



---

# **Universidad de Valladolid**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN Y TRABAJO SOCIAL**

**DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE  
LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES,  
SOCIALES Y DE LA MATEMÁTICA**

**TESIS DOCTORAL:**

## **El Perfil Emocional y Competencial Matemático del alumnado de Grados en Estadística**

Presentada por M<sup>a</sup> del Pilar Rodríguez del Tío  
para optar al grado de doctora por la  
Universidad de Valladolid

Dirigida por los doctores:

Dr. Andrés Palacios Picos  
Dr. Tomás Ortega del Rincón

- Año 2015 -



Memoria de Tesis Doctoral presentada para optar al grado de Doctor por la Universidad de Valladolid por la licenciada en la Universidad de Valladolid, D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> del PILAR RODRÍGUEZ DEL TÍO, en el Programa de Doctorado: *Investigación en Didáctica de las Ciencias Sociales, Experimentales, y Matemáticas* (R.D. 1393/2007).

DIRECTORES DE LA TESIS:

Dr. ANDRÉS PALACIOS PICOS, CAEU de Psicología de la Universidad de Valladolid

Dr. TOMÁS ORTEGA DEL RINCÓN, CAUN de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Valladolid



Los Dres. ANDRÉS PALACIOS PICOS, CAEU de Psicología, y TOMÁS ORTEGA DEL RINCÓN, CAUN de Didáctica de la Matemática, ambos de la Universidad de Valladolid,

CERTIFICAN:

Que la presente memoria, *El Perfil Emocional y Competencial Matemático del alumnado de Grados en Estadística*, ha sido realizada por Doña M<sup>a</sup> del Pilar Rodríguez del Tío bajo su dirección en la Universidad de Valladolid.

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente y a los efectos que haya lugar, firmamos la presente en Valladolid, a 2 de Septiembre de 2015.

Fdo.: Dr. Andrés Palacios Picos

Fdo.: Dr. Tomás Ortega del Rincón



*A Benicio y Luisa*

*A Ángel, Elena y Laura*



# Agradecimientos

Agradezco, en primer lugar, a mis directores su paciencia conmigo, aceptando dirigirme este trabajo a pesar de sus muchas tareas asumidas en gestión, investigación y docencia. En particular, agradezco al Dr. Tomás Ortega del Rincón por confiar en mí para hacer una tesis en Didáctica de la Matemática. También le agradezco sus sabios consejos y orientación para que este trabajo pudiera concluirse, además de su cercanía y calidad humana. Al Dr. Andrés Palacios Picos le agradezco sus acertados consejos y comentarios, su cercanía y buen humor.

No puedo olvidarme de agradecer al que fuera mi primer director de tesis, Dr. Santiago Hidalgo Alonso (q.d.e.p.), también por aceptar el compromiso de la dirección, por transmitirme su experiencia, conocimiento y cercanía, además de su confianza, dedicación y estímulo en los comienzos de este trabajo de investigación.

Agradezco a todos los coordinadores y responsables de los Grados en Estadística españoles y a todos los profesores que prestaron su colaboración para que pudiera llevarse a cabo el trabajo de campo necesario para comenzar esta investigación, tanto por el buen recibimiento de aquellos a los que visité como por el buen hacer de los que se encargaron de pasar el cuestionario y enviármelo. Por supuesto también estoy muy agradecida a todos los estudiantes que rellenaron el cuestionario.

Agradezco el apoyo, compañía en mis largas tardes en el Departamento, y ánimo constante de M<sup>a</sup> Cruz Valsero y Teresa González, además de otros profesores del Departamento de Estadística e I.O. que me han dado ánimos. En particular agradezco, de nuevo a M<sup>a</sup> Cruz Valsero, a Roberto San Martín, a Ángel Agúndez y a Alfonso Gordaliza su apoyo en la toma de datos.

Mi agradecimiento también a los miembros del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática de la UVa por los cafés preparados y su buena acogida.

Para terminar, gracias a mi familia por sus ánimos y por aguantar mi carácter en estos años de trabajo duro, en especial al que más me aguanta.



