia a explorar todos los elementos significativos.
- Valoración de la expresividad del lenguaje gráfico como forma de representar muchos datos.
- Sensibilidad y gusto por las cualidades estéticas de los gráficos.

En cuanto a los criterios de evaluación, especifica:

10. Realizar, leer e interpretar representaciones gráficas de un conjunto de datos del entorno.
11. Hacer estimaciones basadas en la experiencia sobre el resultado de juegos de azar sencillos y comprobar el resultado.

En el currículum d'Educació Primària, establecido por el Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya, se indica que, al finalizar la etapa, el alumno ha de ser capaz, según el objetivo general nº 10 de: "*Reconèixer i representar funcions elementals numèriques i estadístiques*". Departament d'Ensenyament (1992 a).

Los contenidos de este documento son desglosados en procedimientos; hechos, conceptos y principios; actitudes, valores y normas, como aparecen en toda la reforma y, para el primer nivel de concreción, (ya que los otros niveles se reservan como ya sabemos para el centro y su adaptación al aula) son los siguientes:

*Continguts*

*1. Procediments.*

- Recollida de dades a partir de situacions reals.

*2. Fets, conceptes i sistemes conceptuals.*

- Estadística.
- Dades estadístiques: interpretació, representació, relació.
- Mitjana aritmètica.

*3. Actituds, valors i normes.*

- Interpretació i investigació davant de qualsevol situació, problema o informació contrastable.
- Apreciació en la vida quotidiana, en la natura, l'art, les ciències, la tecnologia, dels aspectes que poden ser definits i expressats per mitjà de la matemàtica.
- Recreació mitjançant l'ús d'elements lúdics que comportin un treball matemàtic.



- Organització del treball: plantejament, resolució, verificació dels resultats i valoració de llur significat.
- Valoració positiva del propi esforç per arribar a resoldre una situació matemàtica.
- Consideració de l'error com a estímul per a noves iniciatives.
- Adquisició d'una progressiva autonomia en la recerca d'ajuts, d'eines, com també en la valoració del propi treball.
- Ús adequat dels mitjans tècnics de càlcul i representació i valoració dels seus resultats.

Por tanto, además de la enseñanza de contenidos, los decretos toman en cuenta la educación de las actitudes. Se recogen asimismo los siguientes objetivos terminales:

*Objectius terminals*

- Realitzar observacions sistemàtiques, relacionar-les, extreure'n dades i esquematitzar-les.
- Classificar i ordenar resultats d'una experiència o d'un recull de dades.
- Reconèixer, organitzar i representar conjunts de dades estadístiques mitjançant taules de freqüències i diagrames de barres.
- Llegir i interpretar un conjunt de dades estadístiques i calcular mitjanes.
- Resoldre problemes utilitzant tècniques estadístiques, justificant i valorant-ne els resultats.

### **Ciclo 12-16**

El Real Decreto 1007/91 de 14 de junio (BOE. 26-junio-91) establece los aspectos básicos del currículo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. Como objetivos generales del área de matemáticas, directamente relacionados con el tema que nos ocupa, establece los siguientes:

1. Incorporar al lenguaje y modos de argumentación habituales las distintas formas de expresión matemática (numérica, gráfica, geométrica, lógica, algebraica, probabilística) con el fin de comunicarse de manera precisa y rigurosa.
2. Cuantificar aquellos aspectos de la realidad que permitan interpretarla mejor, utilizando técnicas de recogida de datos, procedimientos de medida, las distintas clases de números y mediante la realización de los cálculos apropiados a cada situación.
3. Utilizar técnicas sencillas de recogida de datos para obtener información sobre fenómenos y situaciones diversas, y para representar esa información de forma gráfica y numérica y formarse un juicio sobre la misma.
4. Identificar los elementos matemáticos (datos estadísticos, gráficos, planos, cálculos, etc.) presentes en las noticias, opiniones, publicidad, etc., analizando críticamente las funciones que desempeñan y sus aportaciones para una mejor comprensión de los mensajes.

Entre los contenidos, presenta un apartado de *"Interpretación, representación y tratamiento de la información"* que incluye, como conceptos, el tratamiento de datos estadísticos, parámetros centrales y de dispersión; como procedimientos, la utilización e interpretación del lenguaje gráfico, la elección adecuada de parámetros, la detección de errores y la interpretación de datos relativos a una muestra estadística.

Por último, como criterios de evaluación para este tema sugiere que se valore la presentación e interpretación adecuadas de informaciones estadísticas. Con fecha posterior, el Real Decreto 1345/91 de 6 de septiembre (BOE. 13 de septiembre 91) establece definitivamente el currículo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria, perfilando con mayor detalle las orientaciones anteriores. Dentro de los objetivos generales de esta etapa educativa se proponen aquí los siguientes:

1. Interpretar y producir con propiedad, autonomía y creatividad mensajes que utilicen códigos artísticos, científicos y técnicos, con el fin de enriquecer sus posibilidades de comunicación y reflexionar sobre los procesos implicados en su uso.
2. Obtener y seleccionar información, utilizando las fuentes en las que habitualmente se encuentra disponible, tratarla de forma autónoma y crítica, con una finalidad previamente establecida y transmitirla a los demás de manera organizada e inteligible.

Los objetivos de área propuestos ahora coinciden con los descritos arriba correspondientes al Decreto 1007/91. En cuanto a los contenidos, ya aparecen orientaciones más precisas sobre las cuestiones a tratar. En el apartado de *"Interpretación, representación y tratamiento de la información"*, especifica los siguientes contenidos sobre lo previsto con anterioridad:

- Gráficas estadísticas usuales.
- Parámetros centrales y de dispersión como resumen de un conjunto de datos estadísticos.
- Algoritmos para calcular parámetros centrales y de dispersión sencillos.

Presentamos a continuación la parte correspondiente a estadística de los *marcs referencials de programació experimentació. Cicle 12-16* según el *desplegament curricular Matemàtiques del Departament d'Ensenyament de la Generalitat de*

*Catalunya*, correspondiente a la enseñanza superior obligatoria (E.S.O.) como en el caso de la Educació Primària solamente haremos referencia al 1er nivell de concreció Departament d'Ensenyament (1992 b):

*Continguts*

*1. Procediments.*

- Interpretació i elaboració d'informació estadística, obtenció de conclusions.

*2. Fets, conceptes i sistemes conceptuals.*

- Estadística elemental.

*3. Actituds, valors i normes.*

Los contenidos son idénticos a la etapa anterior ya que, al estar relacionados con la adquisición de conceptos y procedimientos, se someten a un tratamiento sistemático durante toda la enseñanza obligatoria.

*Objectius terminals*

- Llegir i interpretar informació estadística donada per taules, gràfiques, paràmetres i saber explicar el que representen; si s'escau, treure'n conclusions.
- Realitzar l'estudi estadístic de variables al seu abast, sabent-ne.
- Escollir una mostra representativa.
- Organitzar la recollida de dades i la seva tabulació i representació gràfica.
- Calcular els paràmetres de centralització i dispersió escaients.
- Treure conclusions i confrontar-les, si és el cas.
- Distingir els diferents conceptes d'ús corrent a estadística, mitjana enfront de moda i mediana, probabilitat enfront de freqüència, combinatòria enfront de configuracions ordenades ...
- Explicar, sobre exemples concrets, que és el que mesuren els diferents paràmetres estadístics i com ens informen de les característiques de la distribució de la variable estudiada.

En definitiva estos programas indican un mayor peso de los contenidos de estadística, respecto a los anteriores planes de estudio. Es, sin embargo, un hecho que la estadística no se enseña o se deja como último tema. Nuestro trabajo sobre las actitudes pretende analizar si estas pueden influir en que la estadística no llegue a ser estudiada por todos los alumnos, a pesar de las orientaciones curriculares.

### **1.3.2. LA ESTADÍSTICA EN LOS CURRÍCULOS DE OTROS PAISES**

Presentamos a continuación los proyectos más relevantes en nuestra opinión, sobre la enseñanza de la estadística en distintos países y que completarán la visión del tema.

#### **Curriculum del School Council Projects on statistical education (11-16) (U.K.)**

Este Proyecto sobre la enseñanza de la estadística ha sido llevado a cabo por el Departamento de Probabilidad y estadística de la Universidad de Sheffield, entre los años 1975 y 1981. Los objetivos que persigue son los siguientes:

- Estudiar la situación de la enseñanza de la estadística en su país.
- Estudiar las necesidades de los profesores.
- Diseñar los objetivos detallados para la implementación de la enseñanza.
- Producir los materiales de enseñanza.

El contenido del proyecto se publicó en un libro editado por Schools Council by Foulsham Educational y se divide en nueve capítulos donde se describe todo el Proyecto.

El capítulo primero está dedicado a la introducción; en él se describen los antecedentes, se explican las razones por las que se elige el tramo 11-16 años y se relatan los propósitos que se persiguen.

El capítulo segundo se justifica la enseñanza de la estadística en el tramo escolar 11-16 años.

El capítulo 3 se dedica a la estadística en el aula y en él se describe la clase de estadística que hay que impartir y los objetivos que se deben perseguir.

En el capítulo 4 se comenta el libro de Tanur (1992) que trata de las aplicaciones de la estadística resumidas en cuatro bloques: el hombre en su mundo biológico, político, social, físico, y ya hemos comentado.

El capítulo 5 lo dedica a relatar los conceptos y técnicas estadísticas que se deben enseñar en el tramo comprendido entre los 11 y 16 años. El 6 se dedica al uso de las unidades y en el 7 se resume el material de enseñanza. En el 8 comenta tres unidades

de enseñanza fundamentales y en el 9 concreta las técnicas y áreas de aplicación de las unidades.

### La reunión de la I.C.M.I. en Kuwait en 1986

En esta reunión de la I.C.M.I. se estudian los resultados de la SIMS (Second Internacional Mathematics Study) y se da una lista de contenidos matemáticos que veinte países (desarrollados y en desarrollo) han catalogado como muy importantes (X) o sin importancia, para los 13 años de edad. En la tabla 1.1 recogemos los relativos a la estadística descriptiva.

Tabla 1.1. Contenidos recomendados en la reunión de Kuwait

CONTENIDOS	Categoría cognitiva			
	Cálculo	Comprensión	Aplicación	Análisis
Recogida de datos	X	X	X	
Organización de datos	X	X	X	X
Representación de datos	X	X	X	X
Interpretación de datos (media, mediana, moda)	X	X	X	
Combinatoria				
Sucesos, espacio muestral	X			
Contar conjuntos, $P(A \cup B)$ $P(A \cap B)$ , sucesos independientes				
Sucesos mutuamente excluyentes				
Sucesos complementarios				

Con los resultados de todas las áreas del curriculum, se elaboraron test y se preguntó a los representantes de los países participantes si los temas propuestos eran apropiados o no en su sistema. Los porcentajes de las cuestiones que se creyeron apropiadas fueron aproximadamente los que se muestran en la tabla 1.2.

Tabla 1. 2. Porcentaje de aceptación en los países asistentes al I.C.M.I. de Kuwait

Aritmética	92
Medida	91
Álgebra	83
Estadística	69
Geometría	64

Como vemos la estadística se equipara a la geometría, quedando 5 puntos por delante, quedando a bastante distancia de los temas de aritmética, medida e incluso del álgebra, lo que indica que reciben una valoración insuficiente.

### **El informe Cockroft**

En el informe Cockroft, también hay referencias expresas a la enseñanza de la estadística, tanto en la Enseñanza Primaria, como en la Enseñanza Secundaria. Para la Enseñanza Primaria la referencia, en relación al apartado 239, sobre trabajo gráfico se dice que:

*“ En los años de primaria ha de prestarse atención a los diversos métodos de representación gráfica de los datos matemáticos y de la interpretación de la información así presentada”(p. 106 ).*

Mas adelante sugiere que, además de dibujar gráficos, se ha de insistir en su interpretación. Además deben los niños representar relaciones matemáticas, y realizar juegos donde intervengan las representaciones.

En cuanto a la Enseñanza Secundaria, el Informe Cockroft hace referencia a la enseñanza de la estadística en varios apartados. Los contenidos los expresa bajo el epígrafe *Gráficas y Representación Pictórica*, incluyendo:

- Recogida, organización y tabulación de datos.
- Construir, leer e interpretar gráficos y cuadros sencillos y extraer de ellos información específica.
- Extraer información presentada de forma tabular, por ejemplo, el coste de una llamada telefónica.
- Poder interpretar un diagrama de flujo sencillo.

Asimismo, bajo el título: *Ideas estadísticas*, incluye los siguientes objetivos:

- Fomentar una actitud crítica ante las estadísticas presentadas por los medios de comunicación.
- Aprender las ideas básicas de aleatoriedad y variabilidad; conocer el significado de la probabilidad y las apuestas en casos sencillos.
- Hacer hincapié en la importancia de la probabilidad en los hechos de la vida diaria y en los juegos de azar sencillos. En el caso de muchos alumnos, no será adecuado que emprendan ejercicios en que intervenga la probabilidad compuesta.
- Comprender la diferencia entre las diversas medidas de centralización y el fin para el que se usa cada una.
- Prestar atención a los diferentes usos de la palabra "promedio" que se hacen en los periódicos. No se pretende que todos los alumnos utilicen necesariamente las palabras media, mediana y moda .

### **La estadística en los estándares del N.C.T.M.**

En 1989, el National Council of Teachers of Mathematics, publicó sus Estándares Curriculares y de Evaluación para las Matemáticas Escolares, que fueron seguidos por los Estándares Profesionales de enseñanza en 1991 y los Estándares de Evaluación en 1995. Por primera vez se definió en Estados Unidos con claridad el contenido de la estadística y probabilidad en los niveles K-12 (Burrill, 1996). Los Estándares Curriculares del N.C.T.M. proponen, para la estadística, un nuevo tratamiento basado en el análisis de datos y en la experimentación por parte del propio alumno, especialmente en los niveles obligatorios de enseñanza.

Los Estándares dedican un apartado para el grado K-4 a la estadística y probabilidad. En los grados K-4 el curriculum de matemáticas incluiría experiencias con análisis de datos y probabilidad para que los estudiantes puedan:

- Recoger, organizar y describir datos.
- Construir, leer e interpretar representaciones de datos.
- Formular y resolver problemas relativos a la obtención y análisis de datos.

Dedican un apartado para el grado 5-8 a la estadística y otro a la probabilidad. La enseñanza de la estadística tiene la siguiente finalidad:

- Recoger, organizar y describir dato.

- Construir, leer e interpretar tablas y gráficos
- Realizar inferencias y dar argumentos convincentes basados en el análisis de los datos.
- Evaluar argumentos que estén basados en el análisis de datos.
- Apreciar los métodos estadísticos como poderoso medio para la toma de decisiones.

Se da mucha importancia a que los estudiantes entiendan los conceptos y procesos usados para el análisis de datos, dado que su uso en la sociedad actual es cada vez más extenso tanto, para realizar predicciones, como para tomar decisiones. Así, pues, el trabajo de la estadística en las clases debe centrarse en la participación activa de los estudiantes en el proceso completo, desde la formulación de preguntas clave, pasando por la recogida, organización y representación de datos, análisis de los datos y elaboración de conjeturas, hasta la comunicación de la información obtenida de una manera clara y precisa.

En el "Estándar" sobre '*Probabilidad*' del nivel 5-8 sugiere la exploración de la probabilidad en el mundo real para que los estudiantes sean capaces de:

- Elaborar modelos de situaciones diseñando y llevando a cabo experimentos o simulaciones para estimar probabilidades;
- Elaborar modelos de situaciones construyendo un espacio muestral para determinar probabilidades;
- Apreciar las posibilidades de usar un modelo de probabilidad comparando los resultados experimentales con soluciones matemáticas esperadas;
- Realizar predicciones que se basen en probabilidades experimentales o teóricas;
- Llegar a reconocer el uso constante que se hace de la probabilidad en el mundo real.

### **Principios y Estándares para la Matemática Escolar (NCTM 2000)**

En este nuevo documento la estadística y probabilidad se ven reforzadas y aparecen a lo largo del currículo, en los diferentes niveles educativos. Para el nivel K-2 propone que el currículo incluya experiencias con análisis de datos para que los alumnos sean capaces de:

- Clasificar objetos de acuerdo a sus atributos y organizar datos sobre los objetos.
- Representar datos usando objetos concretos, dibujos y gráficos.



Se indica que las actividades informales de clasificación y recuento pueden proporcionar un inicio de la comprensión y análisis de los datos por parte de los niños. Se animará a los niños a plantearse preguntas, organizar las respuestas y crear representaciones para sus datos, así como a razonar y comprobar sus ideas, comparándolas con los datos.

En los grados 3 a 6 los niños deben ser capaces de:

- Diseñar investigaciones para contestar una pregunta y considerar cómo los métodos de recogida de datos afectan al conjunto de datos.
- Recoger datos de observación, encuestas y experimentos.
- Representar datos en tablas, gráficos de línea, puntos y barras.
- Reconocer las diferencias al representar datos numéricos y categóricos.
- Usar las medidas de posición central, particularmente la mediana y comprender qué es lo que cada una indica sobre el conjunto de datos.
- Comparar distintas representaciones de los mismos datos y evaluar qué aspectos importantes del conjunto de datos se muestra mejor con cada una de ellas.
- Proporcionar y justificar conclusiones y predicciones basadas en los datos y diseñar estudios para estudiar mejor las conclusiones y predicciones.

En estos niveles se pretende que progresivamente los niños sean capaces de ver el conjunto de datos como un todo, describir su forma y usar las características estadísticas, como el rango y las medidas de tendencia central para comparar conjuntos de datos. Deben considerar que los datos son muestras recogidas de poblaciones mayores y llevar a cabo investigaciones y proyectos, considerando el ciclo: formular preguntas, recoger datos y representarlos.

Analizarán si sus datos proporcionan la información necesaria para responder sus preguntas. Podrían recoger sus datos o usar otros disponibles en la escuela o en la ciudad, por ejemplo, datos del censo o sobre el tiempo o datos disponibles en Internet. La experiencia con una variedad de gráficos les permitirá comprender los valores en los ejes horizontal y vertical, la utilidad de las escalas y cómo representar el cero en una gráfica. Los niños deberían también usar software y ordenadores que les ayude a representar gráfico, por ejemplo, la hoja electrónica.

La probabilidad se contempla en este diseño curricular desde el jardín de

infancia. En los niveles K-2 se especifica que todos los niños deben discutir sobre si los sucesos familiares a su experiencia, les parecen fácil o difícil de ocurrir. Las ideas de probabilidad a este nivel han de ser informales.

En los niveles 3-5 se espera que los niños alcancen competencia para:

- Describir sucesos como probable o improbable y discutir el grado de probabilidad, usando palabras como seguro, igual probabilidad e imposible.
- Predecir la probabilidad de los diferentes resultados de experimentos simples y comprobar las predicciones a través de la experimentación.
- Comprender que podemos representar la probabilidad de un suceso por un número comprendido entre cero y uno.

En consecuencia, este currículo no sólo es más completo que el español, sino que presenta una metodología más activa en línea con las investigaciones recientes en didáctica de la estadística. Creemos que en España debiera seguirse la directrices de países como Estados Unidos o Inglaterra que favorecen la enseñanza de la estocástica. Ello supone la preparación previa y el fomento de las actitudes positivas de los profesores en formación.

### **1.3.3. LA ESTADÍSTICA EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA**

#### **El curso introductorio de estadística**

Finalizada la enseñanza obligatoria, la mayor parte de los alumnos que terminan sus estudios a los 16 años y se dedican a trabajar necesitan de la estadística elemental en su trabajo, convirtiéndola en una materia imprescindible en los diferentes campos profesionales (Nortes Checa, 1991a). Además, los avances de la informática, han puesto al alcance de cualquiera muchas herramientas estadísticas por lo que hoy es prácticamente imposible imaginar la formación de cualquier profesional sin una parte importante de estadística.

Paralelamente, aquellos alumnos que continúan sus estudios necesitan un conjunto de conocimientos estadísticos que sirvan de base para el estudio de otros procedimientos más sofisticados en sus futuros estudios universitarios, en los que se amplían tales conocimientos. Actualmente su estudio se lleva a cabo en diversas

carreras, tanto carreras de ciencias como de letras, ya que tanto pedagogos, psicólogos, economistas, empresarios, médicos, maestros como técnicos en general, la necesitan en su trabajo diario para ofrecer resultados y conclusiones de sus estudios.

### **La estadística en la formación de investigadores**

Por último basta con leer las publicaciones científicas para observar cómo los métodos estadísticos se utilizan como una poderosa herramienta multidisciplinar tanto en la investigación científica experimental y aplicada.

Para Amón (1993) la necesidad e importancia de la estadística han ido creciendo durante estos últimos años dentro de las diferentes áreas y el investigador debe conocer sus fundamentos. Aunque por la orientación de sus estudios, no posea una formación cuantitativa muy fuerte, ha de ser capaz de manejarla con la cautela de quien conoce sus limitaciones y a la vez con la eficacia de quien sabe sacar de ella el máximo partido en la resolución de sus problemas. El investigador y el profesional deben conocer los fundamentos de este instrumento multidisciplinar, no sólo a nivel de aplicación práctica, pues es muy difícil definir que entendemos por “practicidad responsable”. Según Amón (1990) el manejo responsable de un instrumento complicado exige un conocimiento razonable del mismo que permita aplicar la técnica adecuada en cada situación concreta e interpretar correctamente los resultados de la investigación.

Asimismo, para Chance (1997) los investigadores han de ser capaces de leer y comentar o criticar artículos especializados, argumentar razonadamente utilizando datos adecuados determinadas ideas y transmitirlos, interpretar los resultados generados por un tratamiento informático y poder utilizar lo aprendido en otras situaciones.

Sin embargo, debido a que la lógica de la inferencia estadística es difícil, su uso e interpretación no es siempre adecuado y han sido criticados en los últimos 50 años. Una amplia revisión de estas críticas puede encontrarse en Morrison y Henkel (1979).

Batanero (2001a) indica que esta controversia se ha intensificado en los últimos años en algunas instituciones profesionales (Menon, 1993; Thompson, 1996; Ellerton, 1996, Wilkinson, 1999). Por ejemplo la American Psychological Association resalta en su manual de publicación del año 1994 que los contrastes estadísticos no reflejan la importancia o la magnitud de los efectos y animan a los investigadores a proporcionar información sobre el tamaño de estos efectos (APA, 1994, p. 18). Más recientemente, la Task Force on Statistical Inference organizada por la APA ha publicado un artículo para iniciar la discusión en el campo (Wilkinson, 1999) y ha iniciado una revisión de cuestiones metodológicas más generales.