# Resumen

Esta investigación tiene como propósito estudiar el perfil matemático de los estudiantes españoles de grados en estadística, tanto en su faceta afectivo-emocional como a nivel de destrezas básicas, centrándonos en los estudiantes que comienzan el grado y en el cambio que se produce después del abandono inherente al primer curso de un grado universitario, y distinguiendo distintos perfiles de estudiantes. Se tienen en cuenta, entre otros factores, si las asignaturas de matemáticas cursadas en Bachillerato han sido *Matemáticas I y II* ó *Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales I y II*, y el perfil formativo del grado en estadística cursado por el estudiante, distinguiendo tres perfiles, en los doce grados, según sus planes de estudio: general, empresa y matemático.

Los datos se han tomado a partir de un cuestionario compuesto por seis pruebas liberadas de PISA 2003, para medir las habilidades matemáticas del estudiante, y cincuenta ítems divididos en tres partes diferenciadas, que constituyen las tres escalas tipo Likert de cinco puntos, los cuales evalúan la ansiedad y la actitud del estudiante hacia las matemáticas, y su autoconcepto matemático.

La muestra del estudio está formada por 545 universitarios, de ambos sexos, 295 asistían a clase de primer curso de alguno de los doce grados en estadística que pueden cursarse actualmente en España y 114 asistían a clase de segundo curso de uno de estos grados o bien de la Diplomatura en Estadística, los 136 restantes eran estudiantes de titulaciones de matemáticas que en su mayoría asistían a clase con los estudiantes de grados en estadística y forman una muestra de referencia para establecer comparaciones.

Los resultados de los cuestionarios se han analizado mediante el paquete estadístico SPSS. En el análisis de los datos, además del estudio descriptivo, se han efectuado los correspondientes ANOVAS, después de transformar convenientemente las variables para su normalización. En algún caso, cuando el reducido tamaño muestral y la falta de normalidad lo aconsejaban, se han utilizado contrastes no paramétricos. Con ello hemos pretendido establecer diferencias entre los distintos grupos que componen la población y relacionar las variables de interés. También se ha realizado un análisis cluster para buscar perfiles de estudiantes.

Estos resultados revelan que en los estudiantes de grados en estadística se manifiesta una carencia en el gusto medio por las matemáticas y se detecta en media un autoconcepto matemático bajo, especialmente en lo que respecta a la percepción de ineficacia elevada. En cuanto a destrezas matemáticas también se muestran algunas carencias en determinados grupos de estudiantes. Estas carencias tanto afectivas como de destrezas disminuyen en los estudiantes de segundo curso.



## Abstract

This research aims to study the mathematical profile of Spanish undergraduate students in Statistics, both the emotional-affective aspect and the level of basic skills, focusing on first year students and the change that occurs after abandonment inherent to starting a university degree, and distinguishing different student profiles. There are taken into account, among other factors, whether the subjects of mathematics that have been studied in high school were Mathematics I and II or Mathematics applied to Social Sciences I and II, and the educational profile of the degree in Statistics followed by the student, distinguishing three profiles, in the twelve degrees, as its curriculum: general, business and math.

The data are taken from a questionnaire composed of six PISA 2003 released mathematics items, which measure mathematical skills of the student, and fifty items divided into three parts, which are the three five-point Likert scales, that measured math anxiety, attitude toward mathematics, and mathematical self-concept.

The study sample consists of 545 university students of both sexes, 295 attended class the first year of any of the twelve degrees in Statistics that can now be studied in Spain and 114 attended classes in the second year of one of these degrees or the Diploma in Statistics, the remaining 136 were students of math degrees mostly attending classes with students of degrees in statistics and form a reference sample used for comparison.

The results of the questionnaires were analyzed using the statistical package SPSS. In the data analysis, besides the descriptive study, the corresponding ANOVA have been made, following appropriate transformation of the variables for assessment normality. In some cases, where the small sample size and lack of normality advised so, nonparametric tests were used. This way we have tried to establish a difference between groups of the population and to relate the variables of interest. A cluster analysis has also been conducted in order to search student profiles.

These results reveal that on average Spanish students of degrees in Statistics show a lack of enjoyment of mathematics and low mathematical self-concept, especially regarding the high perception of inefficacy. As for math skills some shortcomings are also shown in certain groups of students. These both affective and skills shortcomings decrease in second year students.