En la American Education Research Association, Thompson (1996) recomienda un uso más adecuado del lenguaje estadístico en los informes de investigación, enfatizando la interpretación del tamaño de los efectos y evaluando la replicabilidad de los resultados. Estas instituciones recomiendan no abandonar el contraste de hipótesis, sino complementarlo con otros análisis estadísticos (Levin, 1998, Wilkinson y cols.,1999). Un resumen comprensivo de estos debates, así como de las alternativas sugeridas, se presenta en Harlow y cols., (1997).

La International Association for Statistical organizó en el año 2000 un conferencia en Tokio para tratar los problemas didácticos que subyacen en el fondo de esta controversia. Los participantes y reactivos en esta conferencia discutieron con detalle las concepciones erróneas de los investigadores sobre la estadística, sus necesidades de formación, la forma en que debieran organizarse los cursos de formación de investigadores y los problemas de comunicación entre estadísticos e investigadores (Batanero, 2001b). La conclusión general es que la formación estadística en la universidad no debe estar orientada a que cada investigador sea autónomo en el uso de la estadística, postura demasiado ingenua, debida a la complejidad de esta materia. Por el contrario, hemos de tratar de formar investigadores y profesionales que sepan plantear su problema a los estadísticos, resolver por si mismos las cuestiones estadísticas triviales o rutinarias y comprender los resultados de análisis más complejos proporcionados por el estadístico.

#### **1.4. LA EDUCACIÓN ESTADÍSTICA COMO CAMPO DE INVESTIGACIÓN EMERGENTE**

Puesto que esta es una tesis en educación estadística, queremos también presentar un panorama, aunque breve, de su situación actual como línea de investigación emergente, que se ha desarrollado, no sólo en la didáctica de la matemática, sino también desde la estadística y la psicología.

##### **Educación estadística dentro de la estadística**

Como indica Batanero (2001a) el *Instituto Internacional de estadística (ISI)* creó en 1948 un *Comité de Educación*, entre cuyas actividades se incluyó la creación de los *Centros de Internacionales de Educación Estadística (ISEC)* en Calcuta y Beirut, para formar los primeros estadísticos en los países de su respectivo entorno geográfico.

Asimismo, el comité inició las conferencias *ICOTS (International Conference on Statistical Education)* en 1982 en la Universidad de Sheffield y han continuado cada cuatro años.

Otro tipo de conferencias iniciadas por el comité de educación, como satélites del *ICME (International Congress of Mathematics Education)*, son las *Round Table Conference* sobre temas específicos de educación estadística, que han sido los siguientes: "estadística en la escuela" (Viena, 1973; Varsovia, 1975, Calcuta, 1977), "La enseñanza universitaria de la estadística en los países en vías de desarrollo (La Haya, 1968), "Enseñanza de la estadística y ordenadores", (Oisterwijk, 1970; Camberra, 1984), y "Formación de profesores" (Budapest, 1988). Son precisamente estas conferencias las que han dado lugar a comenzar la enseñanza de la estadística en la escuela a partir de los años 70.

En 1991 el ISI el Comité de Educación se transforma en una sociedad científica *IASE (International Association for Statistical Education)*, cuyo objetivo principal de *IASE* es el desarrollo y mejora de la educación estadística en el ámbito internacional. *IASE* ha asumido la organización del *ICOTS* a (*ICOTS IV*, Marrakesh 1994; *ICOTS V*, Singapur, 1998) y de las *Round Table Conference* asociadas al *ICME*, habiendo organizado hasta la fecha las dedicadas a "Enseñanza del análisis de datos"

(Quebec, 1992), "Impacto de las nuevas tecnologías en la investigación" (Granada, 1996) y "Formación de los investigadores en el uso de la estadística" (Tokio, 2000).

### **Investigación sobre el razonamiento estocástico**

Pérez Echeverría (1990) habla de "revolución probabilística" para referirse al nuevo enfoque de los trabajos sobre razonamiento humano, donde se ha pasado de un modelo de actuación acorde a la lógica formal, a concebir un decisor que actúa de acuerdo a un sistema probabilístico complejo, utilizando heurísticas adquiridas en su relación cotidiana con lo aleatorio. Según Kahneman y cols. (1982), una heurística es una estrategia inconsciente que reduce la complejidad de un problema probabilístico, suprimiendo parte de la información y produciendo sesgos en las conclusiones obtenidas.

Por otro lado, y a partir de los estudios de Piaget e Inhelder (1951), la adquisición de las ideas de aleatoriedad y probabilidad ha sido analizada en los niños desde sus primeros años a la adolescencia, determinándose diferentes etapas en el desarrollo del razonamiento probabilístico. Otros autores han estudiado también la influencia de creencias previas y concepciones animistas de los niños sobre su capacidad de percepción de lo aleatorio.

Mención particular merecen los trabajos de Fischbein (1975) que se interesó no solo por la formación de los conceptos formales, sino por la aparición de intuiciones parciales sobre los conceptos estocásticos, y por el efecto de la instrucción, organizando y evaluando experimentos de enseñanza de la probabilidad desde los 10 años de edad.

### **Situación actual**

Un indicador de la expansión futura de la educación estadística son los trabajos previstos por *IASE*, como el congreso *ICOTS VI* en el 2002, las sesiones de educación en la Conferencia *ISI* de Berlín en 2003, y Conferencia Satélite sobre Educación Estadística e Internet, Berlín, 2003 y la Round Table Conference sobre Desarrollo Curricular en Estadística, prevista para 2004. Otras sociedades de estadística o de educación están también organizando de secciones específicas de

educación estadística, como, por ejemplo, la *ASA (American Statistical Association)*, *AERA (American Educational Research Association)*, *Royal Statistical Society*, en Inglaterra, *Sociedad estadística Japonesa*, *la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática*, etc.

También podemos encontrar revistas dirigidas al profesorado, como *Teaching Statistics*, que ha cumplido ya 23 años de existencia durante los cuales se ha ido desarrollando y adquiriendo una identidad y calidad internacional reconocida. Otras revistas similares son *Induzioni* y *Journal of Statistical Education*.

Recientemente IASE ha transformado del *Newsletter del Statistical Education Research Group* en la primera revista referida de educación estadística *Statistics Education Research Journal*, cuya publicación se ha iniciado en Mayo del 2002.

Por otro lado, como indica Batanero (1998), los libros de texto se empiezan a transformar en ediciones electrónicas en formato accesibles a la consulta, modificación y sugerencias a través de Internet. Es también sencillo obtener datos de todo tipo para que los estudiantes puedan realizar investigaciones sobre casi cualquier tema, incluso con pocos recursos disponibles. Las listas de discusión entre profesores o entre alumnos, la "tutoría" de alumnos a distancia, cuando el trabajo del alumno no permite la comunicación directa con el profesor están siendo implementados en forma experimental en algunas escuelas y universidades. La rapidez del cambio tecnológico hace previsible la generalización de estas nuevas formas de enseñanza y aprendizaje en un plazo de tiempo no muy lejano.

## **1.5. LA FORMACIÓN ESTADÍSTICA DEL PROFESORADO**

### **Nuevas coordenadas en la reforma**

En España, todas las expectativas sobre la enseñanza de la estadística estaban puestas en la Reforma de las enseñanzas no universitarias de 1992, donde se potencia la enseñanza de esta disciplina a unos niveles altamente satisfactorios. Con la reordenación del sistema educativo, los profesores en formación han debido enfrentarse a muchos cambios, ya que se intenta promover determinadas modificaciones en los sistemas escolares (Escudero Muñoz, 1991). Asimismo, la Reforma ha supuesto un cambio de paradigma, y se debe entrar en metodologías

constructivistas, y promover el aprendizaje significativo teniendo siempre en cuenta los conocimientos previos de los alumnos.

Para Gimeno Sacristán (1998), las acciones que se emprenden en educación, bien sean individuales o colectivas, no se podrían entender sino consideráramos para qué se realizan. La educación no es algo espontáneo, sino que está dirigida, y por tanto tiene un sentido y lleva en sí una serie de selección de posibilidades, de contenidos y de caminos.

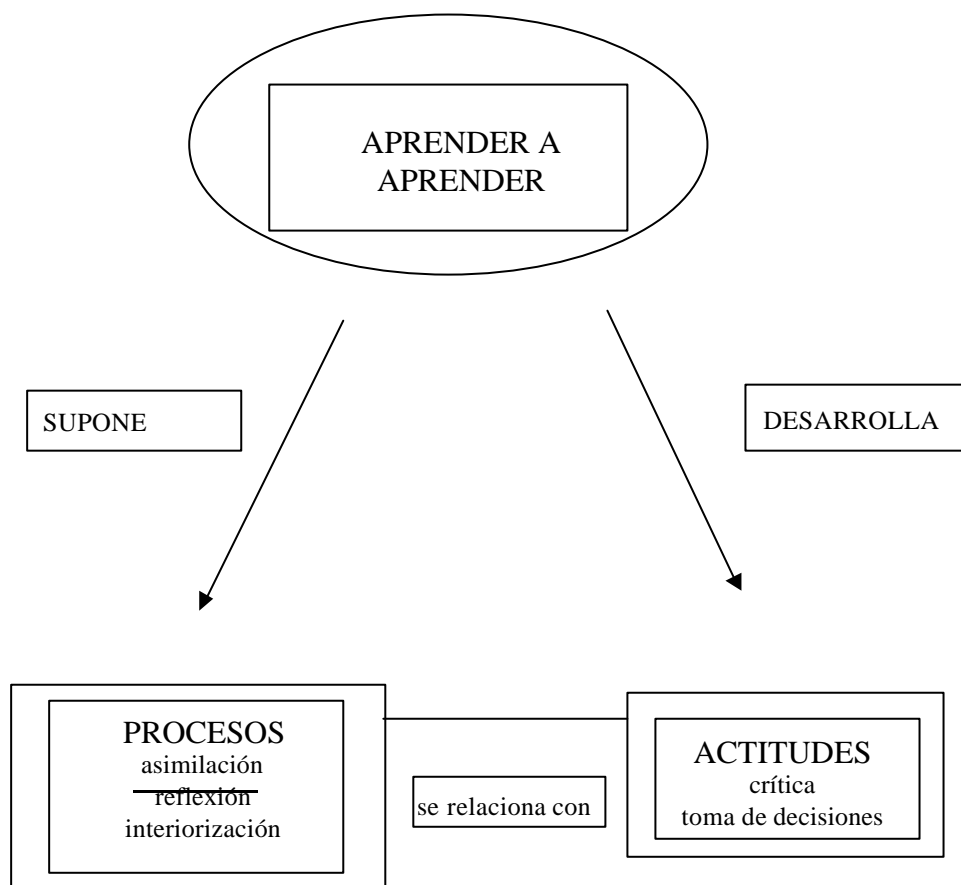


Figura 1.1. Modelo de Ontoria

Nuestros profesores en formación han de diseñar no solo un tercer nivel de concreción del currículo, sino que también queda en sus manos el segundo, en donde deberán plasmar entre otras muchas cosas la elección y secuenciación de los contenidos para cada uno de los ciclos y etapas: Hechos, Conceptos, Sistemas Conceptuales y Principios; Procedimientos, Normas, Valores y Actitudes.



A través de estos contenidos aprenderemos a conocer, hacer, ser, y vivir juntos, pues según Delors (1996) esos serán los pilares de la educación del próximo milenio.

Renovar la educación matemática y por consiguiente estadística, lleva consigo asumir un nuevo modelo de enseñanza y aprendizaje. Ante nosotros se abre un nuevo horizonte educativo sintetizado en dos frases por Ontoria (1992), aprender a aprender y enseñar a pensar. (Ver Figura 1.1). Vienen a representar dos coordenadas que enmarcan la orientación del trabajo en un centro educativo y en un aula. El alumno tienen que aprender a aprender y el profesor tiene que enseñar a pensar.

### **Enseñanza de la estadística y formación de profesores**

La importancia atribuida actualmente a la estadística en la enseñanza obligatoria, reconocida por la sociedad y por otras disciplinas, que hemos razonado en los apartados anteriores, contrasta con la poca formación que sobre esta materia acostumbran a tener los profesores en formación.

Un estudiante universitario y en especial, un profesor en formación debería alcanzar, como mínimo, los objetivos establecidos para la enseñanza de la estadística en los marcos referenciales. Estos, se refieren simplemente, a recoger, procesar e interpretar datos, manejar procedimientos de recogida y representación que les permitan la resolución de problemas elementales que aparecen en la vida diaria, y la de otros, algo más laboriosos, derivados de su quehacer profesional.

Como señalan Silva y cols. (1999), al iniciar su formación, el profesor en formación debiera estar motivado y con destrezas suficientes, para ir aprendiendo las técnicas estadísticas necesarias para enseñar los contenidos estadísticos previstos en el currículo y para ser capaz de evaluar la calidad de su trabajo profesional. Partiendo de su realidad, también debe irse introduciendo en el mundo de la didáctica de la educación estadística, al que en un futuro no muy lejano tendrá que enfrentarse.

Como responsable de la asignatura de estadística en la Facultad de Ciencias de la Educación he constatado que los profesores en formación son incapaces de detectar contradicciones en un gráfico de un periódico, de sacar conclusiones de una información o decidir el sistema de voto de unas elecciones. Generalmente, consideran la estadística como una técnica de recogida y presentación de datos o

cálculo mecánico de medidas de tendencia central y de dispersión considerándola como una aplicación rutinaria de fórmulas, y no como una herramienta de trabajo multidisciplinar indispensable en su vida académica y profesional. Otros compañeros que imparten la misma materia coinciden con mi análisis. Asimismo, como describiremos en el capítulo II algunas investigaciones ponen de manifiesto la existencia de errores conceptuales sobre la estadística en profesores en formación.

Alertada por estos contrastes, me dediqué a recabar información sobre las causas que podían originarlas. Los resultados se presentaron como un trabajo del Master de Didáctica de les Matemàtiques y las Ciències Experimentals (Estrada, 1999). Allí se detectaba la ausencia de la enseñanza de la estadística en la mayoría de los currícula reales de E.G.B. a finales de los 80 y principios de los 90. Además se constataba que cuando se impartía, ni la metodología ni la visión que se presentaban eran las más acertadas.

### **Dificultad de la enseñanza de la estadística para el profesor de matemáticas**

En la sección 1.3 hemos visto cómo los nuevos currículos de educación primaria y secundaria incluyen en forma generalizada contenidos estadística. Sin embargo, en la práctica son todavía pocos los profesores que enseñan este tema y cuando lo hacen es de modo abstracto y reduciéndola al cálculo. Según Batanero (2001a), las siguientes razones contribuyen a que los profesores de matemática traten de evitar la enseñanza de la estadística.

Una primera dificultad es enseñar un tema en continuo cambio y crecimiento, ya que la mayor parte de esta materia se ha desarrollado en los últimos 50 años. A esto se añade el tratar de incorporar las calculadoras gráficas o el ordenador en la clase de estadística, lo que supone la continua puesta al día por parte del profesor.

Por otro lado, ya que hay pocas investigaciones sobre la didáctica de la estadística, no se conocen las principales dificultades de los alumnos en muchos conceptos importantes. Las investigaciones existentes no son muy conocidas por los profesores, ya que falta todavía mucha labor de difusión, especialmente de trabajos realizados fuera de nuestro país.

La estadística es muy diferente a otras ramas de la matemática; por ejemplo, aún hoy día prosiguen las controversias filosóficas sobre la interpretación y aplicación de conceptos tan básicos como los de probabilidad o aleatoriedad. Las dimensiones políticas y éticas del uso y posible abuso de la estadística y la información estadística contribuyen, asimismo, a la especificidad del campo.

La formación específica de los profesores en este ámbito específico es prácticamente inexistente. En España sólo muy recientemente se ha iniciado una asignatura específica de didáctica de la estadística en la Licenciatura en Ciencias y Técnicas Estadísticas de la Universidad de Granada y este tipo de asignatura es prácticamente inexistente en otras universidades o licenciaturas.

Un último punto es la naturaleza interdisciplinar del tema, que hace que los conceptos estadísticos aparezcan en otras materias, como ciencias sociales, biología, geografía, etc., donde los profesores, a veces se ven obligados a enseñar estadística, lo que puede ocasionar conflictos cuando las definiciones o propiedades presentadas de los conceptos no coinciden con las impartidas en la clase de matemáticas.

## **1.6. EL PROBLEMA DE LAS ACTITUDES DE LOS PROFESORES HACIA LA ESTADÍSTICA**

Otro punto importante son las actitudes de los profesores hacia la materia, ya que si estas no son favorables, incluso cuando tengan conocimientos suficientes, no llegarán a implementar una enseñanza efectiva.

Puesto que la investigación sobre las actitudes de los profesores hacia la estadística era prácticamente inexistente, en Estrada (2001b) tratamos de hacer una primera evaluación de las mismas. En el estudio realizado, los estudiantes de magisterio y maestros en ejercicio encuestados reconocían la utilidad de la estadística y valoraban su naturaleza multidisciplinar y social, así como su presencia en la escuela. Sin embargo, los dos colectivos suscribían la necesidad de una mejor formación personal en la materia, y señalaban como aspectos críticos, respecto a la enseñanza, la escasa carga horaria de los planes de estudio, la metodología utilizada y las actitudes hacia la materia.

### **La formación de actitudes, objetivo de la educación estadística**

Es bien conocido por todos, el problema de la sobrecarga temática de los programas en la formación de profesores. Por ello nos encontramos con que, generalmente, también en este nivel la estadística es de los temas que no da tiempo a explicar y en el caso de hacerlo se presenta como una lección más del currículum de matemáticas en la que salvo excepciones puntuales no se muestra claramente su aspecto multidisciplinar y social con una metodología constructivista. Se remite a una presentación teórica, más o menos ilustrada con ejemplos, seguida de una pequeña lista de ejercicios de aplicación rutinaria de fórmulas, con datos a menudo no muy familiares al alumno.

Pero tal como señala Batanero (1999), al ser la estadística una ciencia que cambia rápidamente, lo importante no son los contenidos específicos sino el tratar de desarrollar en nuestros alumnos una actitud favorable, unas formas de razonamiento y un interés por completar posteriormente su aprendizaje.

En esta concepción, que comparto plenamente, la educación estadística no debe ser una transmisión de conocimiento, sino asegurar unas condiciones óptimas para que los alumnos desarrollen sus potencialidades y capacidades cognitivas, afectivas, sociales y de aprendizaje y esto supone, según Busquets (1991), un intento de romper con la práctica habitual de dar excesiva importancia a los conceptos. En función de los objetivos, se pretende que un mismo contenido se aborde desde la perspectiva conceptual, procedimental y actitudinal.

Las actitudes no constituyen una disciplina separada, sino que son parte integrante de todas las materias de aprendizaje. Ocupan un lugar central en el acto educativo, guiando el proceso perceptivo y cognitivo que comporta el aprendizaje de cualquier contenido educativo.

La extensión del fracaso en el aprendizaje en diversas edades y niveles educativos puede ser explicada en buena parte según Gómez Chacón (1997) por la aparición de actitudes negativas causadas por diversos factores personales. Tal como apunta Giménez (1997), olvidar las propias actitudes preconcebidas del profesorado ante lo que es enseñar lleva también a menudo al fracaso.

### **Actitudes y profesorado**

El profesorado vive en la práctica mucho más alejado del dominio afectivo en la enseñanza que de la comprensión de conceptos y procesos y del desarrollo de destrezas en el dominio cognoscitivo. Para Escudero y cols. (1984) existen algunas razones sólidas para exculpar al profesorado por su escaso acercamiento práctico al dominio afectivo, pero es evidente que la educación estadística debe atender más al terreno de las actitudes.

Asimismo, algunas investigaciones en diferentes contextos culturales, han mostrado que los profesores en formación tienen actitudes negativas hacia las matemáticas (Ball, 1990; Fernández, 1995; Phillippou y cols., 1994 y 1998). No tenemos datos sobre las actitudes de los profesores hacia la estadística, salvo el estudio previo que hemos citado (Estrada, 1999, 2001b), que creemos debe ser completado con nuevas muestras e instrumentos que complementen la información obtenida entonces.

Por otro lado, diferentes investigaciones han mostrado que son negativas las actitudes hacia la estadística en niveles universitarios (Dillon, 1988; Eagly y Chaiken, 1992; Gil Flores, 1999). Algunos de estos estudiantes con actitudes desfavorables podrían escoger convertirse en profesores y encontrarse en la posición de enseñar una materia que les desagrada. Inconscientemente, estos maestros influirían negativamente en las actitudes de sus estudiantes y el sistema constituiría entonces un círculo vicioso, ya que investigaciones previas han confirmado el supuesto de que las variables afectivas tales como concepciones, creencias y actitudes hacia las matemáticas y la estadística, juegan un papel determinante en la práctica docente (Gal y Gainsburg, 1994; Mcleod, 1994; Pehkomen, 1994; Phillippou y cols., 1998). La cuestión es cuando y como romper este círculo.

En la mayoría de países, la enseñanza no atrae candidatos demasiado motivados para aprender y enseñar matemáticas y esta tendencia no parece que vaya a cambiar en el futuro. Por el contrario, según Phillipou y cols. (1998), una porción importante de profesores continuarán contemplando las Matemáticas como una asignatura acabada y muerta, la enseñarán del modo tradicional e influirán consecuentemente en

los estudiantes y en los futuros aspirantes a profesores para que desarrollen actitudes negativas. Lo mismo podría suceder con la estadística.

Por ello es importante que los docentes encargados de formar al profesorado conozcan cuales son las actitudes de los profesores en formación, por tres razones (Gal y cols. , 1997):

- La influencia de las actitudes en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la estadística. Las actitudes y creencias y especialmente las negativas, pueden tener un impacto directo en el clima de la clase y llegar a constituir un auténtico bloqueo del aprendizaje si no se controlan. En cambio unas respuestas emocionales positivas ayudan al alumno a sentirse seguro en su trabajo, a creer y confiar en sus habilidades para poder enfrentarse a situaciones problemáticas y a estar motivados para conseguir determinados objetivos.
- Su influencia en aplicaciones posteriores de la estadística fuera del aula. Uno de los objetivos fundamentales de la formación estadística es capacitar a los alumnos para poder utilizar sus conocimientos adquiridos en su vida profesional o como simple ciudadano. Si los alumnos no acaban su formación con una visión positiva de la asignatura y una valoración de la misma como herramienta personal y profesional, generarán una actitud negativa que impedirá futuras aplicaciones en cualquier ámbito.
- Su influencia en la formación posterior para aquellos que continúan la vida académica. Se ha de procurar que el primer encuentro con la materia genere actitudes positivas que facilite una formación mas avanzada en la materia.