# Índice General

<b>INTRODUCCIÓN GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
<b>ESTRUCTURA DE LA MEMORIA .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 1:</b>	
<b>EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE LA ESTADÍSTICA EN UN CONTEXTO INTERNACIONAL EN LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XX .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2. LOS ESTUDIOS UNIVERSITARIOS DE ESTADÍSTICA EN ESPAÑA EN ETAPAS ANTERIORES AL EEES .....</b>	<b>11</b>
1.2.1. La etapa inicial: 1850-1950 .....	12
1.2.2. La Escuela de Estadística y las Diplomaturas en Estadística .....	14
1.2.3. La enseñanza de la Estadística dentro de la Licenciatura en Matemáticas ..	20
1.2.4. La Licenciatura en Ciencias y Técnicas Estadísticas .....	24
<b>1.3. LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA EN LA ETAPA NO UNIVERSITARIA .....</b>	<b>25</b>
<b>1.4. REFLEXIONES SOBRE EL PAPEL HISTÓRICO DE LAS MATEMÁTICAS EN LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA .....</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO 2:</b>	
<b>LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA EN LA ACTUALIDAD .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1. LOS ESTUDIOS UNIVERSITARIOS DE ESTADÍSTICA EN EL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR (EEES) .....</b>	<b>34</b>
2.1.1. Situación de los estudios de Estadística en España. Grados en Estadística.	34
2.1.2. Situación internacional de los estudios de Estadística. Los casos de Reino Unido y Francia.....	46
<b>2.2. LA ETAPA NO UNIVERSITARIA (LOE Y LOMCE) .....</b>	<b>54</b>
<b>2.3. LAS MATEMÁTICAS Y LA ESTADÍSTICA. ENCUENTROS Y DESENCUENTROS.....</b>	<b>61</b>
<b>CAPÍTULO 3:</b>	
<b>INTEGRACIÓN DE MARCOS TEÓRICOS DE REFERENCIA.....</b>	<b>65</b>
<b>3.1. DOMINIO AFECTIVO-EMOCIONAL MATEMÁTICO .....</b>	<b>67</b>
3.1.1. Los afectos matemáticos y el rendimiento académico. ....	70
3.1.2. El perfil emocional matemático en estudiantes universitarios. ....	77
<b>3.2. DOMINIO AFECTIVO-EMOCIONAL ESTADÍSTICO.....</b>	<b>87</b>
3.2.1. Didáctica de la Estadística.....	87
3.2.2. Enseñanza de la Estadística Universitaria. ....	90
3.2.3. Algunas publicaciones sobre el dominio afectivo-emocional estadístico. ...	94
<b>3.3. PREOCUPACIÓN POR EL PERFIL MATEMÁTICO DEL ESTUDIANTE EN LOS CURSOS DE ESTADÍSTICA EN LA UNIVERSIDAD .....</b>	<b>100</b>
<b>3.4. COMPETENCIAS MATEMÁTICAS. EVALUACIÓN PISA/OCDE .....</b>	<b>104</b>

## **CAPÍTULO 4:**

<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>111</b>
4.1. OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	111
4.2. DISEÑO .....	113
4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	114
4.3.1. Población objeto de estudio.....	114
4.3.2. Participantes.....	118
4.4. INSTRUMENTOS DE MEDIDA .....	124
4.4.1. Medida del conocimiento matemático del estudiante.....	124
4.4.2. Escalas relacionadas con el dominio afectivo matemático.....	128
4.5. PROCEDIMIENTO DE RECOGIDA DE DATOS .....	135
4.6. VARIABLES Y CODIFICACIONES .....	136
4.7. ANÁLISIS DE DATOS.....	142

## **CAPÍTULO 5:**

<b>ANÁLISIS DE DATOS .....</b>	<b>143</b>
5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MUESTRA .....	144
5.1.1. Características de la muestra de primer curso.....	145
5.1.2. Características de la muestra de segundo curso.....	148
5.1.3. Comparación por curso de las características.....	149
5.1.4. Razones por las que se han matriculado en su carrera los estudiantes de la muestra .....	150
5.2. ANÁLISIS DEL DOMINIO AFECTIVO Y DE LAS COMPETENCIAS EMOCIONALES .....	157
5.2.1. Análisis de ítems.....	157
5.2.2. Transformaciones de las escalas de medida.....	161
5.2.3. La ansiedad hacia las matemáticas en los estudiantes de grados en estadística.....	169
5.2.4. El autoconcepto matemático en los estudiantes de grados en estadística... ..	170
5.2.5. La actitud hacia las matemáticas en los estudiantes de grados en estadística.....	171
5.2.6. Los afectos matemáticos y los diferentes perfiles formativos.....	173
5.2.7. Estudio de creencias a través de asociaciones verbales con la palabra “Matemáticas”.....	189
5.3. ANÁLISIS DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO.....	196
5.3.1. Análisis de los resultados de las preguntas CM en la muestra completa y comparación con PISA .....	196
5.3.2. Distribución y transformación de la variable conocimiento matemático... ..	197
5.3.3. Análisis del conocimiento matemático de los estudiantes de grados en estadística.....	200
5.3.4. Análisis del tiempo empleado en la prueba de conocimiento.....	206
5.4. CORRELACIONES ENTRE CONOCIMIENTO MATEMÁTICO Y LAS VARIABLES RELACIONADAS CON EL DOMINIO AFECTIVO .....	209
5.5. ANÁLISIS DEL PERFIL MATEMÁTICO DE LOS ESTUDIANTES DE GRADOS EN ESTADÍSTICA POR AMB, CURSO, PERFIL DEL GRADO Y GÉNERO .....	212
5.5.1. Análisis del perfil matemático por curso, distinguiendo estudiantes de nuevo ingreso y LP.....	213
5.5.2. Análisis del perfil matemático por AMB.....	217
5.5.3. Análisis del perfil matemático por curso y AMB.....	218

5.5.4. Análisis del perfil matemático por curso y perfil del grado.....	220
5.5.5. Análisis de diferencias por género en el perfil matemático del estudiante de grados en estadística.....	223
<b>5.6. PERFILES MATEMÁTICOS DE ESTUDIANTES DE GRADOS EN ESTADÍSTICA OBTENIDOS POR ANÁLISIS CLUSTER O DE CONGLOMERADOS.....</b>	<b>229</b>
 <b>CAPÍTULO 6:</b>	
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>235</b>
<b>6.1. CONCLUSIONES RELATIVAS A CADA HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>235</b>
6.1.1. Conclusiones relacionadas con H1.....	235
6.1.2. Conclusiones relacionadas con H2.....	239
6.1.3. Conclusiones relacionadas con H3.....	240
6.1.4. Conclusiones relacionadas con H4.....	243
6.1.5. Conclusiones relacionadas con H5.....	245
6.1.6. Conclusiones relacionadas con H6 y H7.....	248
6.1.7. Conclusiones relacionadas con H8.....	249
<b>6.2. APORTACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>251</b>
<b>6.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>252</b>
<b>6.4. POSIBLES LÍNEAS DE CONTINUACIÓN.....</b>	<b>253</b>
 <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>255</b>
 <b>ENLACES DE INTERÉS.....</b>	<b>281</b>
 <b>ANEXO I: Las asignaturas de matemáticas en los GEST.....</b>	<b>283</b>
 <b>ANEXO II:.....</b>	<b>289</b>
<b>LAS ASIGNATURAS DE MATEMÁTICAS EN ALGUNOS GRADOS DE REINO UNIDO.....</b>	<b>289</b>
<b>DEPARTAMENTOS STID EN FRANCIA.....</b>	<b>290</b>
 <b>ANEXO III:.....</b>	<b>293</b>
<b>PREGUNTAS CM.....</b>	<b>293</b>
<b>CRITERIOS DE CALIFICACIÓN UTILIZADOS PARA LAS PREGUNTAS CM.....</b>	<b>297</b>
 <b>ANEXO IV: Transformaciones empleadas para normalizar las escalas.....</b>	<b>301</b>