Todo ello justifica que centremos nuestra investigación en las actitudes de los profesores hacia la estadística, como describimos a continuación.

## **1.7. OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN**

En este capítulo, hemos analizado el papel de la estadística como instrumento utilizado en muchas disciplinas y la importancia de la cultura estadística para todos los ciudadanos, descrita por Gal (2002). Así mismo, al analizar los curricula de

matemáticas en diferentes niveles educativos, tanto a nivel nacional como internacional, hemos resaltado la importancia de esta materia objeto de estudio.

Paralelamente, al observar la ausencia de la asignatura en los planes de estudio de las facultades de Educación y escuelas de Magisterio de nuestro país, descrita en Estrada ( 2001b, 2001c), hemos insistido en el papel de la estadística en la formación del profesorado y la influencia de las actitudes de los profesores sobre sus alumnos, sugerida por diferentes autores.

Todos estos puntos permiten contextualizar nuestra investigación y describir la problemática en la que se inscribe. Por consiguiente estamos en condiciones de formular nuestro objetivo general, que se desglosará en objetivos específicos e hipótesis en el capítulo III.

Se trata del siguiente:

*Objetivo general: El análisis seguido a lo largo de este capítulo nos conduce al planteamiento de una investigación que trate de aportar conocimiento sobre las actitudes de los profesores en formación hacia la estadística, analice sus componentes y estudie el efecto de algunas variables sobre las mismas.*

Creemos que el interés del mismo es sobradamente justificado, ya que una gran parte de la problemática didáctica detectada sobre la enseñanza de la estadística pudiera estar relacionada con estas actitudes.

Es tarea de las Facultades de Ciencias de la Educación analizar esta situación y si fuera posible mejorarla. Por ello al plantearnos este trabajo pretendemos conocer la naturaleza, componentes y variables relacionadas con las actitudes hacia la estadística de los profesores en formación, a través de un instrumento de medida adecuado y a partir del tratamiento estadístico de los datos. De todo ello nos ocuparemos en los siguientes capítulos.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTOS DEL ESTUDIO**

Una vez contextualizado nuestro trabajo y descrito su objetivo principal, en este capítulo pasamos a describir sus fundamentos.

Comenzaremos el capítulo con la conceptualización de las actitudes, que se presentan como un rasgo compuesto de diferentes componentes, analizables por separado y cuya identificación nos permite incidir en su formación y cambio. Justificaremos que para ello es necesario la intervención del profesor, al que hay que educar y formar, tanto estadísticamente (para evitar errores conceptuales y paliar dificultades), como en el terreno de las actitudes. Describiremos, asimismo, sus funciones y características, haciendo un énfasis especial en las actitudes hacia las matemáticas y la estadística.

Seguidamente, nos ocupamos del objetivo prioritario de nuestro estudio, es decir de la formación de los profesores que han de enseñar estadística, tanto en el conocimiento de la materia (formación estadística), como en su conocimiento profesional y sus actitudes hacia la estadística.

En este mismo apartado resaltamos la importancia didáctica de las actitudes y el papel de los profesores en su formación. Como se podrá deducir de los trabajos de Auzmendi (1992), Gil Flores (1999), Gómez Chacón (2000), entre otros, cualquier programa que se proclame pedagógico debe considerar la educación de las actitudes,



con una perspectiva de futuro que contemple un conocimiento profundo de los factores socioculturales, educativos y profesionales que influyen en su génesis.

Finalmente, analizamos las investigaciones sobre actitudes hacia la estadística en las que podemos apoyar nuestro estudio, así como una breve revisión de aquellas investigaciones sobre errores y dificultades en el aprendizaje de los conceptos estadísticos elementales, más relacionadas con nuestro trabajo y que nos parece necesario identificar, si pretendemos mejorar las propuestas curriculares de los profesores en el ámbito de la educación estadística

## 2.1. ACTITUDES Y ESTADÍSTICA

Los trabajos de McLeod (1988, 1989, 1992, 1994), han contribuido en gran medida a reconocer la importancia de las cuestiones afectivas, y explican los efectos diferenciales de las predisposiciones actitudinales en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, y por consiguiente, de la estadística.

En McLeod (1989), se define el afecto o dominio afectivo como:

*“Un extenso rango de sentimientos y humores (estados de animo) que son generalmente considerados como algo diferente de la pura cognición” (p. 245).*

Considera como descriptores específicos de este dominio, las creencias, actitudes y emociones. Con respecto a las creencias, pueden definirse como una amalgama diversa de conocimiento y sentimientos subjetivos sobre un cierto objeto o persona. Son las ideas individuales, mantenidas en el tiempo, que se tienen sobre la materia, sobre uno mismo como estudiante, o sobre el contexto social en el que se realiza el aprendizaje. Son diferentes del conocimiento puesto que éste debe implicar un cierto grado de objetividad y validación de la realidad inmediata. McLeod (1989, 1992) distingue las categorías siguientes de creencias:

- Creencias acerca de las matemáticas como disciplina, es decir sobre su naturaleza y donde el aspecto afectivo no es el dominante.
- Creencias acerca de sí mismo y su relación con las matemáticas. Se refieren a aspectos vinculados al aprendizaje de la materia, respecto al cual los alumnos poseen una serie de expectativas sobre como ha de ser el aprendizaje, el papel del profesor, la metodología y incluso el contexto social al que pertenecen.

Para Gómez Chacón (2000) *“las creencias matemáticas son una de las componentes del conocimiento subjetivo implícito del individuo sobre las matemáticas y su enseñanza y su aprendizaje. Dicho conocimiento esta basado en la experiencia”* (p. 23).

Según Schoenfeld (1989), las creencias están muy relacionadas con la noción de metacognición, pues constituyen el punto de vista matemático sobre uno mismo y sobre el contexto y determinan la conducta de un individuo. Blanco y Guerrero (2002) indican que los alumnos, como consecuencia de su experiencia discente, generan estas creencias que condicionarán su aprendizaje y la forma en que utilizarán las matemáticas en el futuro.

En el ámbito de los docentes, varios investigadores identifican un nexo entre las creencias de los profesores en cuanto a sus aptitudes para enseñar, y el rendimiento de los estudiantes. Esta relación tiene sentido cuando se considera que las creencias sostenidas por los profesores influyen en sus percepciones y valoraciones, las cuáles a su vez, determinan su comportamiento en el aula. En esta misma dirección, Pajares (1992) confirma que las creencias de los profesores en forma de predisposiciones y expectativas hacia ellos mismos y sus alumnos son mediadores importantes de experiencias y conducta docente.

Relativo al concepto de emoción, las emociones son para McLeod (1989, 1992) respuestas inmediatas positivas o negativas producidas mientras se estudia matemáticas o estadística. En Gómez Chacón (2000, pp. 31-36) encontramos una síntesis de la revisión realizada sobre diferentes investigaciones efectuadas sobre la emoción en educación matemática, en relación con las teorías, sociocognitiva y constructivista, como tendencias más relevantes, que finalmente las definen como:

*“Respuestas afectivas fuertes que no son solo automáticas o consecuencia de actividades fisiológicas, sino que serían el resultado complejo del aprendizaje, de la influencia social y de la interpretación”*(p. 31).

Se diferencian de la *reacción emocional* en que esta es más visceral y aunque sea intensa, es de corta duración, frecuentemente se utiliza indistintamente aunque en el

aula se puede estar experimentando una emoción sin que externamente se produzca una reacción emocional.

La teoría de la discrepancia de Mandler (1989) argumenta que la emoción es una interacción compleja entre sistema cognitivo y sistema biológico y justifica como las creencias de los estudiantes, ante una resolución de problemas de matemáticas, conducen a respuestas afectivas, sobre todo si existen discrepancias con sus expectativas y sus experiencias.

Respecto a las actitudes, dado que son el objeto de estudio de este trabajo, nos ocuparemos detalladamente en las secciones siguientes.

En general, la relación entre el dominio afectivo (emociones, actitudes y creencias) y el aprendizaje, no va en un único sentido, ya que los afectos condicionan el comportamiento y la capacidad de aprender y recíprocamente el proceso de aprendizaje provoca reacciones afectivas.

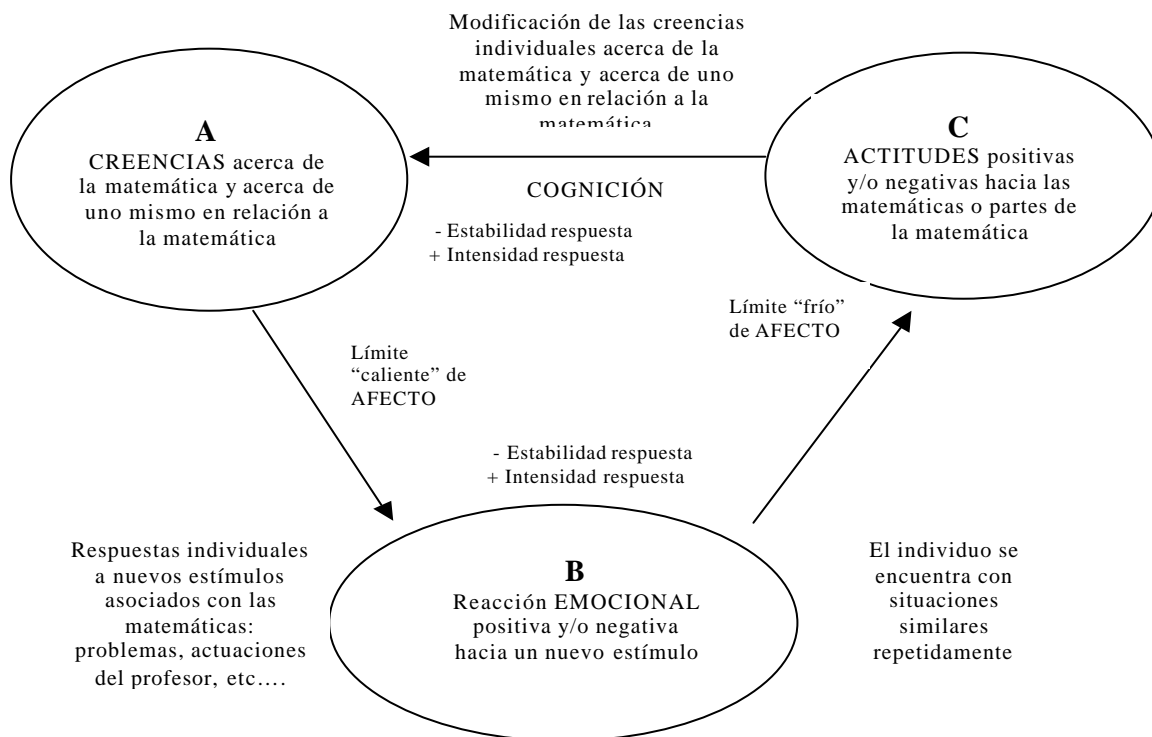


Figura 2.1. Descriptores específicos del dominio afectivo en matemáticas

En la figura 2.1. presentamos el diagrama, según el cual Gómez Chacón (2000, p. 26) interpreta los descriptores específicos del dominio afectivo en matemáticas, y donde podemos ver como el estudiante, ante una situación de aprendizaje matemático reacciona positiva o negativamente, según sean sus creencias acerca de sí mismo y de la materia. Si la situación se reitera varias veces, produciéndose el mismo tipo de reacción afectiva (frustración, satisfacción, etc.) ésta puede convertirse en actitud. Estas actitudes y emociones así generadas influyen en las creencias y contribuyen a su formación.

### **2.1.1. NATURALEZA DE LAS ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA**

#### **Definiciones, funciones y característica de las actitudes**

El termino actitud proviene de la psicología social y es uno de los constructos que han alcanzado más interés, tanto en el área académica, como en la extra-académica en los últimos años.

La incorporación de este término a distintas ciencias sociales - pedagogía, psicología de la personalidad, psicología del aprendizaje, sociología, etc.- lo ha convertido en polisémico. Profundizando en su estudio, en Estrada (1999) vemos que presenta las siguientes características:

- Es una predisposición o estado de ánimo (no se confunde con la conducta).
- Incluye procesos cognitivos y afectivos.
- Es referencial (evoca a un objeto o sector de la realidad).
- Es relativamente estable, al contrario que un sentimiento, que puede ser pasajero.
- Involucra todos los ámbitos o dimensiones del sujeto.

Se sitúan entre las tendencias de aproximación o evitación, porque en ellas, ante un objeto conocido o percibido, el sujeto manifiesta una reacción más o menos visible, consecuencia de una influencia ejercida desde fuera. Ello significa:

- Que son siempre algo adquirido, bien por la acumulación de experiencias,

bien imitando el comportamiento de los demás.

- Que son relativamente estables hasta contribuir a configurar la personalidad.

Evidentemente, también podemos determinar una serie de funciones de las actitudes, que pueden concretarse en:

- Facilitadoras de la conducta (pero no productoras de la conducta);
- Motivacionales (nivel operativo anti/pro un objeto, que promueve la ruptura de la indiferencia);
- Orientativas (facilita la emergencia de la respuesta adecuada), y
- Estabilizadoras (conforma consistencias o rasgos de personalidad).

No se encuentra unanimidad respecto a la definición del término actitud, Estrada (2002), sino distintas definiciones que varían en función del pensamiento y contexto de cada investigador. La explicación a este hecho se basa en que las actitudes no constituyen ninguna entidad observable sino que son construcciones teóricas que se infieren de ciertos comportamientos externos, generalmente verbales.

En Auzmendi (1992, p. 16) se analizan algunas de sus definiciones clásicas, que resumimos a continuación.

Allport (1935, p. 810) concibe las actitudes como, "*un estado mental y nervioso de disposición, adquirido a través de la experiencia, que ejerce una influencia directiva o dinámica sobre las respuestas del individuo*". Esta definición pone el acento en que las actitudes son disposiciones de comportamiento, por tanto, no conductas actuales y, además, se trata de predisposiciones habituales que tienen un fundamento fisiológico en conexiones nerviosas determinadas y que se adquieren por la experiencia.

Newcomb, Turner y Converse (1985, p. 40) consideran las actitudes como "*un estado de prontitud en orden a la excitación motriz*".

Rokeach (1968, p. 112), por su parte, las define como, "*una organización de creencias relativamente permanentes que predisponen a responder de un modo preferencial ante un objeto o situación*". Esta definición, al igual que la anterior, remarca la idea de que las actitudes son predisposiciones de conducta, es decir,

actúan como una fuerza motivacional del comportamiento humano. Parece, por tanto, que estos autores coinciden al acentuar el aspecto de predisposición comportamental de estos elementos.

### **Actitudes hacia la matemática y estadística**

En el caso de las actitudes hacia las matemáticas y la estadística, también existen diferentes definiciones de la actitud.

Las actitudes presentan, para Auzmendi (1992, p. 17), una serie de características estudiadas desde muy antiguo, y son *“aspectos no directamente observables sino inferidos, compuestos tanto por las creencias como por los sentimientos y las predisposiciones comportamentales hacia el objeto al que se dirigen.”*

También en el caso de las matemáticas, Moyra Ruffel y cols. (1997, p. 3) las considera como *“una disposición a responder favorablemente o no a un objeto, persona, institución o hecho”*, basándose en los trabajos de Ajzen (1988).

Al conceptualizar el dominio afectivo de la educación matemática McLeod (1992) distingue, tal y como hemos descrito anteriormente, entre emociones, actitudes y creencias. Define las actitudes como respuestas positivas o negativas, producidas durante el proceso de aprendizaje, las considera, relativamente más estables que las emociones, y como sentimientos más intensos que se desarrollan por repetición de respuestas emocionales y se automatizan con el tiempo.

En educación estadística, Gal y cols. (1997) se centran en el estudio de los sentimientos y actitudes, sin tratar las emociones, y sugieren que algunos pensamientos o creencias intensos pueden ser el origen del desarrollo de las actitudes. Estos pensamientos pueden ser los siguientes:

- Respecto a las matemáticas (fácil o difícil, requiere habilidades, puede ser dominadas por cualquiera).
- Sobre qué son una parte de las matemáticas o si requieren habilidades matemáticas (la estadística es todo cálculo).
- Sobre el clima del aula y la práctica docente (los ejemplos son del mundo real, no son de libro).
- Sobre uno mismo, sobre como aprende estadística o matemáticas (no se nada

de la materia, soy bueno en esto).

- Sobre la utilidad o valor de la matemática y su importancia en su futuro profesional (nunca utilizaré esta materia, no sirve para nada).

Este tipo de sentimientos se desarrollan lentamente y los factores culturales juegan un papel importante, son estables y resistentes al cambio y tienen una componente cognitiva importante y otra emocional. Aunque hemos diferenciado sentimientos y actitud, la realidad es que están claramente relacionados y tal como argumenta McLeod (1992) influyen uno en otro indistintamente. En la misma línea, Gómez Chacón (2000) entiende la actitud como uno de los descriptores básicos del dominio afectivo junto con los sentimientos y las creencias y las define:

*"Como una predisposición evaluativa (es decir positiva o negativa) que determina las intenciones personales e influye en el comportamiento" (p. 23).*

A estas diversas concepciones sobre las actitudes podemos añadir otras características que nos ayuden a comprender su naturaleza. Así, surgen en edades muy tempranas según Dutton (1968) y, si bien tienden a ser favorables en un principio (Antonem, 1968), varían con el paso del tiempo (Callahan, 1971). Si la evolución es negativa tal como señala Suydam (1984) y según Aiken (1974) este matiz negativo persiste con el paso del tiempo.

Con respecto a nuestro trabajo de investigación sobre las actitudes hacia la estadística de los profesores en formación, y considerando la opinión de los diferentes autores citados, nos situamos en la línea de Gal y cols. (1997) y las definimos como:

*Una suma de emociones y sentimientos que se experimentan durante el período de aprendizaje de la materia objeto de estudio.*

Son bastante estables, de intensidad moderada y con una componente cognitiva menor que los sentimientos o creencias. Siempre se expresan positiva o negativamente (agrado/desagrado, gusto/disgusto) y puede representar sentimientos vinculados externamente a la materia (profesor, actividad, libro, etc.).

Gal (2002) incluye las actitudes y creencias, dentro de su modelo de *cultura estadística* quien concibe este término como lo que se espera de los adultos, en

especial los que viven en sociedades industrializadas y se compone de dos componentes interrelacionados:

1. *"La habilidad para interpretar y evaluar críticamente la información estadística, los argumentos relacionados con los datos o los fenómenos estocásticos que pueden encontrar en diversos contextos y, cuando sea relevante,*
2. *La habilidad para discutir o comunicar sus reacciones frente esta información estadística, así como su comprensión del significado de la información, sus opiniones sobre las implicaciones de esta información o sus reservas respecto a la aceptabilidad de la conclusión"* (p. 4).

La actitud representa una relación entre un objeto, la estadística y un sujeto, en nuestro caso el profesor. En esto reside su importancia y para completar el estudio de su naturaleza, a continuación, nos ocuparemos de analizar los elementos o componentes que las configuran.

### **2.1.2. LOS COMPONENTES DE LAS ACTITUDES**

Tal como podemos ver en Estrada (2001a), los estudios multidimensionales sobre las actitudes son ahora los más utilizados. En nuestro trabajo, también partimos de un concepto pluridimensional de las actitudes de los profesores hacia la estadística, pues resulta de sumo interés identificar los componentes concretos del constructo analizado, en los que deberían centrarse especialmente las actuaciones preventivas y que determinan fundamentalmente la actitud.

A partir de las últimas décadas y después de diversos estudios (Triandis, 1971; Ajzen, 1988; Eagly y Chaiken, 1992; Auzmendi, 1992; Ruffel y cols., 1998), aunque no haya unanimidad respecto a su definición, sí queda establecido que las actitudes

*"son un concepto pluridimensional y jerárquico compuesto de diferentes elementos o dimensiones analizables por separado"* (Gil Flores, 1999, p. 570).

Para este autor, es importante la diferenciación de dimensiones en las actitudes hacia la estadística, pues hace posible disponer de una información específica y detallada, cuyo valor de cara al tratamiento de los problemas que encuentran los



alumnos es mayor que en el caso de una información general e indiferenciada.

Así pues, sumándonos a esta concepción multidimensional de las actitudes, a continuación describimos los componentes considerados en nuestro estudio y que son a nuestro entender, los que contribuyen de una manera decisiva a su configuración en los profesores en formación

### **2.1.2.1. LOS COMPONENTES AFECTIVO Y COGNITIVO**

Tanto en el Diseño Curricular Base de matemáticas, al incidir en los contenidos actitudinales, así como en otros trabajos (NCTM, 1989; Callejo, 1994; Gómez Chacón, 2000) se distinguen dos categorías en el objeto actitudinal:

- Actitudes hacia la matemática, donde se refleja la valoración, aprecio, interés por esta disciplina, que tienen consecuentemente un carácter marcadamente afectivo.
- Actitudes matemáticas, que se refieren a la organización y hábitos de trabajo así como al modo de utilizar capacidades generales, subrayando la componente cognitiva.

Pasamos a continuación a definir estos dos componentes, centrándonos siempre que sea posible en la estadística

#### **El componente afectivo o emocional**

Según Estrada (2002), recogería toda aquellas emociones y sentimientos que despierta la estadística. Por ello, son expresiones de sentimiento hacia el objeto de referencia, es decir, son reacciones subjetivas positivas/negativas, acercamiento/huida, placer/dolor. Las actitudes poseen una importante carga emotiva que según Gómez Chacón (2000):

*"Se manifiesta en los sentimientos de aceptación o de rechazo de la tarea o de la materia" (p. 23).*

Asimismo, la presencia cognitiva de un objeto no es un hecho meramente racional sino que va acompañada de sentimientos agradables o desagradables hacia el mismo,

y esta carga afectiva otorga fuerza motivacional a estos elementos (Auzmendi, 1992, p. 17). Estos sentimientos refuerzan las relaciones del sujeto con la materia y la carga de afectividad contribuye a consolidar el poder motivacional de las actitudes.

En el caso de la estadística, este componente es el que suele tener más peso, ya que la materia estudiada, en su contexto social, genera una carga afectiva importante que se refleja como emociones y sentimientos hacia el objeto actitudinal.

Es por ello que en nuestro trabajo contemplamos el componente afectivo de las actitudes hacia la estadística en profesores en formación, que valoraremos a través de los diferentes ítems de la escala de actitudes que describiremos en el capítulo III, y definimos como *sentimientos positivos o negativos hacia el objeto actitudinal: la estadística*, en la línea de los trabajos sobre actitudes hacia la estadística de Schau y cols. (1995). Este componente fue tenido en cuenta en las dos fases del estudio.

### **El componente cognitivo**

Así mismo, el *componente cognitivo* de las actitudes hacia la Estadística, está contemplado en las dos fase de nuestro estudio. Incluye las concepciones y creencias, acerca del objeto actitudinal, desde procesos perceptivos simples, hasta los cognitivos más complejos (Gómez Chacón, 2000) y contienen según Auzmendi (1992, p. 17) "*ideas, creencias, imágenes, percepciones sobre los objetos, personas o situaciones a los que se dirigen*".

Estas creencias poseen una serie de características que son:

- Fijación. El componente cognitivo de las actitudes está arraigado en el psiquismo humano. Se caracteriza por su carácter fijo y estable, hecho que lo diferencia de la mera opinión.
- Singularidad. Se trata de un elemento enormemente simple, puesto que se refiere a un único objeto, persona o situación.
- No son valores. Los valores se caracterizan por su alta abstracción y amplia perdurabilidad.
- Toma de consciencia. Estos componentes no siempre se expresan en forma consciente.

En la segunda parte de nuestro estudio, concretaremos el *componente cognitivo*

de las actitudes tal y como lo hace Schau y cols. (1995) en su estudio multidimensional sobre actitudes hacia la Estadística, en donde recibe el nombre de *competencia cognitiva* y en el se consideran las *percepciones de los estudiantes sobre sus conocimientos y habilidades intelectuales en estadística*.

En investigaciones realizadas con alumnos universitarios de diferentes carreras, Perney y Ravid (1991), Peterson (1991), Rosenthal (1992) describen como los cursos de estadística se consideran como un obstáculo para obtener el título, una experiencia que bloquea la realización de más cursos, detectándose ya el primer día de clase un fuerte grado de ansiedad que incidirá de una manera decisiva en la formación y cambio de actitudes. Por ello es a nuestro entender importante, desde las facultades de educación y escuelas de magisterio, profundizar en el estudio de este componente, si queremos intervenir en el desarrollo profesional de los docentes que provoque un cambio actitudinal en la enseñanza - aprendizaje de la estadística.

#### **2.1.2.2. LOS COMPONENTES COMPORTAMENTAL, DE VALOR Y DIFICULTAD**

##### **Componente conductual, comportamental o tendencial**

Es el componente vinculado a las actuaciones en relación al objeto de las actitudes. Son expresiones de acción o intención conductista/conductual, y por consiguiente representan la tendencia a resolverse en la acción de una manera determinada.

Las actitudes para Auzmendi (1992, p. 17) no contienen únicamente creencias sobre un objeto determinado, acompañadas de un afecto respecto al mismo, sino disposiciones a reaccionar de una cierta forma ante el estímulo. Se trata de tendencias, no de reacciones, puesto que no siempre se llega a la acción por ello. Gómez Chacón (2000) define este componente como "*la tendencia a un cierto tipo de comportamiento*" (p. 23) y por ello lo denomina "tendencial".

Como establece Young (1967, p. 8), "*la actitud es, esencialmente, una respuesta anticipadora, el comienzo de una acción que no se completa necesariamente. Representa la disposición a actuar que se da como consecuencia de algunas actitudes. No necesariamente, por cuanto muchas posiciones o posturas personales*

*fortalecidas por el perfecto conocimiento, y teñidas de un sentimiento determinado, pueden resultar inoperantes*". Es quizás por su naturaleza la que en el caso de la estadística tiene menor incidencia, ya que no son abundantes las actuaciones con relación al objeto actitudinal.

En las actitudes hacia cualquier objeto, los elementos cognoscitivo y afectivo se dan en dosis superiores, mientras que hay carencia de acción o de tendencia a la acción, es decir, en las orientadas a la acción, existe la tendencia al objeto, pero están en déficit conocimiento y sentimiento.

Para diferentes autores (Eagly y Chaiken, 1992; Auzmendi, 1992; Gil Flores, 1999), este componente junto con los anteriores, constituyen los componentes pedagógicos, llamados así en tanto en cuanto actúan en entornos educativos, aun cuando lo más correcto sería denominarlos didácticos, ya que inciden de manera directa en el acto didáctico.

Ahora bien, en las actitudes hacia la estadística, pueden ser diferenciados los tres componentes pedagógicos, aunque no necesariamente sean los tres aplicables a cualquier actitud. Según Schau y cols. (1992), generalmente, los componentes cognitivo y afectivo de las actitudes hacia la estadística, se utilizan para predecir el componente conductual valorado, a partir del rendimiento académico del alumno.

También en opinión de Gil Flores (1999) el componente conductual podría ser inferido a partir de "*posicionamientos explícitos del alumno en relación a su predisposición comportamental*" (p. 570). Por ello, la mayoría de investigaciones actuales referentes a las actitudes hacia la estadística, se centran en el estudio de los componentes afectivo y cognitivo, en nuestro trabajo, solo contemplaremos el componente conductual en el estudio exploratorio en el resto, seguiremos estas tendencias de la investigación.

### **Componentes de valor y dificultad**

Tal y como argumenta Giménez (1997, p. 5) "*La incidencia de las componentes pedagógicas de la actitud es variable, si bien la importancia que juega el entorno social y cultural previos del profesorado y alumnado es fundamental*".

Teniendo en cuenta estas sugerencias, se podrían contemplar un posible

componente *de valor* de las actitudes referente a valoración de la utilidad, formación y multidisciplinariedad de la estadística, que la relacionan directamente con el trasfondo social, económico y cultural, ya que es una de las disciplinas académicas más conocida socialmente y en la que encontramos una serie de creencias, tópicos y opiniones que condicionan la actitud del alumno. Este componente es también tenido en cuenta en las dos fases del estudio, aunque en la primera fase, lo denominamos como instrumental, al ser este el aspecto más considerado.

Un cuarto componente, que no fue tenido en cuenta en la primera fase, se refiere a la *dificultad* percibida. Schau y cols. (1992) contemplan en su escala este componente.

Aunque un estudiante pueda reconocer el valor de la estadística, sentir interés hacia la misma (componente afectivo) y pensar que tiene suficientes conocimientos y habilidades (componente cognitiva) puede considerar la materia fácil o difícil. Si un estudiante reconoce que no tiene suficientes conocimientos hacia la materia, pero la considera sencilla, estará más predispuesto a iniciar su estudio o intentar resolver problemas, mientras que una dificultad percibida alta causará un bloqueo en el aprendizaje.

### **Otras componentes**

En el estudio exploratorio, que describimos en el capítulo III, donde en un principio no se tuvo en cuenta el componente de dificultad, hemos considerado, además de las componentes didácticos o pedagógicos expuestas anteriormente, otro tipo de componentes llamados antropológicos que podían cruzarse con las anteriores. Estos componentes, (Estrada, 1999), los hemos denominado social, educacional e instrumental.

#### *a) Componente social*

Agruparemos en este componente social todas aquellas actitudes relacionadas con el papel de la estadística en el ámbito sociocultural de cualquier ciudadano. Tan solo con encender la televisión o abrir el periódico nos "bombardean" con informaciones estadísticas de todo tipo: gráficos, promedios, índices etc. que se utilizan

simplemente como complemento, ilustración de cualquier suceso de la vida cotidiana, provocando en el individuo reacciones bien diferentes que pueden trascender a otros campos, positiva o negativamente.

Puede referirse a los sentimientos (me molesta /agrada ver información estadística en la prensa), el valor (la estadística ayuda a entender el mundo de hoy) o comportamental (no entiendo la información estadística que aparece en la prensa).

Este componente recogerá en el estudio exploratorio las consideraciones de la estadística como un fenómeno cultural en la línea de Bishop (1987), es decir como una alternativa a la concepción tradicional de esta disciplina como un conocimiento libre de valores culturales y desligado de la cultura. En la segunda fase del estudio, prescindimos de este componente, por considerar que se solapa con aspectos afectivos y de valor, fundamentalmente, y podría provocar confusión.

#### b) *Componente educativa*

Se pretende englobar en esta categoría todos aquellos aspectos actitudinales relacionados con el mundo educativo a los que daremos especial énfasis, pues la evaluación está dirigida a profesores. Por ello nos interesa analizar todo tipo de actitudes que hagan referencia al tema de enseñanza- aprendizaje, desde las que se refieren a su inclusión o no en los currícula de enseñanza obligatoria hasta los que se plantean sus diferentes grados de dificultad.

De nuevo puede cruzarse con la componente afectiva (me divierto en las clases de estadística), valor (la estadística es fundamental en la educación) o comportamental (si pudiera eliminar una materia sería la estadística). Analizaremos en el estudio exploratorio este componente, que como en el caso anterior, tampoco utilizaremos en la segunda fase, por las mismas razones comentadas anteriormente para el componente social.

#### c) *Componente instrumental*

Intentamos reunir aquí todas aquellas actitudes que presentan la estadística como herramienta necesaria en cualquiera de sus múltiples campos de aplicación, con lo

cual incluiríamos también aquí una de sus principales características ampliamente documentado en el capítulo anterior, la de la multidisciplinariedad.

Se recogen aquí la utilidad hacia otras materias, como forma de razonamiento y como componente cultural. Puede referirse al afecto (me gusta la estadística porque ayuda a ver los temas seriamente), valor (con la estadística se puede manipular la realidad) y comportamental (uso la estadística para resolver problemas de la vida cotidiana).

Al analizar los resultados de la primera fase de nuestro estudio observamos que había un cierto solapamiento de componentes y que resultaba poco operativo el hecho de encontrarnos con ítems pertenecientes a distintas componentes a la vez, a la hora de interpretarlos, así como otros inconvenientes relativos a dificultad de construcción de una escala propia, que se describen en el capítulo III.

Por estas razones, en la segunda fase del trabajo, sin restar importancia a los componentes antropológicos, nos centraremos únicamente en los dos componentes pedagógicos más utilizados por los investigadores: el componente afectivo y cognitivo, así como a los de valor y dificultad porque a nuestro entender, también intervienen de manera notable en la configuración de las actitudes. Esta decisión se tomó también, en función de la disponibilidad para la segunda parte del estudio de diferentes instrumentos, entre los cuales elegimos el más adecuado, en base a los criterios que se detallan en el capítulo III.

En definitiva en dicha parte del trabajo, estructuramos las actitudes hacia la estadística, en los cuatro componentes, definidos en Schau y cols. (1995) y en las que se ponen de manifiesto la importancia de esta materia como herramienta multidisciplinar, valorada por la sociedad, pero frecuentemente temida por los alumnos que inician cursos de formación. Estos componentes son los siguientes:

- Un componente afectivo: antes definido, que recoge sentimientos positivos o negativos hacia el objeto actitudinal: La estadística.
- La competencia cognitiva: actitudes sobre conocimientos y habilidades intelectuales en estadística.
- Valor: actitudes que hacen referencia a la utilidad, relevancia y valor de la

estadística en la vida personal y profesional.

- Dificultad: actitudes sobre la dificultad percibida de la estadística como asignatura.

### **2.1.3. FORMACIÓN Y CAMBIO DE ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA**

La educación pretende, en definitiva, la formación de la personalidad, y siendo la actitud una parte básica de esta, la problemática de su formación y cambio, es un problema central en las ciencias de la educación. Es por ello que los currículos contemplan también las actitudes como una parte de los contenidos de la enseñanza de las matemáticas, como hemos visto en los comentarios de los decretos oficiales realizados en el capítulo I.

Hay que tener presente que las actitudes se van conformando, consolidando o cambiando a lo largo de la vida. Este proceso es tanto más decisivo en las primeras etapas educativas, ya que una buena formación evitara la necesidad posterior de modificación, siempre más problemática, sin olvidar que en el caso de la estadística, la influencia social es mucho más difícil de controlar, por razones obvias.

Al tratar de formar las actitudes, son muchos los factores a tener en cuenta. A nivel general, sabemos que toda actitud, en cualquier sujeto, tiene su origen:

- En el enfrentamiento del individuo con una necesidad. Los objetos o personas que contribuyen a resolverla crean actitudes favorables y a la inversa. Para la estadística es clara la necesidad de instrucción de cualquier ciudadano y sobre todo de los profesores en formación. Dependiendo de cómo haya sido la experiencia formativa se forman las actitudes.
- En el conocimiento e información completo acerca del objeto. El simple conocimiento no basta para crear actitudes, es necesaria una formación sólida, que actualmente no está contemplada en los planes de estudio de formación de profesores de la estadística y su didáctica. Generalmente la enseñanza de la estadística a los profesores en formación se omite o se reduce al cálculo y aprendizajes de fórmulas, con lo que el alumno no se siente motivado hacia la materia.



- En la integración de un sujeto a un grupo es donde resulta más fácil la implantación y consolidación de actitudes: porque los individuos se agrupan según la línea de las semejanzas con sus compañeros y actúan en consecuencia. Es quizás por ello, que una actitud negativa se contagie fácilmente entre los profesores y por ello sean tantos los profesores de enseñanza primaria que omiten la estadística en sus clases
- Asimismo, la adquisición de actitudes está marcada por un proceso de aprendizaje que incluye la interacción social. Este proceso empieza en la familia y su entorno social más próximo y continúa en la escuela. Es bastante razonable afirmar que esta interacción social adquiere mayor importancia en el caso de la estadística, puesto que es una materia constantemente usada y citada en los medios de información.

En resumen, los diferentes estudios sobre formación de actitudes distinguen los siguientes factores básicos de estos procesos de formación y cambio actitudinal:

- El marco sociocultural en el que se desarrolla la vida del sujeto,
- El grupo social de pertenencia - referencia,
- El clima en el que se producen las interrelaciones (objétales y personales),
- Los valores y contenidos culturales predominantes,
- Los modos, condiciones, situaciones, etc., de los procesos de aprendizaje (importancia de los sistemas de enseñanza),
- La congruencia de los modelos, a los que se está expuesto, y tipos de relación (los procesos de imitación o de aprendizaje vicario son fundamentales),
- Las posibilidades de puestas en acción, condiciones, resultados, evaluación social, etc.,
- La experiencia vital acumulada,
- Las características específicas de cada sujeto (dimensiones cognitivas, afectivas, rasgos de personalidad, etc.),

También en general, las estrategias de formación y cambio de actitudes. integran en mayor ó menor cantidad y calidad procesos de:

- a) Información (referida al objeto hacia el que se dirige la actitud).
- b) Conformación de disposiciones afectivas (pro y contra, según la finalidad perseguida, que consolide y afirme el proceso cognitivo anterior).
- c) Facilitación de puestas en acción (posibilitar la conducta deseada).
- d) Valoración personal y social (que debe reforzar la conducta deseada por la elaboración de la actitud).

Si nos adentramos en un estudio más específico sobre el origen y la formación de las actitudes nos encontramos con las investigaciones de Gómez Chacón (2000) referente a las matemáticas, donde sugiere que: *“las actitudes negativas tienen diversos orígenes, se destacan como de mayor importancia:*

- *Las percepciones generales y actitudes hacia las matemáticas que se transmiten a los niños.*
- *El modo de presentación de esta materia en el aula.*
- *Las actitudes de los profesores de matemáticas hacia los alumnos.*
- *La naturaleza del pensamiento matemático.*
- *El lenguaje de las matemáticas” (p. 185).*

Como podemos observar son aspectos tanto internos como externos al propio estudiante, relacionados con la vivencia que tiene sobre las matemáticas, es decir referidos a los componentes afectivos y cognitivos del constructo.

Después de analizar los escasos estudios encontrados sobre formación de actitudes hacia la matemática o estadística en profesores y que describiremos en la sección 2.3.2, se indica que su origen, proviene de:

- Sus experiencias previas en contextos escolares, que tal como se comenta en apartados anteriores, suelen ser aplicaciones rutinarias de fórmulas sin metodología ni aplicaciones reales adecuadas. Así para Calderhead y Robson (1991) los profesores en formación están arraigados a imágenes procedentes de sus experiencias como alumnos. Estas imágenes ayudan en algunos

aspectos de su formación pero también actúan como filtros y pantallas intuitivas, a través de las que son examinadas las nuevas informaciones y en la mayoría de los casos generan actitudes negativas.

- Nociones de estadística obtenidas a partir de la vida cotidiana. Muchas veces son aplicaciones fuera del aula, en la prensa o medios de comunicación, que según Gal y Ginsburg (1994) suelen estar asociadas a números (encuestas, resultados de baloncesto, fútbol..), y a veces son conceptualmente erróneas.
- Su vinculación con las matemáticas. Al considerar que la estadística es matemáticas, se transfieren las actitudes de una materia a otra. Aquellos que tienen experiencias favorables durante sus estudios preuniversitarios, se enfrentan a la asignatura con actitudes mucho más positivas que aquellos que han tenido dificultades. Así, se observa en algunos casos, un bloqueo total delante de situaciones problemáticas que han de ser tratadas estadísticamente, frecuentemente infravaloran sus capacidades matemáticas y al considerar la estadística una técnica matemática más, imposibilita un aprendizaje adecuado. A menudo, tal como señala Brandstreat (1996), se oyen expresiones como “odio la estadística”, “siempre he ido mal en matemáticas”, “como puedo hacer para usar la estadística”. Estos sentimientos son ansiedades hacia la materia y estas experiencias emocionales si se van acumulando, acaban por convertirse en actitudes negativas.

Por todo lo expuesto, vemos que son muchos los factores que intervienen en la configuración de las actitudes. La formación y cambio de las actitudes es un proceso largo y costoso, difícil de controlar debido precisamente a la multidimensionalidad del constructo. Ahora bien, los beneficios asociados a unas actitudes positivas, traerán como consecuencia profesores en formación y en ejercicio más motivados por una educación verdaderamente global de la estadística, destinada a formar a la persona tanto en el ámbito individual como social y de conocimiento.

## **2.2. LA FORMACIÓN DE LOS PROFESORES Y LAS ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA**

### **2.2.1. IMPORTANCIA DIDÁCTICA DE LAS ACTITUDES DEL PROFESORADO**

El carácter relevante que el tema de las actitudes adquiere en la actualidad, es el resultado, no sólo de una mayor preocupación por el producto educativo considerado globalmente, sino que también se justifica, por las consideraciones siguientes:

- 1) Los estudios sobre las actitudes escolares confirman su impacto sobre los aprendizajes de los alumnos. Conviene que la actitud hacia el objeto de estudio, en este caso la estadística, sean positivas, pues contrariamente operarían como factores perturbadores del trabajo. Para ello, es preciso crear ese clima de clase del que tantas veces se habla y que para el caso de la estadística solamente se consigue con una intensa colaboración del docente y los compañeros (McLeod, 1988).
- 2) La escasa integración actual de los objetivos actitudinales con los objetivos generales de la educación, a pesar de que el aspecto motivacional de la actitud (interés por...), (aversión hacia...), (gusto en...), incrementa o disminuye la eficacia de los intentos didácticos correspondientes. Así, la aversión a la estadística dificulta el rendimiento en esta materia; el interés disminuye la fatiga y aumenta la participación. Goleman (1996) afirma que conseguir buenas actitudes, o contar con buenas actitudes, representa emprender un camino con excelentes perspectivas.
- 3) Ciertas disciplinas, nos permiten alcanzar determinadas actitudes generales. Aunque la estadística parezca una materia más instrumental y menos vinculada a los valores y las normas, desarrolla conceptos y procedimientos tales como la predisposición favorable hacia la precisión o el rigor, y la objetividad.

Recíprocamente, dado que la relación actitudes-educación es bidireccional, la

educación tiene un amplio efecto sobre ellas. Así, *"una educación adecuada puede mejorar las actitudes de los estudiantes ante un área determinada"* (Auzmendi, 1992, p. 18).

Para el caso de las actitudes hacia la estadística, Gal y Ginsburg (1994) consideran importante el estudio de las actitudes, por dos razones: una los resultados formativos y otro el propio proceso educativo. Estos autores destacan que los alumnos ya tienen sentimientos fuertes y definidos hacia la estadística antes de iniciar su formación. Su investigación también sugiere que, según sean estos sentimientos (positivos o negativos) será el aprendizaje.

Por ello es importante valorar las actitudes y creencias de los estudiantes antes de iniciar un proceso de formación, aunque los mismos autores confirman que se ha investigado poco sobre las actitudes, sentimientos, creencias, intereses, pensamientos y expectativas, en la educación estadística: *"no hay apenas investigación sobre la naturaleza de las actitudes y creencias hacia la estadística, ni sobre su relación con el rendimiento académico o los patrones que siguen las actitudes en diferentes tipos de alumnos"* (p. 48).

En el caso de nuestro colectivo, los profesores en formación inician sus estudios de estadística con experiencias previas, preconceptos y actitudes respecto su campo de estudio, en muchos casos negativas. Es necesario que en las Facultades de Ciencias de la Educación nos ocupemos de temas afectivos y actitudinales pues:

*"Hablar de educación, sea cual sea la perspectiva que se adopte, supone hablar implícitamente de procesos actitudinales, dadas las relaciones íntimas que existen entre actitudes-personalidad y actitudes valores"*. (Gairín, 1987, p. 67)

Cuando las actitudes hacia una materia como la estadística, son favorables, los sujetos están muy motivados para aprender, despliegan esfuerzos más intensos y concentrados. Además, cuando el componente cognoscitivo de las actitudes en cuestión está bien establecido, los sujetos poseen ideas claras, estables y pertinentes, para incorporar el material nuevo. Sin embargo, cuando sus actitudes hacia la estadística son desfavorables, todos estos factores operan precisamente en dirección opuesta, hasta tal punto que en el caso de una actitud negativa se observa en algunos

alumnos un bloqueo total delante de situaciones problemáticas que han de ser tratadas estadísticamente (Busquets, 1991). Estas actitudes negativas se transmitirán a sus alumnos, y posiblemente, le harán omitir la materia en sus clases.