# Índice de Figuras

Figura 2.1: Diagramas de barras múltiples con la distribución de los ECTS de FB y Obligatoria, de tipo A, B ó C, para los doce GEST.....	44
Figura 2.2: Formación Superior en Estadística en Francia.....	53
Figura 4.1: Esquema de variables principales utilizadas en el análisis de datos.....	140
Figura 4.2: Esquema de construcción de las variables afectivo-emocionales y la variable cognitiva.....	141
Figura 4.3: Esquema de construcción de los factores CursoNILP y Perfil de los estudios actuales.....	142
Figura 5.1: Histogramas de la puntuación media en la escala de ansiedad y su transformada para normalizar la distribución.....	163
Figura 5.2: Diagrama de caja de ansiedad matemática en la muestra completa.....	163
Figura 5.3: Histograma de la puntuación media en la escala de autoconcepto y curva normal.....	164
Figura 5.4: Histogramas de la puntuación media en las subescalas de Habilidad e Ineficacia y sus transformada para normalizar la distribución.....	165
Figura 5.5: Diagramas de caja de autoconcepto matemático y sus subescalas en la muestra completa.....	166
Figura 5.6: Histogramas de la puntuación media en la escala de actitud y su transformada para normalizar la distribución.....	166
Figura 5.7: Histogramas de la puntuación media en las subescalas de Gusto, Rechazo y Utilidad y sus transformada para normalizar la distribución.....	167
Figura 5.8: Diagramas de caja de actitud hacia las matemáticas y sus subescalas en la muestra completa.....	168
Figura 5.9: Diagramas de caja de ansiedad en las muestras GEST/Diplo. y referencia.....	170
Figura 5.10: Diagramas de caja de autoconcepto en las muestras GEST/Diplo. y referencia.....	171
Figura 5.11: Diagramas de caja de actitud en las muestras GEST/Diplo. y referencia.....	172
Figura 5.12: Diagramas de caja de ansiedad, autoconcepto y actitud por perfil.....	175
Figura 5.13: Diagramas de caja de habilidad e ineficacia por perfil.....	177
Figura 5.14: Diagramas de caja de gusto, rechazo y utilidad por perfil.....	180
Figura 5.15: Diagramas de barras múltiples con los porcentajes de A12 por perfil.....	182
Figura 5.16: Diagramas de barras múltiples con los porcentajes de B1 por perfil.....	183
Figura 5.17: Diagramas de barras múltiples con los porcentajes de B12 por perfil.....	184
Figura 5.18: Diagramas de barras múltiples con los porcentajes de C20 por perfil.....	185
Figura 5.19: Diagramas de barras múltiples con los porcentajes de C3 por perfil.....	187
Figura 5.20: Diagramas de barras múltiples con los porcentajes de C15 por perfil.....	188
Figura 5.21: Histogramas de la variable conocimiento matemático y su transformada para normalizar la distribución.....	198
Figura 5.22: Diagrama de caja de conocimiento matemático en la muestra completa.....	199
Figura 5.23: Diagramas de caja conocimiento matemático en las muestras GEST/Diplo. y referencia.....	199
Figura 5.24: Diagramas de caja de conocimiento matemático por perfil.....	201
Figura 5.25: Diagramas de barras múltiples con los porcentajes de éxito para cada puntuación de las preguntas CM: 2, 3 y 6 por perfil.....	204

Figura 5.26: Diagramas de cajas del tiempo empleado en contestar a las preguntas CM por suma de puntuaciones.....	207
Figura 5.27: Diagramas de caja del tiempo empleado en la prueba CM por conocimiento y perfil.....	209
Figura 5.28: Diagramas de caja de conocimiento matemático por CNILP en GEST/Diplo. ....	215
Figura 5.29: Gráficos de línea para las medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por CNILP en GEST/Diplo. ....	216
Figura 5.30: Gráficos de línea para las medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por CursoNILP y AMB en GEST/Diplo. ....	218
Figura 5.31: Gráficos de línea para las medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por CursoNILP y perfil de los estudios GEST/Diplo. ....	222
Figura 5.32: Diagramas de caja de habilidad mat. percibida y conocimiento mat. por género.....	224
Figura 5.33: Gráficos de línea para las medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por género y CursoNILP en la muestra GEST/Diplo. ....	227
Figura 5.34: Gráficos de línea para las medias de rechazo de las matemáticas y utilidad percibida por género y CursoNILP en la muestra GEST/Diplo. ....	229
Figura 5.35: Matriz de gráficos de dispersión para las variables conocimiento, ansiedad, autoconcepto y actitud, marcando los cuatro perfiles matemáticos de estudiantes de la muestra GEST/Diplo. ....	230
Figura 5.36: Diagramas de caja de ansiedad, autoconcepto y actitud para cada perfil matemático.....	233