A estas ideas básicas podemos añadir que para formar o cambiar actitudes, los objetos de la enseñanza (la estadística), deben responder a las necesidades de los sujetos. Pues mientras el profesor en formación no se percate de la necesidad de una materia, objeto de enseñanza, nunca adoptará una actitud positiva. Para la estadística esta norma no tendría que resultar difícil, pues su necesidad, es un hecho admitido y generalizado. Sin embargo, las carencias formativas dificultan a nuestro entender, la formación de actitudes positivas.

Recopilando todo lo expuesto, concluimos que es preciso identificar y adentrarnos en una explicación más detallada de las actitudes hacia la estadística en los profesores en formación, que nos permita entender mejor su formación, su naturaleza, su incidencia para así poder intervenir desde un punto de vista educativo y provocar el cambio.

### **2.2.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS ACTITUDES DE LOS PROFESORES HACIA LA ESTADÍSTICA**

En el apartado anterior hemos descrito muchas de las variables que influyen en las actitudes y en las que, según Auzmendi (1992, p. 41), habría que incidir para provocar una mejora de las mismas. Por ello los trabajos de investigación sobre actitudes se dedican a estudiar algunos de estos factores, en función de los objetivos de la investigación.

En nuestro trabajo, abordamos únicamente, algunas de las variables que, según Gairín (1987), tienen mayor incidencia en el problema de las actitudes hacia una materia:

*“Estas variables próximas son las de carácter personal, familiar o escolar”*  
(p. 114).

En concreto, y aunque en el núcleo familiar es donde se concretan las primeras experiencias a partir de las que se configuran las actitudes, dado que la población objeto de estudio está formada por personas adultas, pensamos que la incidencia de

la familia es mínima y por consiguiente no se contempla su estudio. Sí que nos ocupamos de analizar de forma sistemática y exhaustiva, la influencia de las variables personales y escolares más clásicas.

Además, debido a las características del colectivo, centraremos nuestro estudio en abordar los aspectos profesionales de los profesores como docentes, es decir aquellos que hacen referencia a su futura labor docente o investigadora y en la que la estadística tendrá, evidentemente, un lugar relevante, con el fin de estudiar, con las técnicas adecuadas, el peso de su influencia en la formación y cambio de actitudes hacia la estadística de los profesores en formación.

Finalmente realizamos una primera aproximación al estudio de los conocimientos estadísticos de los profesores en formación y su incidencia en las actitudes. Este es un estudio no realizado hasta la fecha, por lo que aportamos una primera información que puede orientar la labor docente en las Facultades de Educación y Escuelas de Magisterio.

#### **2.2.2.1. VARIABLES PERSONALES Y ESCOLARES**

Entre las variables personales, que según estudios previos, tienen una mayor incidencia en las actitudes hacia las matemáticas y la estadística, encontramos el género, la edad y la personalidad (Gairín, 1987, p. 115).

Respecto a la variable género, en algunos trabajos se ha encontrado que los hombres tienden a presentar una actitud más positiva que las mujeres (Roberts y Saxe, 1982). Otros estudios no descubrieron diferencias significativas entre ambos sexos (Faghihi y Rakow, 1995) o hallaron mejores actitudes en las mujeres (Elmore y Vasu, 1986). En la actualidad la mayoría de los profesores en formación son mujeres, salvo en algunas especialidades, por lo que en caso de que las actitudes de las mujeres sean peores que las de sus compañeros, deberíamos ser conscientes para tomarlas en cuenta. Por todo ello, debido a que las investigaciones respecto a la incidencia del género en las actitudes hacia la estadística, parecen no contar con evidencias definitivas respecto a su vinculación con las actitudes (Gil Flores, 1999); nos ha parecido interesante contemplarla en nuestro estudio.

En cuanto a la edad, se comporta prácticamente como una constante para nuestro

colectivo y, no es un factor que a nuestro entender aporte información relevante. Sería distinto si nos encontráramos en otros niveles educativos en los que los estudios longitudinales de las actitudes (Fennema y Sherman, 1978; Gairín, 1987) proporcionan resultados interesantes relativos a su formación y cambio.

Algo similar nos ocurre respecto a la incidencia de la personalidad en las actitudes, aunque ha sido relacionada sistemáticamente con el aprendizaje de una materia, también escapa a los objetivos de nuestra investigación. El interés por el estudio de la ansiedad hacia las matemáticas y la estadística, como rasgo de la personalidad de un individuo, se puede encontrar en los trabajos de Auzmendi (1992) o de Elmore y Lewis (1991), citados con anterioridad.

Respecto a las variables escolares, en el ámbito educativo propiamente dicho las relaciones entre rendimiento y actitudes hacia la estadística han sido posiblemente las que en mayor grado centran la atención de los investigadores. Por ejemplo, los estudios de Feinberg y Halperin (1978) Elmore y Vasu (1980, 1986), utilizan variables afectivas y cognitivas vinculadas con la realización de un curso de introducción a la estadística. Estos factores son: estado de ansiedad, ejecución matemática, experiencia matemática previa, expectativas del curso, área académica de especialización, años de colegio, razón por la que se toma el curso y logro académico en estadística

Roberts y Saxe (1982), desde un punto de vista más psicométrico, estudiaron la relación entre los resultados de su escala de actitudes y los siguientes factores: notas del curso, habilidades matemáticas básicas, conocimientos estadísticos previos, el ser licenciado, hasta qué punto se desea realizar el curso y la satisfacción que produce el llevarlo a cabo, número de cursos de matemáticas desarrollados previamente, si la elección del curso ha sido libre o por el contrario ha de efectuarse obligatoriamente, actitudes hacia las calculadoras y evaluación del profesor. Análogamente, Perney y Ravid (1991) estudian la relación de las actitudes con las calificaciones obtenidas en un curso de estadística.

En nuestro país, encontramos, los estudios multidimensionales de Auzmendi (1992), que analizan la correlación entre actitudes y rendimiento en la materia, así como el de Gil Flores (1999), donde las variables sexo y formación previa son



sometidas a valoración, como aspectos diferenciadores de las actitudes hacia la estadística.

Todos estos estudios se realizan con estudiantes universitarios de diferentes carreras y todos ellos contemplan diversas variables escolares. Ya que nuestra principal preocupación es la formación de profesores, es preciso, además de considerar las variables específicas que caracterizan el ámbito académico del colectivo, reflexionar sobre la que según Gairín (1987, p. 126) es la principal variable escolar: el profesor, y su educación estadística actual. Por ello hemos contemplado como variables los estudios previos de estadística. Asimismo, contemplamos la experiencia profesional y especialidad dentro de los estudios de magisterio.

### **Importancia del conocimiento estadístico para la labor docente**

Parece evidente que el profesor necesita estar preparado para impartir los contenidos y formar adecuadamente a sus alumnos. El principal problema al que se enfrenta la educación estadística en la formación del profesorado, no es únicamente el del aprendizaje de unos determinados conocimientos específicos sino uno mucho más importante: la reflexión sobre el papel de esta disciplina en la formación de los ciudadanos.

Este cuestionamiento está asociado a la diferencia existente, respecto a otras ramas de las matemáticas, con relación al uso que el profesor deberá hacer de sus conocimientos estadísticos, desde diferentes perspectivas:

- Como docente, en un futuro no muy lejano e independientemente de la especialidad elegida en la mayoría de los casos, deberá conocer las nuevas tendencias en educación estadística para formar satisfactoriamente a sus alumnos y asumir lo que es, según Ottaviani (1999, p. 2), el objetivo fundamental de la educación estadística del nuevo milenio *“el ciudadano debe desarrollar completamente su capacidad de orientarse en su mundo. En otros términos, lograr evidenciar la utilidad de las estadísticas, y por encima de todo hacer que se entiendan sus razonamientos”*.
- Asimismo, al enseñar otras materias, como la geografía o las ciencias

sociales, el profesor encuentra en los libros de texto y materiales información de tipo estadístico, gráficos estadísticos, promedios y otros conceptos que debe comprender para hacer un uso eficiente de estos materiales.

- Como profesional, necesitará el conocimiento estadístico para la selección y uso adecuado de herramientas útiles en sus propios análisis y toma de decisiones en una sociedad que está cambiando rápidamente. El profesor requiere tomar día a día decisiones en las cuales hay asociada una incertidumbre y por ello necesita conocimientos básicos sobre probabilidad, y sobre los errores frecuentes en los juicios probabilísticos. El profesor diseña y utiliza instrumentos de evaluación, toma datos sobre los conocimientos de sus alumnos, pero estos datos son siempre limitados, están sujetos a variabilidad aleatoria y por ello debe realizar una inferencia a partir de una muestra de datos limitados. El profesor debe analizar la distribución de una cierta capacidad o competencia en su clase, para detectar los casos atípicos, tanto de alumnos destacados, como de aquellos que precisen algún tipo de ayuda; debe comparar sus datos con los parámetros nacionales o con otros grupos de cursos pasados o de otros compañeros. En todas estas actividades reconocemos la necesidad de un conocimiento básico de estadística por parte del profesor.
- Es por otro lado cada vez más frecuente que los profesores colaboren con la investigación didáctica, formando parte de equipos interdisciplinarios de investigación - acción. En este caso, es deseable que el profesor tenga un conocimiento básico que le permita comprender los resultados obtenidos de estos proyectos, tales como tablas de datos, gráficos y otro material de tipo estadístico.

Todas estas necesidades son razones mas que suficientes para justificar la inclusión de la educación estadística en el curriculum de los profesores en formación con unos objetivos que capaciten a los futuros docentes para asumir las responsabilidades que esta nueva sociedad les encomienda.

Es por ello que hemos analizado la formación previa de los participantes en la

muestra en el campo de la estadística y en la segunda parte del estudio iniciamos asimismo una evaluación de sus conocimientos estadísticos elementales. Con ello no sólo proporcionamos una primera información en un área apenas estudiada, como es la de conocimientos y errores de los profesores en formación en relación a la estadística, sino que a la vez que tratamos de relacionarlos con sus actitudes hacia la materia.

### **2.2.2. EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DE LOS PROFESORES**

Dentro de la problemática de la formación estadística de profesores, es importante analizar también lo que se conoce como conocimiento didáctico del contenido o conocimiento profesional del profesor (N.C.T.M., 1991). El cambio metodológico en la enseñanza, no sólo de las matemáticas, sino de otras materias, es paralelo a las posiciones constructivista sobre el aprendizaje y sobre la construcción del conocimiento. Estas concepciones consideran que, además de la formación científica del profesor, se precisan algunos conocimientos mínimos de psicología, educación y didáctica de la disciplina.

Además, las actitudes de los profesores respecto la enseñanza – aprendizaje de diferentes materias, según Pajares (1992), están relacionadas con las creencias, opiniones y pensamiento del profesor sobre el tema. Se establecen en la escuela para irse desarrollando durante lo que Lortie (1975) llama el aprendizaje de la observación y llegan a configurar las diferentes concepciones de la enseñanza de las matemáticas y su practica que con el tiempo dan lugar a diferentes modelos de profesor, así como *"a diferentes concepciones sobre las matemáticas y los supuestos subyacentes en ellas"* (Sánchez, 1995, p. 397).

Por ello, es tarea fundamental en la formación de profesores impulsar procesos formativos que potencien el desarrollo profesional de los profesores de matemáticas. Para llevar a cabo esta tarea formativa, se necesita, según Cardeñoso y cols. (2001) :

*"Una investigación que suministre la información necesaria que nos permita diseñar estrategias de formación y contemplar las dimensiones y aspectos que las caracterizan" (p. 233).*

La investigación sobre formación de profesores está produciendo abundante

información sobre este 'conocimiento didáctico del contenido' (Shulman, 1986) y además se concede gran importancia a los procesos de pensamiento del profesor. En esta perspectiva es el propio profesor el que guía su proceso de aprendizaje y su toma de decisiones, tomando responsabilidad en su tarea profesional. Es por ello que se deben crear condiciones adecuadas para que los profesores reflexionen y comuniquen sus ideas sobre su trabajo profesional (Thompson, 1992, Flores, 1994) y confrontarlas con los resultados de la investigación didáctica.

Flores (2000, p. 42) siguiendo a Bromme (1994), considera la siguientes componentes de *conocimiento profesional*:

- Conocimiento sobre las matemáticas como disciplina. Engloba todo lo referente a la comprensión de los distintos temas, procedimiento, conceptos y relaciones entre ellos.
- Conocimiento sobre las matemáticas escolares, pues en general los profesores en formación, tienen un dominio muy variable de los conceptos y procedimientos del curriculum, de estadística, en concreto de Educación Primaria (Flores, 1999). Para poder llegar a una reflexión didáctica sobre un contenido matemático es preciso manejar dicho contenido, de manera que la explicitación didáctica, parta de una explicitación matemática (Pozo y Monereo, 1999).
- La filosofía de las matemáticas escolares. Ball (1991) lo identifica con el conocimiento sobre las matemáticas, es decir lo que significa saber y hacer matemáticas.
- Conocimiento psico- pedagógico general.
- Conocimiento -pedagógico o didáctico del contenido, que permite profundizar en las cualidades formativas de la materia, a la vez que suministra información sobre principios, destrezas y recursos para la enseñanza y el aprendizaje de determinados tópicos matemáticos en la Educación Primaria.

Además, el conocimiento profesional implica según Llinares (1994) el diseño de entornos de aprendizaje, entendiendo como tales, los lugares en los que se pueden originar los problemas a investigar y deben ayudar a los profesores en formación a:

- Cuestionar sus creencias y actitudes previas.
- Ampliar su comprensión de las nociones matemáticas escolares.
- Desarrollar conocimiento de contenido pedagógico ligado a las nociones matemáticas escolares.
- Generar destrezas cognitivas y procesos de razonamiento pedagógico.
- Incrementar los procesos de reflexión, (García Blanco, 2000, p. 119).

También desde la educación estadística se han llevado a cabo reflexiones sobre este tema. Por ejemplo, Steinbring (1990) indica que la enseñanza de la estadística y probabilidad requiere de los profesores demandas que no sólo se refieren a los aspectos técnicos del conocimiento, sino también al conocimiento profesional del profesor. Entre dichos conocimientos incluye:

- Saber organizar e implementar proyectos de estadística y análisis exploratorio de datos.
- Promover diferentes formas de cooperación y trabajo entre sus alumnos.
- Comprender los experimentos, simulaciones, representaciones gráficas, encuestas, datos, no sólo como ayudas a la enseñanza, sino como formas esenciales de conocimiento y comprensión en estadística.

Biehler (1990) habla del “metaconocimiento estadístico” como parte del conocimiento profesional del profesor. Incluye conocimientos sobre la historia, filosofía y epistemología de la estadística, sus controversias, la forma en que la estadística se aplica y se regula en la práctica, el papel que juegan las disciplinas en las que se aplica la estadística sobre la misma estadística, el software estadístico y criterios para su evaluación.

En Godino, Batanero y Flores (1999) se analiza este conocimiento, indicando que sus componentes básicos son los siguientes:

- La reflexión epistemológica sobre el significado de los conceptos, procedimientos (en general objetos) particulares que se pretende enseñar, es decir, en este caso, la reflexión epistemológica sobre la naturaleza del conocimiento estocástico, su desarrollo y evolución.

- Análisis de las transformaciones del conocimiento para adaptarlos a los distintos niveles de enseñanza. Este análisis permite reflexionar sobre los diversos niveles de comprensión posibles respecto a un mismo conocimiento y valorar el nivel y forma particular en que un determinado concepto podría ser enseñado a una persona particular.
- Estudio de las dificultades, errores y obstáculos de los alumnos en el aprendizaje y sus estrategias en la resolución de problemas que permitirá orientar mejor la tarea de enseñanza y evaluación del aprendizaje.
- Análisis del currículo, situaciones didácticas, metodología de enseñanza para temas específicos y recursos didácticos específicos. Todo ello forma parte de los recursos metodológicos disponibles para mejorar la acción didáctica.

En definitiva, los formadores de profesores hemos de ser capaces de potenciar el conocimiento profesional para el caso de la estadística porque según Azcarate y Cardeñoso (2000, p. 172):

*"Los estudiantes de magisterio tienen dificultades para comprender, aceptar e integrar en su sistema de ideas, nuevos conocimientos, debido a su formación en la llamada cultura escolar tradicional y la fuerza de la tradición y la hegemonía de ciertos estereotipos sociales, son el origen de gran parte de las concepciones de los estudiantes - profesores, sobre la estadística, su enseñanza y aprendizaje"*

### **Formación en el uso de las nuevas tecnologías**

Un punto importante en lo referente a la formación del profesor en el uso de recursos didácticos en la educación estadística es el de los medios tecnológicos, pues según Batanero (1998) el rápido desarrollo de la estadística ha estado ligado estrechamente a la difusión de ordenadores y este rápido crecimiento cambiará en un futuro cercano el enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística.

El ordenador implica un cambio en los contenidos a enseñar, así como en la metodología de enseñanza e induce un significado diferenciado de los conceptos estadísticos que tratamos de transmitir.

Según Godino (1995) hasta hace pocos años, el análisis de datos reales estaba reservado a estadísticos profesionales, quienes debían escribir sus propios programas de ordenador para realizar los cálculos. Posteriormente, el uso de los paquetes potentes de análisis de datos requería el conocimiento de los comandos y sintaxis de los mismos. Esta situación, aparentemente, ha sido superada mediante la aparición de los entornos operativos "amistosos", que permiten acceder directamente al manejo de cualquiera de los módulos de un paquete estadístico y, con la ayuda del "ratón", explorar sus posibilidades. Por otro lado, existen programas "de consulta" a los cuales se puede recurrir para obtener un "consejo" sobre el método de análisis que se debe aplicar en función del tipo de datos y nuestras hipótesis sobre los mismos.

Este papel predominante del ordenador en la enseñanza de la estadística, ha sido aceptado y reconocido por los investigadores. Por ejemplo, el Instituto Internacional de Estadística organizó una *Round Table Conference* sobre el ordenador en la enseñanza de la en Austria en 1970 y otra en Camberra en 1984. La *Round Table Conference*, organizada por IASE en Granada en 1996 se centró en el rol de la tecnología en la investigación sobre la enseñanza y aprendizaje de estadística (Garfield y Burrill, 1997).

En estos trabajos se sugiere que introducir las nuevas tecnologías informáticas implica un cambio del entorno educativo, unas estrategias didácticas distintas de las tradicionales y ello requiere una organización de la enseñanza y unos métodos de evaluación adecuados. Esto también se muestra en la investigación de Tauber (2001), donde el ordenador hace innecesario la repetición de ejercicios de cálculo rutinario, facilitando el cálculo y la representación gráfica. Asimismo, los tipos de problemas que se pueden plantear cambian substancialmente y se facilita el trabajo con proyectos y problemas abiertos. Las representaciones de los datos se ven notablemente mejoradas y además, tienen un carácter dinámico. Finalmente, se sustituyen las demostraciones formales por simulación y argumentos más intuitivos.

Para que este tipo de enseñanza sea adecuado y provechoso, el profesor en formación debe elegir cuidadosamente los datos para que le faciliten la introducción de los conceptos estadísticos y favorezcan la interacción en clase, el trabajo en

equipo y la aplicación multidisciplinar.

A la vista de estas nuevas formas de educación estadística inducidas por las nuevas tecnologías, es necesario la formación específica de los profesores en formación en el cambio tecnológico y ello requiere, según Ottaviani (1999), mucha más preparación que un curso tradicional.

### **Situación actual de la formación estadística de los profesores**

Desafortunadamente, Ottaviani (1999) indica que la investigación en la enseñanza de la estadística ha mostrado, que generalmente los profesores de matemáticas nunca o pocas veces han estado en contacto con la estadística como asignatura, y al enseñarla dentro del programa de matemáticas olvidan sus características interdisciplinares que permiten utilizarla transversalmente en otras áreas. Esto genera dificultades inherentes a la propia naturaleza de la materia, contraria a la cultura determinista tradicional de las matemáticas, y que se añaden al hecho de que la mayoría de los profesores de enseñanza primaria en formación ya llegan a la universidad con lagunas formativas originadas en la enseñanza primaria y secundaria (Batanero, Godino y Navas, 1997).

Durante su formación en las Escuelas de Magisterio y Facultades de Educación no tienen posibilidades de suplir estas necesidades ni de superar estas deficiencias, tanto a nivel específico como a nivel didáctico. Respecto a la formación matemática, la promulgación de la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) aprobada en 1990 provocó cambios importantes en la formación inicial del profesorado de primaria. Pero tal como argumentan Blanco y cols. (2001).

*“Estos planes favorecieron el aumento de asignaturas dedicadas a una formación específica en las especialidades recientemente creadas, así como un aumento de las horas dedicadas a la formación pedagógica. Pero supusieron una reducción drástica en el número de horas asignadas a la formación de maestros en relación con las matemáticas”* (p. 35).

Además Rico y Carrillo (1999), señalan que en la especialidad de Maestro de Primaria, la formación en matemática y su didáctica apenas alcanza el 8% de la carga lectiva total; en, el resto de las especialidades sólo es del 2%.



Por otro lado, ni la estadística ni la didáctica de la estadística aparecen en los planes de estudio de formación de profesores de las Escuelas de Magisterio o Facultades de Educación, como asignatura troncal u obligatoria.

En algunas Universidades se ofertan asignaturas optativas. Por ejemplo, en la Universidad de Lleida, se oferta a todas las Diplomaturas de Magisterio, la asignatura "Estadística" optativa general de 4.5 créditos, y cuyo objetivo primordial es aportar a los alumnos una formación básica en el campo de la estadística que facilite su formación como maestro y al mismo tiempo los capacite para iniciarse en temas de investigación educativa utilizando como herramienta la teoría estadística. La metodología utilizada es la de la participación activa de los alumnos, combinando las explicaciones teóricas con la realización de prácticas de aula y de campo. No se utiliza un libro de texto, sino que se facilita a los alumnos una bibliografía específica siendo los textos mas utilizados los de Nortes Checa (1991) y de Gil Flores (1996).

En la Universidad de Granada hubo dos asignaturas optativas "Didáctica de la Estadística", "Didáctica de la Probabilidad", cada una de 4.5 créditos en el anterior plan de estudios, durante el periodo 1988-1994, dirigida a los Profesores especialistas en Ciencias. Usualmente la primera de dichas asignaturas era también cursada por los alumnos de la especialidad de educación física y puesto que los conocimientos de los alumnos eran prácticamente inexistentes, se combinaba la enseñanza del contenido matemático y didáctico. Los libros de texto utilizados eran Godino, Batanero y Cañizares (1987) para la primera asignatura y Batanero, Estepa y Godino (1988) para la segunda, que estuvo basada en el uso de ordenadores. También en la Universidad de Jaén hubo una asignatura optativa de "Estadística" para profesores en formación, que tenía el mismo enfoque.

Actualmente se oferta en la Universidad de Granada una asignatura de libre configuración de 9 créditos "Análisis de Datos y su Didáctica", basada en el uso de ordenadores y siguiendo el texto de Batanero y Godino (2001). Son pocos los alumnos de magisterio, sin embargo, que la eligen, constituyendo aproximadamente el 50% de los alumnos, que se completan con otros que vienen de empresariales, psicología, pedagogía y otras licenciaturas.

Respecto a los profesores de secundaria, los licenciados en matemáticas cursan una o varias asignaturas de estadística durante su carrera, pero siempre con orientación teórica, no teniendo conocimientos sobre análisis de datos o sobre uso de ordenadores, salvo raras excepciones. Los conocimientos didácticos son mínimos, puesto que solo en algunas universidades se imparten asignaturas generales de didáctica de la matemática, en las que la estadística solo aparece como un contenido más. En la Universidad de Granada se imparte una asignatura optativa de "Didáctica de la Estadística" en la Licenciatura en Ciencias y Técnicas Estadísticas de 6 créditos siguiendo el texto de Batanero (2001a).

Como resumen, la situación de formación estadística de los profesores, no es, en general, satisfactoria y sigue sin ser coherente con el trabajo que van a desarrollar ni adaptada a las demandas de la sociedad actual. Estas lagunas formativas pueden provocar a la larga un bajo interés en la materia y conducir a un efecto negativo sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje y en particular sobre sus actitudes.

Es por ello, que hemos considerado en nuestro estudio una serie de variables específicas tales como la especialidad, formación previa, conocimientos estadísticos que delimitaremos en el capítulo III y que nos ayudaran a profundizar el estudio sobre las actitudes.

### **2.2.3. LA ACTUACIÓN DEL PROFESOR EN LA FORMACIÓN Y CAMBIO DE ACTITUDES**

A partir de la Ley General de Educación de 1970 se establece, como postulado básico, la formación de las actitudes. Ya que la educación tiene como objetivo el perfeccionamiento de la persona como ser individual y social, y debido a que los dos ámbitos están presentes en el complejo actitudinal, actitudes y educación, están relacionados, (Wolff, 1977).

En el caso de las matemáticas y la estadística, los centros educativos actuales, en opinión de Segarra y cols. (1997), han puesto énfasis en el rendimiento académico y en la adquisición y habilidades cognitivas básicas. Sin embargo ahora se plantean (como indica la reforma) preparar a las personas para vivir en sociedades en constante evolución y la cambiante situación social hace necesario el aprendizaje

ajustado a las demandas que se presentan. Es decir, más que el aprendizaje de conductas determinadas que sólo se pueden aplicar a situaciones concretas, es conveniente adquirir actitudes y valores válidos ante las nuevas circunstancias. Por ello, los profesores han de reconocer la importancia de su papel en este ámbito educacional

Sin embargo, la incorporación de las actitudes en el ámbito educativo se ha enfrentado, como señalan Escámez y Ortega (1986) y Auzmendi (1992), a una serie de dificultades. Por una parte, se pide a los profesores que consideren las actitudes como otros elementos más a educar y evaluar y por otra, la mayoría de ellos o al menos los del área de matemáticas desconoce qué son, no saben cómo medirlas y no poseen los criterios suficientes para determinar su peso en el rendimiento de los alumnos. Es decir, no se ha dado a los profesores una formación análoga a los que poseen para la enseñanza de las diferentes materias del curriculum.

### **Capacitación del profesor para la evaluación de actitudes**

Los profesores tienen que enseñar y juzgar algo que no dominan (Philippou y cols., 1998) y piensan que es muy difícil la educación de actitudes, porque existe una gran diversidad de variables externas y porque dada la relación directa entre actitud y conducta se trabaja y estudia directamente la conducta para intentar desarrollar las actitudes.

En definitiva, según Auzmendi (1992), el problema radica en que la insistencia dada al tema de las actitudes en la educación matemática no se ha acompañado de técnicas relevantes, medios adecuados, ni de una labor de concienciación de los educadores para que éstos asuman la necesidad de tomar en consideración este aspecto.

No obstante, contamos con múltiples instrumentos de medida de actitudes, que si fueran conocidos por parte de los docentes les permitiría medirlas y con la información recogida, planificar e impartir sus clases de una manera mas adecuada a las características de sus alumnos, siguiendo las recomendaciones de Muñoz (2000):

*“La evaluación debe asesorar tanto al profesor como al alumno sobre los puntos débiles y fuertes de cada estudiante, lo que ayudará a conocer mejor en qué se debe*

*profundizar” (p. 316).*

Si además, la evaluación es formativa, tal como la recomienda Abraira (1994) fomenta actitudes hacia la asignatura más positivas y permite que los alumnos no asocien evaluación únicamente con calificación, disminuyendo el temor y aumentando el interés que sienten hacia la materia.

### **Influencia del profesor en la formación de las actitudes de sus alumnos**

En la actualidad, crece una teoría que es la influencia del profesor en las actitudes de los alumnos según Moyra Ruffell y cols. (1998):

*“La actitud de los profesores hacia las matemáticas se presenta cada vez más como un factor dominante en las actitudes de los alumnos hacia la materia” (p. 1).*

Más concretamente, centrándonos en el tema objeto de estudio, las conclusiones de Wilson (1990) y Pajares (1992) sugieren que las actitudes de los profesores, juegan un rol fundamental en la formación específica del profesor en formación y que incluso pueden llegar a ser responsables de la perpetuación de unos programas inadecuados e inefectivos. Estas conclusiones son una información valiosa para los profesores de Facultades de Educación ya que pueden seleccionar adecuadamente el contenido de los cursos o de la formación continuada.

Además para Wise (1985) los estudiantes de estadística básica inician a menudo su experiencia con firmes actitudes respecto a los cursos de estadística. Estas actitudes son frecuentemente bastante negativas, por ello, la mayoría de los formadores de estadística básica perciben que un objetivo implícito del curso es fomentar la consideración de la materia de estudio mediante el desarrollo de actitudes más positivas.

Este cambio actitudinal por parte de los estudiantes, no es fácil. El profesor debe provocarlo utilizando todos los recursos didácticos a su alcance. Por estas razones, las actitudes de los estudiantes hacia la estadística deberían proporcionar información útil para el responsable del curso.

Tal como señalan Roberts y Bilderback (1988), es necesario tener unos indicadores que nos informen sobre los sentimientos y actitudes de los alumnos, en nuestro caso futuros docentes sobre la educación estadística y sus implicaciones

posteriores en el aula.

Asimismo, el profesor ha de ser consciente de la importancia de fomentar actitudes positivas hacia la materia, eso implica:

- Crear un clima social favorable y el grupo en el que se verifique el cambio, socialmente bien integrado, es decir, debe ser cohesivo. Nada o poco se conseguirá si las actitudes de los miembros son muy heterogéneas, (Triendis, 1974).
- Desarrollar un clima en el aula que facilite al alumno el aprendizaje y le haga sentirse seguro para explorar, conjeturar, plantear hipótesis y estar motivado para experimentar con diversos instrumentos ó métodos estadísticos. (Gal y Ginsburg, 1994).
- Favorecer un aprendizaje activo utilizando metodología que implique al alumno. Según Garfield (1993) la realización de ejercicios en clase es un método que favorece la implicación.
- Conseguir un aprendizaje significativo con la utilización de datos reales que les permitan vincular el aprendizaje a sus propios intereses y a otras materias y áreas de conocimiento, presentando la estadística como un instrumento necesario y útil.
- Reducir los niveles de ansiedad de los alumnos, haciendo que se sientan autoeficaces en la materia, potenciando el desarrollo de habilidades y una buena interacción profesor – alumno (Muñoz 2000).

Transmitir actitudes positivas implica establecer objetivos a corto plazo, es decir los estudiantes han de ser capaces de realizarlos y así sentirse autoeficaces en la materia, con lo que se reducirá la ansiedad y aumentará la confianza en sus propias habilidades.

Por todo ello, el profesor en formación ha de ser consciente de su influencia en el proceso de formación y cambio de actitudes de sus alumnos y en consecuencia es importante que conozca instrumentos de valoración que permitan hacer un

diagnóstico inicial de las actitudes y creencias, que le permita controlarlas durante el curso, porque las actitudes positivas o negativas hacia la materia influirán en la atmósfera de la clase, en los resultados del curso y en el propio proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística.

### **2.3. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS INVESTIGACIONES SOBRE ACTITUDES Y CONOCIMIENTOS DE LOS PROFESORES EN RELACION A LA ESTADISTICA**

Los estudios y las investigaciones que se realizan en el área educativa tienden para Auzmendi (1992, p. 19) a centrarse más en los factores externos a la misma (contenidos, importancia del profesor, etc.) que en los internos (intereses, motivos, actitudes, etc.), por lo cual hasta fechas recientes, pocas veces se ha analizado de manera sistemática el influjo de las actitudes en el aprendizaje de las matemáticas o el poder que tiene la educación en la formación y cambio de las mismas.

Escámez y Ortega (1986) señalan tres niveles diferentes desde los que explicar este “retraso “ de investigaciones, el científico, el de los prejuicios y el del ámbito escolar:

- Nivel científico. Desde un punto de vista científico existen, tal y como se ha señalado previamente, importantes dificultades para llegar a una definición unánime del término actitud, que sea aceptada por todos los profesionales. Asimismo, no hay acuerdo en cuanto a las técnicas de medición que han de utilizarse y respecto a la explicación de su formación y cambio. Además, en la actualidad hay una gran tendencia a aceptar con mayor facilidad aquello que sea directamente observable. Sin embargo, las actitudes no se pueden observar directamente sino que se han de inferir de la conducta.
- Nivel de prejuicios. Las actitudes se asocian a las creencias, los valores, las normas sociales y la ideología de la persona. Se pueden percibir, por tanto, como elementos muy cercanos, o que pueden posibilitar la manipulación. Si actuar sobre las actitudes de los alumnos puede asociarse de algún modo con manipularlos, los profesores preferirán mantenerse al margen de este tema.
- Nivel del ámbito educativo. Guiada por intereses prácticos, la educación

busca conseguir beneficios inmediatos. De ahí que los profesores, generalmente, estén más interesados en mejorar el rendimiento de los estudiantes que sus actitudes o valores. Muestra de ello es que muchos de los estudios sobre actitudes hacia las matemáticas y la estadística, están relacionados con el rendimiento académico.

No obstante, la preocupación por el tema de las actitudes ha sido permanente en educación y para Gairín (1987), *“aumenta a medida que comprobamos la insuficiencia de los planteamientos tradicionales para alcanzar los objetivos educativos que una sociedad cada vez más exigente se propone”*(p. 15).

Por ello, a pesar de las dificultades antes señaladas, existen cada vez más estudios referidos al tema de las actitudes hacia las matemáticas en general, algunos hacia la estadística y muy pocos son los que se centran en el colectivo de los profesores en formación. De todos ellos nos ocuparemos en los apartados siguientes

### **2.3.1. INVESTIGACIONES SOBRE ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS**

Los estudios sobre cuestiones afectivas hacia las matemáticas han sido importantes para las finalidades de la formación en estadística. Por esta razón, dedicamos esta sección a presentar de manera sucinta la evolución de las investigaciones y los trabajos más relevantes vinculados con las actitudes hacia esta disciplina.

El problema de las actitudes empezó a estudiarlo la Psicología Social cuando se interesó por temas como: la influencia del medio en emigrantes, las diferencias raciales, la opinión pública, la moda, etc.

En el caso de las matemáticas, durante los últimos treinta años gran cantidad de artículos han tratado sobre algún aspecto del dominio afectivo, aunque la tendencia investigadora sobre cuestiones afectivas ha ido cambiando a lo largo de estos años y han sido estos cambios los que han provocado las propuestas de reforma en la formación en matemáticas. No entraremos en el análisis exhaustivo de estas

investigaciones, que son muy numerosas, por no ser éste el tema específico de nuestro estudio. Tan sólo nos limitamos a señalar las más relevantes.

En la década de los 70, según McLeod (1994), la investigación sobre las actitudes hacia las matemáticas, se centró en estudiar las opiniones de los estudiantes hacia las materias y los métodos de enseñar. Así, Higgins (1970), aporta una visión interesante en cuanto a métodos y cuestiones de investigación de los años 60. Evaluó las actitudes de los estudiantes antes y después de la actividad instruccional elaborada por el School Mathematics Study Group (SMSG), utilizando 18 escalas desarrolladas por el National Longitudinal Study of Mathematical Abilities (N.L.S.M.A.).

Este trabajo se caracteriza por sus sofisticadas técnicas estadísticas y las grandes críticas (Aiken, 1970; Bright, 1973; Reid, 1985) iban dirigidas al enfoque fundamentalmente psicométrico de la investigación. La preocupación fundamental de los investigadores sobre actitudes fue la calidad de los instrumentos utilizados y analizar la multidimensionalidad de las actitudes hacia las matemáticas, consiguiéndose un cierto éxito en la identificación de patrones de respuesta de los estudiantes hacia las matemáticas, especialmente en el área de las diferencias de género (Fennema y Sherman, 1978 y Acosta, 1986).

La dificultad de encontrar explicaciones adecuadas de la relación entre actitudes y rendimientos lleva a los investigadores de finales de los 80 a centrarse en el estudio de las creencias sobre las matemáticas. Para Garofalo y Lester (1985) y Schoenfeld (1989) la investigación sobre la metacognición, ha contribuido a demostrar como las creencias influyen en el rendimiento a la hora de resolver un problema. Ejemplos importantes de estas creencias son que las matemáticas implican principalmente la memorización de reglas y procedimientos y que los problemas matemáticos pueden resolverse en unos pocos minutos o son irresolubles (Gómez Chacón, 2000; Blanco y cols., 2002).

Pero también, las creencias se relacionan con la práctica educativa (Hart, 1989), e incluso con el aprendizaje de las matemáticas fuera de la escuela en un estudio que permite vincular las diferencias de rendimiento con las creencias que se conectan con influencias culturales.



En la década de los 90 se continúa con especial énfasis en poner de manifiesto el papel de los factores afectivos en el aprendizaje de las matemáticas (Auzmendi, 1992; Mcleod, 1992; Thompson, 1992, Phillipou, 1994; Gómez Chacón, 1997; Hernández, 1997) y sólo en Auzmendi (1992) hacen referencia explícita al campo de la estadística, tal como explicamos en la sección 2.3.1.

Citamos especialmente el trabajo de Moyra Ruffel y cols. (1998), por considerar que es un buen estudio de actitudes hacia las matemáticas en general, cuyo objetivo fundamental es crear instrumentos que faciliten al profesor el estudio de las actitudes de sus alumnos y por consiguiente el trabajo docente. Presenta ocho estudios, realizados durante el curso 94-95, con métodos variados y colectivos diferentes, en el que incluye a los profesores en formación.

Como muestra presentan un colectivo de 132 individuos, de composición muy variada y a los que aplica metodologías diferentes: niños de 10 a 11 años (entrevista en grupo y estructurada), niños de 9 a 13 años (entrevista individual y en grupo); estudiantes de magisterio (elaboración de un diario), licenciados en educación primaria o secundaria (cuestionario tipo Likert y respuestas abiertas) y profesores en ejercicio de primaria (cuestionario tipo Likert). Todas las escalas y cuestionarios aportan experiencias positivas y negativas de matemáticas.

En sus conclusiones generales sobre los resultados, se reflexiona sobre la dificultad de obtener respuestas directas, en todos los colectivos estudiados, acerca de las actitudes hacia las matemáticas, que se presentan como un concepto complejo, difícil de definir y se confirma la influencia de las actitudes del profesor en las de sus alumnos como un factor dominante.

### **2.3.2. INVESTIGACIONES SOBRE ACTITUDES HACIA LA ESTADÍSTICA**

Al igual que ocurre con las matemáticas, el campo de investigación, es en palabras de Gal y Ginsburg (1994), complicado y escasos los trabajos, aunque en la actualidad, se han incrementado estos estudios, y se ha desplazado el interés de los mismos.

En las primeras investigaciones, el fin fundamental no era el estudio en sí de las actitudes, sino el de su influencia en el rendimiento del alumno y su mejora del

mismo. No había una preocupación por la educación de las actitudes, como ya hemos comentado. Estos trabajos se centran más bien en el estudio de las actitudes como un de los factor más que influyen en la realización estadística.

Feinberg y Halperin (1978) son los primeros referentes de este tipo que encontramos en la literatura consultada, y estudian la relación existente entre una serie de variables afectivas y cognitivas con la realización de un curso de Iniciación a la estadística. La investigación se realiza con 278 estudiantes, y obtienen como conclusiones que las variables: estado de ansiedad, ejecución matemática, experiencia matemática previa, expectativas del curso y actitudes, correlacionan con la conducta estadística, al contrario que la edad, el área académica de especialización, los años de colegio.

También se observa un importante valor predictivo de las actitudes sobre el logro en Estadística en los trabajos de Elmore y Vasu (1980, 1986), utilizando el mismo tipo de variables y con estudiantes pertenecientes a un curso de iniciación

Harvey, Plake y Wise (1988) llevan a cabo una investigación en la misma línea que las anteriores y obtienen que las variables habilidad matemática, habilidad de razonamiento lógico, ansiedad ante una situación determinada y actitudes hacia la estadística son las que más se asocian con el logro en esta área.

Posteriormente se ha incrementado el interés por las actitudes en sí y su educación; los trabajos, sobre todo los de la última década, se ocupan más de encontrar los factores que influyen y determinan la formación y cambio de actitudes hacia este campo del saber.

Un antecedente importante, lo encontramos en Garfield (1981) con un estudio cuyo objetivo es aislar los factores que influyen en la competencia estadística global alcanzada por los estudiantes al finalizar un curso universitario de introducción a la estadística. Entre ellos, considera las actitudes y afectos de los estudiantes, centrándose en la ansiedad. Diseñó e implementó un curso basado en resolución de problemas tomando para comparar con clases tradicionales. El estudio se llevó a cabo en dos fases, en cada una de las cuales participaron aproximadamente 80 estudiantes de psicología, que fueron asignados aleatoriamente a los grupos. Sus conclusiones,

en general, apuntan a que el efecto de la ansiedad matemática sobre el aprendizaje es menor que el de la habilidad matemática del estudiante. Cuando se permitió a los estudiantes elegir un tema de su interés para realizar los ejercicios complementarios, el efecto de la ansiedad matemática pareció ser menos evidente.

Wise (1985), en su estudio sobre medición de actitudes, crea la escala Attitudes Toward Statistics (ATS) “*la mas citada en la literatura y, sin duda, la de más amplio uso*”(Gil Flores,1999), con 29 ítems agrupados en torno a dos dimensiones:

- “Actitudes hacia el campo de la estadística” que ayuda a medir el valor que se le da a la materia y al uso en su campo de estudio.
- “Actitudes hacia el curso” para medir las actitudes hacia el aprendizaje de la estadística y hacia el curso que está realizando.

En nuestro estudio, la importancia del ATS radica en que la escala fue específicamente concebida para medir las actitudes hacia la estadística de 92 estudiantes universitarios en el campo de la educación. Los resultados obtenidos nos indican que es un buen instrumento de medición de actitudes hacia la estadística a pesar de haber sido validado con una muestra excesivamente reducida. Las características técnicas se describen en la sección 3.6.2.1.

Auzmendi (1992) profundiza mucho más, y analiza, no sólo la vinculación de las actitudes con el logro, sino los factores que constituyen las actitudes hacia las matemáticas y la estadística. Participaron 2052 estudiantes matriculados en la asignatura de estadística de todas las carreras de la universidad del País Vasco en donde se impartía algún curso de iniciación a la materia.

Después de revisar los factores constitutivos de las escalas de actitudes hacia las matemáticas existentes, selecciona los de mayor frecuencia de aparición y con ellos constituye el constructo general y diseña los correspondientes instrumentos de medida adecuados a las características de la investigación. Estos factores son:

- *Motivación hacia el estudio y utilización de las matemáticas.*
- *Ansiedad o temor ante la materia.*
- *Agrado o disfrute que provoca el trabajo matemático.*
- *Utilidad y valor que el estudiante otorga a la materia para su vida*

*profesional.*

- . *Confianza o sentimiento que provoca la habilidad en matemáticas”* (p. 78).

Una vez analizada la influencia conjunta de todas estas variables, aunque dedica una mayor atención al estudio de la ansiedad, concluye “*que las actitudes hacia esta materia tienden a ser negativas y que la variable que tiene un mayor peso en todos los factores que constituyen las actitudes hacia la estadística así como en las actitudes generales ante esta materia es la motivación que el alumno ha sentido hacia ella durante el curso*” (p .47).

Wilensky (1995, 1997) también se centra en el efecto de la ansiedad cuando los sujetos deben enfrentarse a situaciones de incertidumbre, analizando sus sentimientos y actitudes frente a conceptos que conocen teóricamente, pero cuyo significado no comprenden.

Define la *ansiedad epistemológica*, como el sentimiento de confusión e indecisión que sienten la mayoría de los estudiantes frente a las distintas posibilidades o vías de resolución de un problema estocástico. Esta ansiedad está reforzada por las prácticas de enseñanza empleadas en la clase de matemáticas y por la cultura matemática “protectora” que no promueve el diálogo entre docente y alumno y entre alumnos entre sí para ir construyendo el concepto. En su investigación, realizó entrevistas abiertas y tuvo disponible un medio informático para realizar simulaciones y modelaciones, especialmente diseñado para experimentar con la estocástica. Concluye que la ansiedad que presentaban los entrevistados se puede combatir por medio de una enseñanza basada en medios informáticos, que permita construir y experimentar modelos de fenómenos probabilísticos.

Otro trabajo que también centra su estudio en la consideración multidimensional de las actitudes hacia la estadística es el de Schau y cols.(1995). Al igual que en el caso de Auzmendi, analizan diferentes escalas de medición de actitudes hacia la estadística y al ver que no cumplen una serie de características (ver sección 3.6.2.1) imprescindibles para los autores en una evaluación de actitudes, deciden construir, una nueva escala, SATS, con dos versiones (pre y post) del cuestionario, antes y después de recibir la instrucción.

Los diferentes ítems, generados por estudiantes y profesores según la técnica de grupo nominal, descrita en la misma sección se estructuran por consenso en cuatro factores:

- *Afectivo: sentimientos positivos o negativos hacia la estadística el objeto actitudinal.*
- *Competencia cognitiva: actitudes sobre conocimientos y habilidades intelectuales en estadística.*
- *Valor: actitudes que hacen referencia a la utilidad, relevancia y valor de la estadística en la vida personal y profesional.*
- *Dificultad: actitudes sobre la dificultad percibida de la estadística como asignatura” (p. 869).*

El SATS se aplica a 1403 estudiantes de distintas carreras matriculados en 33 cursos de introducción a la estadística de las universidades de Nuevo Méjico y Dakota del Sur. En sus conclusiones, además de calificarlo como un buen instrumento de medida de actitudes con múltiples posibilidades de utilización, describen la existencia de relación entre el curso, nivel y la actitud antes y después de realizar la formación.

Describiremos las características técnicas de esta escala con más detalle en el capítulo III, al ser la elegida para la ejecución de la 2ª fase de nuestra investigación.

Gal y cols. (1997) conscientes de que las actitudes y creencias de los alumnos pueden interferir, dificultando o favoreciendo el aprendizaje así como afectar en el momento de aplicar estos conocimientos fuera del aula, dedican un capítulo del libro “The Assessment Challenge in Statistics Education” para alertar a los profesores de la importancia de valorar las actitudes rigurosamente. Para ello describen y analizan diferentes métodos desarrollados para valorarlas, proporcionan sugerencias de utilización y aplicación así como futuras líneas de investigación. Algunos de los trabajos descritos en esta sección están referenciados en el libro.

Respecto a investigaciones directamente vinculadas al análisis de variables personales, Silva y cols. (1999) presentan un estudio, donde la variable género es

significativa, siendo los varones quienes en este caso presentan una actitud hacia la estadística más positiva. El objetivo principal de la investigación es determinar la concepción previa y actitudes hacia la estadística de 62 estudiantes matriculados en un curso de postgrado de iniciación científica en una universidad privada Portuguesa de las áreas de exactas, humanidades, salud, comunicación y arte. Utilizan la escala de actitudes hacia la estadística de 20 ítems adaptada por Cazorla y cols. (1998), completada con un cuestionario compuesto por 31 preguntas relativas a la importancia que le dan a la materia y a su utilización como herramienta de trabajo en sus investigaciones futuras. Los resultados obtenidos indican además de los referentes al género, relación positiva entre actitudes y resultados del curso, así como con el área de estudios (con o sin matemáticas) y la auto percepción que los estudiantes tienen sobre ellos mismos respecto a la estadística.

Un estudio reciente con alumnos de la facultad de pedagogía de la Universidad de Sevilla es el de Gil Flores (1999), que lleva a cabo un estudio de las actitudes hacia la estadística y la incidencia de las variables sexo y formación previa, donde la variable género no es significativa. Utiliza una adaptación de la escala de Wise que aplica a 654 estudiantes matriculados en la asignatura de estadística durante los cursos 1996/97 y 1997/98.

En el instrumento de medida utilizado, estructura los 29 ítems del ATS, en cinco factores: “ansiedad ante la estadística”, correspondiente al componente afectivo de las actitudes y recogería estados de ánimo caracterizados por la inquietud, el recelo o el temor ante la idea de estudiar o trabajar con contenidos estadísticos; “interés para el propio campo de estudio” que recogería las actitudes hacia la estadística como herramienta aplicada al campo en el que los alumnos se forman como profesionales; “interés general” de la estadística en los diferentes ámbitos de la vida profesional y para la mayoría de la gente; “valor para la investigación” que reflejaría las opiniones de los alumnos sobre la relevancia de las técnicas estadísticas en la actividad investigadora; y “utilidad de la estadística”, dimensión relativa a las valoraciones que los alumnos hacen sobre la utilidad de la estadística y la consiguiente conveniencia de estudiar esta disciplina (p. 574).

Los resultados encontrados muestran que las actitudes de los alumnos son positivas si bien con puntuaciones inferiores a las deseadas. No se observan diferencias por género, tal y como hemos comentado, pero si tiene incidencia la formación previa destacando la influencia positiva de la experiencia formativa en conceptos lógico matemáticos y la ansiedad en sentido contrario aunque con gran fuerza, siendo el factor que merece mas atención.

Finalmente y vinculada al estudio de diferentes variables escolares encontramos, otra evaluación llevada a cabo con SATS, es la de Mastracci (2000), quien lo administra a 172 estudiantes de diferentes especialidades universitarias en la Universidad de Roma, todos ellos siguiendo un curso de estadística, bien obligatorio u optativo, que tratan de relacionar con el tipo de Bachillerato cursado y el número de cursos de estudios previos de estadística, junto con las calificaciones obtenidas.

Mediante la técnica de análisis de componente principales analizan la escala e interpretan la estructura de componentes obtenidas como: dificultad y valor profesional (segundo componente), valor para la vida diaria y competencia cognitiva (tercer componente) y afectos (cuarto componente). Aunque la mayoría de los estudiantes admiten que la estadística es difícil, piensan que tienen competencia cognitiva para estudiarla y que en su vida profesional la estadística les permitirá acceder más fácilmente a un trabajo. No les causa tensión ni se sienten asustados por la materia.

Se encontró una influencia del tipo de estudios en bachillerato, y en particular los estudios de tipo científico favorecen las actitudes hacia la estadística, así como el número de años cursados de estadística. Asimismo el componente afectivo mejora con las calificaciones obtenidas. Los estudiantes entrevistados mostraron, en general una actitud positiva hacia la disciplina. Desde el punto de vista metodológico, el cuestionario se mostró bastante robusto respetando las características descritas por sus autores.

Como resumen mostramos la tabla 2.1, en que todas las investigaciones fueron realizadas con alumnos del curso introductorio de estadística en la Universidad, nunca con profesores en formación o con profesores en ejercicio.

Tabla 2.1. Características de los estudios más relevantes de actitudes hacia la estadística

<b>Estudio</b>	<b>Finalidad</b>	<b>n</b>	<b>Sujetos</b>	<b>VARIABLES analizadas</b>
Feinberg y Halperin (1978)	Relación con rendimiento	278	Estudiantes universitarios de un curso de iniciación	ansiedad, ejecución , experiencia matemática previa, expectativas del curso y actitudes, edad, área académica, años de estudio
Elmore y Vasu (1980, 1986)	Relación con rendimiento	377	Estudiantes universitarios de un curso de iniciación	ansiedad, ejecución , experiencia matemática previa, expectativas del curso y actitudes, edad, área académica, años de estudio
Harvey, Plake y Wise (1988)	Relación con rendimiento	678	Estudiantes universitarios de iniciación	habilidad matemática, habilidad de razonamiento lógico, ansiedad
Garfield (1981)	Cambio con la enseñanza	160	Estudiantes de psicología	Rendimiento en el curso; tipo de enseñanza
Wise (1985)	Crear una escala	92	Estudiantes de educación	Actitudes y sus dos dimensiones (campo y curso)
Auzmendi (1992)	Relación con logro Analizar componentes	2052	Estudiantes universitarios de un curso de iniciación	bagaje matemático previo, motivación, sexo, expectativas de éxito, evaluación del curso y del profesor, actitudes y sus componentes
Wilensky (1995, 1997)	Tratamiento de la ansiedad en estadística	17 entrevistas	Biólogos y psicólogos licenciados	Capacidad de resolución de problemas
Schau y cols.(1995).	Crear una escala. Analizar actitudes y sus componentes	1403	Estudiantes de educación, management, matemáticas y estadística, psicología y sociología	actitudes y sus componentes(Afectiva, Competencia cognitiva, Valor y Dificultad)
Silva y cols. (1999)	Evaluación de actitudes	62	Estudiantes de arte, salud, exactas, humanidades, comunicación	Género, concepciones previas, rendimiento en el curso, área de estudio y autopercepción
Gil Flores (1999)	Evaluación de actitudes	654	Estudiantes de pedagogía,	Género, formación previa, actitudes y sus componentes
Mastracci (2000)	Evaluación de actitudes	172	Estudiantes universitarios maestría en estadística y ciencias actuariales	Tipo de bachillerato, años de estudio de estadística ,calificaciones, actitudes y sus componentes



Las investigaciones se han orientado a la construcción de una escala, a la evaluación de actitudes en un cierto grupo de alumnos o licenciados (economía, psicología, biología), el estudio de sus componentes y la influencia de diversas variables. Un punto especialmente tratado ha sido el valor predictivo respecto al rendimiento, aunque siempre de una forma cuantitativa. Es decir, correlacionando las puntuaciones totales en diversas pruebas de conocimiento y el test de actitudes o sus componentes. En otros casos se ensayan experimentos de enseñanza que ayuden a reducir la ansiedad o cambiar las actitudes.

En nuestro caso nos centraremos en una población que como vemos no ha sido objeto de estudio: los profesores en formación y en ejercicio. Además en la segunda parte del estudio nos centraremos en la evaluación y descripción de errores específicos sobre los conocimientos estadísticos elementales y su incidencia en las actitudes de los profesores en formación. Es por ello que consideramos nuestra investigación aporta una información valiosa para la formación de profesores.

### **2.3.3. INVESTIGACIONES SOBRE LA FORMACIÓN DE PROFESORES Y LAS ACTITUDES HACIA LA MATEMÁTICA**

En el apartado anterior hemos visto cómo no hemos encontrado estudios sobre la formación de los profesores vinculada a las actitudes hacia la estadística, a pesar de existir un reconocimiento unánime de su importancia en el proceso enseñanza-aprendizaje de la materia y de la importancia de estudiar rigurosamente las actitudes de los profesores y profesores en formación hacia la estadística por su papel determinante en la práctica docente (Mcleod, 1994; Pehkomen, 1994; Phillippou y cols., 1998).

Para Gairín (1987), esta incidencia de las actitudes del profesor en las actitudes del alumno ha hecho que el centro de atención se derive hacia los procesos de formación del profesorado, pues el desarrollo positivo de actitudes hacia las matemáticas y su enseñanza en los profesores en formación, es un factor importante en su entrenamiento en las facultades.

Analizaremos en este apartado los trabajos más significativos sobre las actitudes de los profesores respecto a las matemáticas. Para Thompson (1992), las creencias de los profesores sobre las matemáticas y la enseñanza de esta materia, y por consiguiente de la estadística juegan un papel significativo en modelar su práctica instruccional y consecuentemente influyen en las actitudes, intereses y rendimientos de sus alumnos. La relación entre ambos complejos actitudinales, está confirmada ya hace tiempo en Aiken (1974) Schofield (1981), Johnson (1981) y Suydam (1984).

Pero la mayoría de los programas de formación docente no parecen tener en cuenta las creencias y actitudes hacia las matemáticas ni por supuesto hacia la estadística aunque como confirman diferentes autores son de importancia primordial en el éxito de su labor profesional.

Habitualmente la formación de profesores se centra en el aspecto cognitivo (conocimientos, habilidades) y poco en el afectivo (sentimientos, actitudes, creencias, expectativas). Al parecer, a pesar del reconocimiento unánime de la importancia de las actitudes en la formación de profesores, sólo un número limitado de estudios ha investigado las creencias o actitudes de los profesores en formación, en oposición a los numerosos trabajos que tratan sobre variables cognitivas.

En Fernández (1995), citado en Philipou y cols. (1998), encontramos uno de los pocos programas diseñados para mejorar y estudiar las actitudes de profesores en formación respecto a las matemáticas. En él constatamos que sus experiencias formativas en matemáticas y por extensión en estadística, emergen como aspectos claves en el proceso docente ya que: "*lo que hacen los profesores en el aula refleja sus propios pensamientos y creencias*" (p. 191).

Llegó a la conclusión de que la mayoría de programas de formación docente no parecen tener en cuenta las creencias y actitudes de los participantes hacia las matemáticas. El estudio de los pensamientos, actitudes y creencias de los maestros aporta información a tener en cuenta por los formadores en el proceso de mejorar los programas de formación docente. Por lo tanto, cuestiones que tengan que ver con las actitudes de los maestros hacia las matemáticas, tales como por ejemplo 'Cómo evolucionan estas actitudes' y 'Cómo pueden alterarse', son de una importancia

primordial para los planificadores de programas de matemáticas para profesores en formación.

Philipou y cols. (1998), realizan un proyecto dirigido a cambiar las actitudes de en formación hacia las matemáticas. Para ello diseñaron e implementaron un programa preliminar de matemáticas durante un periodo de tres años. El programa constaba de dos cursos de contenidos de matemáticas basados en historia de las matemáticas, y un curso de metodología.

Por lo que al aspecto actitudinal se refiere, se utilizó un cuestionario multidimensional, la Escala de Dutton, complementado en la fase final mediante entrevistas, para seguir las actitudes de los sujetos durante el periodo de instrucción. El instrumento se administró en 1992 a todo un grupo de 162 estudiantes de magisterio de primer año de primaria de la Universidad de Chipre, justo antes del inicio del primer curso de contenidos. El mismo instrumento se re-administró en 1993, cuando finalizaron su primer año (N=137), y finalmente en 1995 a aquellas personas que habían completado los tres cursos (N=128).

Los resultados evidencian que los futuros maestros inician sus estudios de formación con actitudes negativas hacia las matemáticas; provenientes de anteriores experiencias educativas y que los programas preliminares de matemáticas aportan una oportunidad para influir en las actitudes positivamente pues al finalizar los cursos se observa una mejora significativa de las actitudes, particularmente en relación con la satisfacción y utilidad de las matemáticas (p. 203).

Citaremos también los estudios de Gómez Chacón (1997, 2000) porque, aunque no sean específicos, ponen de manifiesto la importancia del dominio afectivo en el aprendizaje de las matemáticas, siendo las actitudes, junto con las creencias y emociones, uno de sus descriptores básicos. Además es uno de los pocos trabajos en el que se describe un curso dirigido a la formación del profesorado, concretamente se planifican unos módulos de aprendizaje para la educación emocional en matemáticas. En uno de sus guiones de trabajo, al hablar de la configuración de actitudes y el papel de los factores afectivos, explica la formación de actitudes negativas a causa de factores personales y ambientales. Algunos de estos factores que inciden en la

configuración de actitudes son:

- *"Las finalidades de la enseñanza de matemáticas desde las diferentes perspectivas del papel de la matemática en el currículo escolar, los padres, alumnos, investigadores matemáticos, profesorado, empresarios..."*
- *Expectativas hacia la escuela y la escolarización.*
- *Percepciones generales y actitudes hacia las matemáticas que son transmitidas a los /las alumnos/as. Impacto de los valores sociales, culturales y políticos en le currículo de matemáticas". (p. 190).*

En general, dentro del marco de la formación del profesorado, el estudio de las influencias afectivas en el conocimiento de las matemáticas, conduce a su autora a una serie de implicaciones didácticas, en relación con su enseñanza y aprendizaje, tales como la necesidad de plantearse "metas afectivas locales" (p. 154) o la necesidad de continuar investigando los modos de observar y codificar las reacciones emocionales de los estudiantes y sus características, implicaciones que también pueden aplicarse a la estadística y se adaptan perfectamente a nuestro trabajo sobre actitudes.

Recientemente en la Universidad de La Laguna se están llevando a cabo diferentes estudios sobre concepciones y actitudes de los profesores en formación, pretendiendo que sus resultados se tomen como referencia para la formación de profesores. Camacho, Hernández y Socas (1995) estudian las concepciones y actitudes de los profesores en formación de matemáticas de secundaria hacia la matemática y su enseñanza a partir de un cuestionario de 44 ítems sobre la matemática como ciencia, los métodos matemáticos, el papel de la matemática en la sociedad y sobre la enseñanza y aprendizaje.

Hernández, Palarrea y Socas (2001) usan el anterior instrumento con profesores en formación de educación primaria, indicando que la mayoría piensan que la matemática es esencial para el ciudadano, pero muchos de ellos se sienten poco seguros al hacer matemáticas, no la consideran un instrumento para entender el entorno o les disgusta la materia.

#### **2.3.4. INVESTIGACIONES SOBRE ERRORES Y DIFICULTADES EN LOS CONCEPTOS ESTADÍSTICOS ELEMENTALES**

En nuestro trabajo, no nos centraremos exclusivamente en los aspectos de medición de actitudes, sino también en los aspectos formativos. Por consiguiente interesa también estudiar si los errores y dificultades de los conceptos estadísticos elementales, condicionan y/o están relacionados con las actitudes de los profesores en formación. Es por ello que en la segunda fase del estudio, además de evaluar las actitudes de los profesores en formación, también realizaremos una evaluación de sus conocimientos respecto a conceptos elementales de estadística que deben enseñar.

La enseñanza de la estadística se reduce habitualmente, como ya hemos comentado en secciones precedentes a la presentación de los algoritmos y fórmulas y su aplicación a casos estereotipados. Por ello es preciso contemplar la preparación específica y didáctica del profesorado y ello requiere sin duda también el conocimiento de las dificultades y errores que los alumnos encuentran en el aprendizaje de la estadística. Algunos autores, como Radatz (1980), consideran el análisis de errores como *“una estrategia de investigación prometedora para clarificar cuestiones fundamentales del aprendizaje matemático”* (p. 16).

Asimismo, Borassi (1987) presenta el análisis de errores en educación matemática *“como un recurso motivacional y como un punto de partida para la exploración matemática creativa, implicando valiosas actividades de planteamiento y resolución de problemas”* (p. 7).

Los trabajos sobre esta temática no se refieren específicamente a profesores en formación; algunos de ellos han sido llevados a cabo con estudiantes de universidad y otros con alumnos de primaria o secundaria. Pero es importante recopilarlos e introducirlos en la formación de profesores como elementos que les permita mejorar sus conocimientos, no sólo sobre la materia, sino también sobre las dificultades y errores más comunes en el aprendizaje de la estadística.

### **Gráficos y tablas estadísticas**

En primer lugar presentamos los trabajos que se refieren al uso de representaciones gráficas y tablas de frecuencias. Gal (2002) sugiere que la familiaridad con los gráficos y tablas y su interpretación es parte de la cultura estadística del ciudadano adulto, quien debe ser capaz de leerlos, y tener familiaridad con las convenciones seguidas en su construcción. También debe darse cuenta que diferentes tablas o gráficos pueden dar una imagen distinta de los mismos datos, y que intencionalmente se puede distorsionar una tendencia en los datos con un gráfico.

Batanero (2001) sugiere que los profesores suponen, a veces, que la elaboración de tablas y gráficos es muy sencilla y dedican poco tiempo a su enseñanza. Sin embargo, elaborar una tabla de frecuencias o un gráfico supone, ya, una primera reducción estadística, pues se pierden los valores originales de cada uno de los datos individuales pasándose a la distribución de frecuencias. Este concepto es ya complejo, al referirse al agregado (población o muestra) y no a los datos particulares, lo que es una característica esencial de muchos conceptos estadísticos (Konold, 1997).

Reading y Pegg (1996) hacen un análisis de las respuestas de un grupo de estudiantes a dos tareas de respuesta abierta. En una de las tareas los datos se presentan sin agrupar, mientras que en la otra se dan mediante un gráfico. Los autores encuentran que hay dos pautas de razonamiento distintas y que la comprensión de los datos es mejor cuando éstos se presentan sin agrupar, en lugar de hacerlo gráficamente. Es por ello razonable suponer que los estudiantes tiene dificultad con la idea de distribución y, por tanto, con la interpretación de distribuciones de datos representadas gráficamente.

#### *Comprensión de gráficos*

Los estudios sobre gráficos están aumentando recientemente. Entre ellos destacamos los estudios de Curcio (1987, 1989), sobre el efecto que tienen los conocimientos previos (del tema al que se refiere el gráfico; del contenido matemático del gráfico y del tipo de gráfico empleado) en la comprensión de las

relaciones matemáticas expresadas en el gráfico. Este autor describe tres niveles distintos de comprensión:

1. “Leer los datos”: este nivel requiere una lectura literal del gráfico; no se realiza interpretación de la información contenida en el mismo.
2. “Leer dentro de los datos”: incluye la interpretación e integración de los datos en el gráfico; requiere la habilidad para comparar cantidades y el uso de otros conceptos y destrezas matemáticas.
3. “Leer más allá de los datos”: requiere que el lector realice predicciones e inferencias a partir de los datos sobre informaciones que no se reflejan directamente en el gráfico.

En sus estudios con alumnos de 4º a 7º grado de Educación Primaria, encontró que variables como la edad y el curso escolar estaban relacionadas con la comprensión de los gráficos y que las principales dificultades en la comprensión aparecen en los dos niveles superiores (“leer dentro de los datos” y “leer más allá de los datos”).

Una investigación relacionada es la de Wainer (1992). Este autor clasifica el tipo de preguntas que se pueden plantear a partir de un gráfico, en tres niveles:

- *Nivel elemental*. Preguntas relacionadas únicamente con la extracción de datos directamente del gráfico.
- *Nivel intermedio*. Preguntas relacionadas con la evaluación de tendencias basándose en una parte de los datos.
- *Nivel superior*. Preguntas acerca de la estructura profunda de los datos presentados en su totalidad, usualmente comparando tendencias y viendo agrupaciones.

Gerber, R. y cols. (1995) distinguen siete categorías sobre la comprensión de gráficos, que se refieren a diferentes niveles de comprensión de los estudiantes para interpretarlas.

- *Categoría 1.* Los estudiantes no se centran en los datos, sino más bien en características idiosincrásicas de los mismos, que relacionan con su comprensión limitada de los datos representados en el gráfico. Tienen dificultades en interpretar el contenido de los gráficos, y son incapaces de la información contenida en ellos de forma coherente.
- *Categorías 2 y 3.* Se centran sólo en una parte de los datos representados. Los estudiantes describen porciones discretas de los datos, más que patrones y regularidades. No hacen una interpretación global. En la categoría 2 no aprecian el propósito del gráfico. En la categoría 3 aprecian el propósito del gráfico pero no comprenden aspectos específicos que son clave para entender la representación.
- *Categorías 4, 5 y 6.* Representan vistas estáticas de los gráficos, aunque aumenta la precisión de la información extraída de ellos. En la categoría 4 se reflejan patrones que generan los gráficos. Si un gráfico representa varias variables, los estudiantes son capaces de analizarlas una a una, pero no en su conjunto. Si tienen varios gráficos los analizan de uno en uno, pero no son capaces de utilizarlos todos simultáneamente para obtener más información. En la categoría 5 los gráficos representan relaciones entre varias variables y los estudiantes pueden hacer comparaciones centrándose en todas ellas y no en una sola. En la categoría 6 los estudiantes usan los gráficos para apoyar o refutar sus teorías y pueden usar distintos tipos de representaciones para apoyar las informaciones.
- *Categoría 7.* Por último, aquí los estudiantes son capaces de hacer extrapolaciones. Son capaces de ver tendencias a partir de los gráficos y hacer predicciones usando los datos presentados en ellos.

#### *Errores en la elaboración de gráficos*

Además de la comprensión, otra de las dificultades importantes vinculadas a la representación gráfica, es la elección incorrecta del tipo de gráfico. En este ámbito, los estudios de Li y Shen (1992) con estudiantes de secundaria, muestran ejemplos de dificultades y errores en los proyectos estadísticos realizados por sus alumnos.



Así, son algunos de los ejemplos mas representativos:

- La elección poco adecuada de las escalas de representación para el objetivo pretendido;
- Utilizar un polígono de frecuencias con variables cualitativas;
- Utilizar un diagrama de barras horizontal para representar la evolución del índice de producción industrial a lo largo de una serie de años.

Entre los errores de carácter técnico detectados, destacamos los siguientes:

- Omitir las escalas en alguno de los ejes horizontal o vertical, o en ambos;
- No especificar el origen de coordenadas;
- No proporcionar suficientes divisiones en las escalas de los ejes.

Li y Shen también indican que frecuentemente, las concepciones incorrectas de algunos estudiantes conducen al empleo inadecuado del “software” gráfico, y en muchas ocasiones a comparar cantidades heterogéneas en un mismo gráfico.

### **Comprensión de promedios**

Describimos a continuación, los trabajos de investigación que se han ocupado de estudiar dificultades y errores en relación a los diferentes promedios. Dentro de ellos, ocupa un lugar relevante los dedicados al concepto de media y en definitiva es del que más estudios se han realizado. Para diferentes autores, como Batanero y cols. (1994), Batanero, Navas y Godino (1997) aunque este concepto es aparentemente simple y su calculo parece sencillo, encierra dificultades importantes, tanto a nivel conceptual como algorítmico.

#### *Comprensión procedimental*

Así, entre las investigaciones referentes a aspectos computacionales de la media, destacan la de, Pollasek y cols. (1981), en su estudio realizado con estudiantes universitarios encontraron errores de cálculo en la media ponderada y en el cálculo de la media a partir de una tabla de frecuencias. Resultados similares son obtenidos por Li y Shen (1992) con estudiantes de secundaria.

Algunos de estos errores provienen de una aplicación rutinaria del algoritmo de cálculo de la media: así los trabajos de Cai (1995) describen como la mayoría de estudiantes de 12-13 años no utilizan de manera comprensiva el algoritmo cuando se les pide encontrar un valor desconocido en un conjunto pequeño de datos para obtener un valor medio dado.

Los estudios de Gattuso y Mary (1998) con estudiantes de secundaria, describen como evoluciona la comprensión del algoritmo de cálculo de la media ponderada, utilizando problemas con diferentes formas de representación y diferentes contextos.

Otros errores de cálculo en media, mediana y moda descritos por Carvalho (1998, 2001) al analizar las producciones escritas de los alumnos al resolver tareas estadísticas son los siguientes:

- . Moda: Tomar la mayor frecuencia absoluta;
- . Mediana: No ordenar los datos, para calcular la mediana; calcular el dato central de las frecuencias absolutas ordenadas de forma creciente; calcular la moda en vez de la mediana; equivocarse al calcular el valor central;
- . Media: Hallar la media de los valores de las frecuencias; no tener en cuenta la frecuencia absoluta de cada valor en el cálculo de la media.

En realidad, el cálculo de la mediana es complejo, porque el algoritmo de cálculo es diferente, según tengamos un número par o impar de datos, y según los datos se presenten en tablas de valores agrupados o sin agrupar (Cobo y Batanero, 2000) y también el valor obtenido es diferente, según se aplique uno u otro algoritmo. Esto puede resultar difícil para los alumnos que están acostumbrados a un único método de cálculo y una única solución para los problemas matemáticos.

### *Comprensión conceptual*

Como explicación posible de estos errores Mevarech (1983) observa que los estudiantes suelen creer que un conjunto de números, junto con la operación media aritmética constituye un grupo algebraico, satisfaciendo los cuatro axiomas de clausura, asociatividad, elemento neutro y elemento inverso. En su investigación,

llevada a cabo con 103 estudiantes de primer curso de universidad, encuentra un alto porcentaje de alumnos que atribuyen alguna de estas propiedades a la media aritmética.

Respecto a la comprensión de los aspectos conceptuales de la media, las investigaciones de Strauss y Bichler (1988), con alumnos de primaria, en la comprensión de las propiedades de la media, e indican una mejora de la comprensión con la edad. Estas conclusiones se ratifican e incluso se mejoran en los trabajos de León y Zawojewski (1991) también con alumnos de primaria.

Como investigaciones menos específicas que estudian los promedios en general citaremos los trabajos de Mokros y Russell (1995) también con alumnos de primaria, quienes estudian la idea de representante de los datos, en la línea ya iniciada por Campbell (1974) y Goodchild (1988). Observan que se tiende a situar la media en el centro del recorrido de la distribución, propiedad que sólo es cierta para distribuciones simétricas. Pero, cuando la distribución es muy asimétrica, la media se desplaza hacia uno de los extremos y la moda o la mediana serían un valor más representativo del conjunto de datos. Asimismo, recomiendan usar diferentes contextos y representaciones en la enseñanza de un concepto matemático.

Zawojewski y Roth (1991) realizaron una investigación sobre el efecto de la edad en la comprensión de siete propiedades identificadas por Strauss y Bichler (1988). Como resultado de esta investigación se abrieron nuevas líneas de trabajo, entre ellas: analizar el tipo de explicaciones escritas dadas por los alumnos como respuesta a los ítems presentados y realizar una clasificación de las mismas.

León y Zawojewski (1991) realizan entrevistas a niños entre 8 y 14 años y analizan el efecto de la edad sobre la comprensión de estas propiedades. Además de encontrar una importante influencia de la edad sobre la comprensión de la media, también observaron que la contextualización de las tareas facilita mucho su resolución. Sin embargo, propiedades tales como que la suma de desviaciones respecto a la media es cero, que la media es un valor representativo de los valores promediados o que hay que tener en cuenta los valores nulos en el cálculo de la media continuaron siendo demasiado abstractas para una proporción importante de alumnos de 14 años.

La comprensión de la idea de "valor típico" implica, según Russel y Mokros (1991), tres tipos diferentes de capacidades:

- . Dado un conjunto de datos, comprender la necesidad de emplear un valor central, y elegir el más adecuado.
- . Construir un conjunto de datos que tenga un promedio dado.
- . Comprender el efecto que, sobre los promedios (media, mediana o moda), tiene un cambio en todos los datos o parte de ellos.

Russell y Mokros estudiaron las concepciones que los alumnos de 4° a 8° de enseñanza primaria tienen sobre los valores de tendencia central, empleando para ello las tareas anteriores, de las cuales la más difícil fue la segunda. Goodchild (1988) proporcionó a los estudiantes cajas de cerillas en las que se había impreso la frase "contenido medio 35 cerillas" y pidió a sus alumnos construir una distribución hipotética del contenido de 100 cajas. Lo que más le sorprendió fue que las distribuciones construidas por los alumnos, no tenían forma acampanada como la distribución normal. Goodchild sugirió que ello se debe a la falta de comprensión de la media como medida de posición central de la distribución.

#### *Comprensión de representaciones*

Los términos matemáticos con que designamos los conceptos tienen un significado preciso, pero éste no siempre coincide con el asignado al término en el lenguaje coloquial. Russell y Mokros (1991) clasificaron en cuatro categorías los significados incorrectos atribuidos por los estudiantes a la palabra "media": valor más frecuente (en realidad esto sería una confusión con la palabra "moda"), "valor razonable" (significado coloquial del término), "punto medio" (confusión con la mediana) y "algoritmo" (es un significado restringido, donde la media se ve sólo como el algoritmo de cálculo). Cada uno de estos aspectos puede ser cierto en un caso dado, pero puede ser inapropiado en otro.

Watson y Moritz (2000), analizan el significado intuitivo dado por los niños al término "promedio" y hallan un gran número de niños para los cuales el promedio es

simplemente un valor en el centro de la distribución (es una idea próxima al concepto de mediana). Pocas veces se relaciona la palabra "promedio" con la moda y menos aún con la media aritmética. Las siguientes definiciones de "promedio" fueron obtenidas en entrevistas a niños realizadas por Watson y Moritz (2000): "*Significa igual*", "*que es normal*", "*no eres realmente bueno, pero tampoco malo*". Estas respuestas indican la necesidad de poner atención al significado que las palabras y valores numéricos tienen para los estudiantes con relación a contextos específicos. Eisenbach (1994) también sugiere que los estudiantes universitarios muestran la confusión terminológica entre las palabras "media", "mediana" y "moda".

En Batanero (2001) encontramos un análisis de los componentes del significado de las medidas de tendencia central donde se describen las dificultades en su comprensión, que, respecto a estos componentes se han puesto de manifiesto en las investigaciones en educación estadística y en Tormo (1995) se presenta una síntesis de distintos trabajos sobre los promedios.

### **Características de dispersión**

El estudio de una distribución de frecuencias no puede reducirse al de sus promedios, ya que pueden tener distintos grados de variabilidad. Para Campbell (1974) un error frecuente es ignorar la dispersión de los datos cuando se efectúan comparaciones entre dos o más muestras o poblaciones.

La desviación típica mide la intensidad con que los datos se desvían respecto de la media. Loosen y cols. (1985) hicieron notar que muchos libros de texto ponen mayor énfasis en la heterogeneidad entre las observaciones que en su desviación respecto de la posición central. Loosen y cols. interpretaron las respuestas a una tarea dada a estudiantes universitarios como prueba de que el concepto intuitivo de variabilidad se equipara al de "no semejanza", es decir, cuánto varían unos valores respecto a otros, más que cuánto varían los valores respecto a un punto fijo.

Mevarech (1983) encontró en alumnos universitarios las mismas dificultades en el cálculo de la varianza que en el cálculo de la media. En particular, los estudiantes suponen que el conjunto de datos junto con la operación de cálculo de la varianza tiene una estructura de grupo.

### **Estadísticos de orden**

El estudio de los estadísticos de orden presenta dificultades, tanto a nivel procedimental como a nivel conceptual. En primer lugar, el cálculo de la mediana, percentiles y rango de percentiles se enseña empleando un algoritmo diferente para el caso de variables estadísticas agrupadas en intervalos o no agrupadas. Como sabemos, la opción de agrupar o no en intervalos se toma a juicio del que analiza los datos. Como indica Schuyten (1991), incluso los alumnos universitarios encuentran difícil aceptar que se pueda emplear dos algoritmos diferentes de cálculo para el mismo promedio y que puedan obtenerse valores distintos para el mismo parámetro, al variar la amplitud de los intervalos de clase.

Schuyten (1991) ha señalado también la diferencia entre el conocimiento conceptual de la mediana y el método de cálculo que se emplea para obtener su valor. Desde la definición de la mediana como "valor de la variable estadística que divide en dos efectivos iguales a los individuos de la población supuestos ordenados por el valor creciente del carácter", hasta su cálculo basado en la gráfica de frecuencias acumuladas intervienen una serie de pasos no siempre suficientemente comprendidos.

Barr (1980) llama la atención sobre la falta de comprensión de los estudiantes sobre la mediana en un estudio llevado a cabo con estudiantes de edades entre 17 y 21 años. La mayoría de los alumnos entiende la idea de mediana como valor central, pero no tienen claro a qué secuencia numérica se refiere ese valor central. Los estudiantes pueden *interpretar* la mediana como el valor central de los valores de la variable, de las frecuencias o incluso de la serie de datos antes de ser ordenada.

Zawojewski (1986) indica que los estudiantes tienen dificultad en considerar la mediana como representante del conjunto de datos y en crear conjuntos de datos que tengan como mediana una fijada de antemano. En esta tarea casi todos los estudiantes usaron inicialmente la mediana como uno de los datos, lo que indica que para ellos no hay mucha diferencia entre las medidas de tendencia central y los mismos datos.

### **2.3.5. INVESTIGACIONES SOBRE ERRORES Y DIFICULTADES DE LOS PROFESORES EN ESTADÍSTICA**

Son escasos los trabajos sobre los errores y concepciones de los profesores y profesores en formación respecto a la estadística, aunque en la actualidad encontramos algunos trabajos en el campo de la probabilidad como los de Azcarate (1995), Cardeñoso (1998), así como las publicaciones posteriores de estos autores en que presentan resultados de estas tesis doctorales. También Serrano (1996) describe el uso de heurísticas y sesgos en problemas probabilísticos en una muestra de 10 profesores en formación.

No nos centraremos en el análisis de los resultados de estos trabajos, que, en general son bastante semejantes a los obtenidos con estudiantes de primaria o secundaria, indicando la necesidad de una mejor formación de los profesores en el terreno de la probabilidad.

Respecto al campo de la estadística, encontramos un primer antecedente en los trabajos de Estepa y Batanero (1994), sobre la asociación estadística. Estos autores, a lo largo de varios años llevaron a cabo estudios de evaluación de concepciones previas sobre este concepto y organizaron y evaluaron experimentos de enseñanza basados en el uso de ordenadores destinados a cambiar las concepciones erróneas. Aunque el tema del trabajo era la asociación, en las tareas propuestas aparecen con frecuencia gráficos y promedios. A continuación analizamos los principales resultados respecto a estos conceptos.

Estepa (1990) realiza un experimento de enseñanza de análisis exploratorio de datos, con un grupo de profesores en formación, usando ordenadores. El tiempo total de enseñanza fue 7 semanas y la muestra estuvo constituida por alumnos de magisterio, especialidad ciencias en el segundo año de estudio, dentro de una asignatura optativa. En el estudio final de evaluación observa las dificultades de los alumnos al interpretar la gráfica de frecuencias acumuladas de variables discretas, debido a que presenta discontinuidades de salto y su inversa no es una aplicación: en

esta correspondencia un punto puede tener más de una imagen, o varios puntos pueden tener la misma imagen. Otro de los temas que resultó más conflictivo fue el de la asociación y la investigación citada puso de manifiesto, sin embargo, la existencia de errores conceptuales que permanecieron al finalizar la instrucción (Godino, Batanero y Estepa, 1990).

Una parte importante de la tesis doctoral de Estepa (1993), se centra en el estudio concreto de este concepto, y su comprensión en una muestra de 21 profesores en formación antes y después de una experiencia de enseñanza basada en ordenadores. Como instrumentos de recogida de datos, utiliza los siguientes;

- Cuestionario empleado en el estudio de concepciones de la primera muestra del trabajo, como pretest y otro cuestionario paralelo que se construye con este propósito empleado como post-test.
- Prueba de ensayo sobre resolución de problemas de asociación estadística, para ser cumplimentado con ayuda del ordenador en el post-test.
- Registro de la interacción individual de cada uno de los alumnos, grabada con el ordenador durante las prácticas realizadas en el proceso de enseñanza y en la evaluación final de la misma.
- Ficha de observación para estudiar el trabajo de una pareja de alumnos durante cada una de las clases prácticas, grabación en cassette de sus conversaciones durante la sesión práctica y entrevista a esta misma pareja de alumnos sobre el proceso de resolución de los problemas en el pretest y postest y prueba final con ordenador.

Del análisis de los diversos tests aplicados, las entrevistas, grabaciones en audio transcritas y las observaciones, estudia las concepciones correctas e incorrectas iniciales, su cambio con la experiencia de enseñanza y las estrategias en la resolución de los problemas propuestos. Por ejemplo, una dificultad es la comprensión de la importancia de las frecuencias relativas en el estudio de la asociación, y, asimismo, se presentan muchos errores en la lectura de las tablas de contingencia. En Estepa y Batanero (1994) se describen casos de profesores en formación que basan la comparación de dos conjuntos de datos en valores aislados, por ejemplo, en la



comparación de los máximos o los mínimos, o bien en la comparación de totales, o la inspección visual de la distribución global.

Un trabajo posterior es el de Batanero, Godino y Navas (1997), quienes presentan los resultados de un estudio de evaluación de las concepciones de los profesores de primaria en formación sobre los promedios, que son conceptos claves dentro del razonamiento estadístico, con el fin de poder orientar adecuadamente la enseñanza de este contenido. El análisis de las respuestas a un cuestionario escrito aplicado a una muestra de 132 estudiantes de magisterio permite mostrar que, a pesar de la simplicidad algorítmica del concepto de media, su comprensión por estos estudiantes presenta dificultades similares a las encontradas en alumnos de niveles inferiores.

Los profesores de primaria en formación, encuentran dificultades en el tratamiento de los ceros y valores atípicos en el cálculo de promedios, posiciones relativas de media, mediana y moda en distribuciones asimétricas, elección de la medida de tendencia central más adecuada en una determinada situación y el uso de los promedios en la comparación de distribuciones. La conclusión a la que llegan estos autores es que la aproximación al estudio de los estadísticos de posición central basada en la definición algorítmica y el cálculo en colecciones de datos descontextualizados, no permite que los alumnos lleguen a una comprensión integral del concepto de promedio.

Otro trabajo con profesores en formación es el de Biehler (1997), quien analiza su conocimiento y la competencia al realizar tareas de análisis de datos trabajando con el ordenador. Todas las entrevistas a cuatro parejas fueron filmadas y luego transcritas y del análisis saca las siguientes conclusiones:

- Se deberían clarificar las diferencias y los puntos comunes entre un problema real, un problema estadístico y un problema escolar, debido a que los profesores en formación, generalmente los confunden, llegando a soluciones inadecuadas;
- Se debería capacitar a los profesores en formación para conocer los métodos o convenios estadísticos que utiliza el software, las características de los

distintos gráficos y resúmenes estadísticos y su aplicabilidad al problema planteado y a la vez puedan optar críticamente entre ellos.

- Habría que concienciar a los profesores en formación de que un problema de análisis de datos puede tener una multiplicidad de resultados.
- Se debería enseñar las convenciones que lleva implícitas un gráfico, por ejemplo, las convenciones gráficas implícitas en la definición del diagrama de la caja son muy diferentes de las convenciones de otros gráficos estadísticos.
- Habría que enfatizar en el estudio de las propiedades de una distribución como concepto estadístico.
- Se debería profundizar sobre las diferencias de dispersión cuando se comparan dos distribuciones. Generalmente los estudiantes observan directamente la diferencia entre medias o medianas pero no prestan atención a las diferencias de dispersión.
- Se debería destacar la importancia del tamaño muestral cuando se realiza un análisis estadístico

En resumen, aunque hemos encontrado trabajos aislados sobre la comprensión estadística de los profesores en formación, son todavía muy escasos, y nunca han sido relacionados con sus actitudes hacia la materia, lo que justifica la originalidad de nuestro trabajo.

#### **2.4. CONCLUSIONES DEL ANALISIS DE LAS INVESTIGACIONES PREVIAS**

En este capítulo hemos presentados los fundamentos de nuestro estudio y revisado las investigaciones previas que nos servirán para apoyar nuestro trabajo.

Hemos analizado las diferentes definiciones del término actitud, diferenciándolo de las creencias y emociones y eligiendo de entre todas las concepciones descritas, la que consideramos más acorde a los fines de nuestro trabajo, es decir:

*Una suma de respuestas afectivas relativamente estables que se experimentan durante el período de aprendizaje de la materia objeto de estudio y pueden*

*predisponer a la acción.*

Así mismo, hemos analizado los componentes que diversos autores definen sobre las actitudes, justificando las componentes que consideraremos en las dos fases de que se compone nuestro estudio.

Así mismo, hemos analizado los estudios previos sobre actitudes hacia la estadística, y sobre conocimientos estadísticos de los profesores, infiriendo que son escasas las investigaciones en relación con los dos temas. Las relacionadas con las actitudes se centran preferentemente en construir instrumentos de medición de actitudes y analizar las características psicométricas de estos instrumentos. En otros casos, se trata de relacionar la actitud de los estudiantes con su rendimiento en la materia o en el estudio de la influencia de diversas variables personales y escolares sobre las actitudes. En algún caso (Wilesnky) hemos encontrado alguna experiencia de enseñanza orientada a la mejora de un componente específico de las actitudes, en concreto la ansiedad.

Por otro lado, no hemos encontrado estudios de actitudes hacia la estadística en profesores en ejercicio o en formación, a pesar de la importancia que estas actitudes del profesor pueden tener para la formación de las actitudes de sus alumnos. La escasez de trabajos que examinan las relaciones entre características de los profesores en formación y actitudes hacia la matemática, indica la necesidad de potenciar más estudios para mejorar la comprensión de los cambios sobre las actitudes de los futuros maestros, sin olvidar las características individuales y su vinculación respecto a los programas preparatorios. Al centrarnos en el estudio de los profesores en formación y ejercicio pensamos que proporcionamos una información novedosa en el estudio de las actitudes hacia la estadística.

Son también muy escasos los trabajos sobre errores y dificultades de los profesores con la estadística, posiblemente porque esta materia lleva poco tiempo presente en los currículos escolares y porque no se ha cuestionado realmente la formación estadística de los profesores. En este sentido, el estudio de evaluación de conocimientos sobre conceptos estadísticos elementales que llevaremos a cabo en la segunda parte del estudio experimental proporciona una información valiosa para

iniciar una reforma de la educación estadística en los niveles superiores que nos permita mejorar la formación específica y didáctica de los profesores en formación.

Otro punto original en nuestro trabajo es la puesta en relación de las actitudes de los profesores en formación con sus conocimientos hacia la materia. Todo ello servirá de base para fomentar la investigación sobre las actitudes de los profesores hacia la estadística, en la que no tenemos antecedentes y es, a nuestro entender, imprescindible para poder aportar información que fundamente la acción didáctica en la formación del profesorado.