# Índice de Tablas

Tabla 1.1: Plan de Estudios del Grado Superior de la Escuela de Estadística de la Universidad de Madrid 1963 .....	16
Tabla 1.2: Plan de Estudios de la Escuela Universitaria de Estadística de la Universidad Complutense de Madrid 1977 .....	17
Tabla 1.3: Materias troncales de obligatoria inclusión en todos los planes de estudios conducentes a la obtención del título oficial de Diplomado en Estadística 1990 .....	19
Tabla 1.4: Número de créditos troncales y obligatorios de matemáticas (álgebra, análisis y cálculo numérico) de los distintos planes de estudios de Diplomado en Estadística .....	20
Tabla 2.1: Centros en los que se imparte cada GEST y Rama de Conocimiento a la que está adscrito .....	39
Tabla 2.2: Distribución del plan de estudios en créditos ECTS para los GEST adscritos a la rama CSJ .....	39
Tabla 2.3: Distribución del plan de estudios en créditos ECTS para los GEST adscritos a la rama CC .....	40
Tabla 2.4: Distribución de ECTS de Formación Básica para los GEST de la rama CSJ .....	41
Tabla 2.5: Distribución de ECTS de Formación Básica para los GEST de la rama CC .....	41
Tabla 2.6: Redistribución de ECTS FB de Estadística y Matemática para los GEST de la rama CC .....	42
Tabla 2.7: Detalle de la distribución de ECTS, por bloques de asignaturas, en los doce GEST .....	43
Tabla 2.8: ECTS de Formación Básica y Obligatoria de tipo A, B o C para los GEST de la rama CSJ .....	43
Tabla 2.9: ECTS de Formación Básica y Obligatoria de tipo A, B o C para los GEST de la rama CC .....	44
Tabla 2.10: Información legislativa sobre los planes de estudio de los GEST y ECTS de matemáticas en dichos planes, distinguiendo Formación Básica y Obligatoria, y Optativos ofertados .....	45
Tabla 2.11: ECTS obligatorios de tipo A o B en los BSc Hons de 3 años de las Universidades de Bath, Lancaster y UCL, en Reino Unido .....	51
Tabla 3.1: Instrumentos de evaluación de actitudes hacia las matemáticas .....	74
Tabla 3.2: Instrumentos de evaluación de ansiedad hacia las matemáticas .....	76
Tabla 3.3: Categorías de análisis de competencias .....	107
Tabla 4.1: Matrícula de nuevo ingreso en GEST por Perfil del Grado y curso académico .....	115
Tabla 4.2: Matrícula de nuevo ingreso en GEST por Comunidad Autónoma y curso académico .....	115
Tabla 4.3: Porcentaje de nuevo ingreso en primera opción por Perfil de GEST y curso académico .....	115

Tabla 4.4: Porcentaje de nuevo ingreso en primera opción por Comunidad Autónoma y curso académico .....	115
Tabla 4.5: Matrícula de nuevo ingreso en primera opción en GEST por PPO y curso académico .....	116
Tabla 4.6: Matrícula en GEST por Perfil de Grado y curso académico .....	116
Tabla 4.7: Matrícula en GEST por Comunidad Autónoma y curso académico .....	117
Tabla 4.8: Matrícula en los estudios de Diplomado en Estadística por comienzo de GEST y curso académico .....	117
Tabla 4.9: Matrícula total y de nuevo ingreso en los Grados en Matemáticas de UCM y UVA por curso académico .....	118
Tabla 4.10: Muestra 1º curso GEST por Perfil del Grado y Curso académico .....	119
Tabla 4.11: Muestra 1º curso GEST por Comunidad Autónoma y Curso académico .....	119
Tabla 4.12: Muestra 1º curso GEST por PPO y Curso académico.....	120
Tabla 4.13: Muestra 2º curso por Perfil2 y Curso académico .....	121
Tabla 4.14: Muestra 2º curso Grado por Comunidad Autónoma y Perfil2 .....	121
Tabla 4.15: Muestra por Comunidad Autónoma y Tipo .....	122
Tabla 4.16: Muestra por Sexo y Perfil-Curso.....	122
Tabla 4.17: Composición de la muestra por estudios que cursa el alumno/a y porcentaje de mujeres según pregunta .....	123
Tabla 4.18: Enunciados de las preguntas CM sin ilustraciones .....	125
Tabla 4.19: Características de las preguntas CM incluyendo niveles de dificultad PISA 2003 para la puntuación máxima.....	126
Tabla 4.20: Niveles de dificultad PISA 2003 de las preguntas CM que admiten puntuaciones parciales.....	127
Tabla 4.21: Rendimiento medio y error típico en Matemáticas y Campos de Contenido en PISA 2003 y 2012.....	127
Tabla 4.22: Preguntas de la escala de ansiedad hacia las matemáticas .....	129
Tabla 4.23: Evaluación de la escala de ansiedad hacia las matemáticas mediante AFC, factor único .....	130
Tabla 4.24: Preguntas de la escala de autoconcepto matemático .....	131
Tabla 4.25: Evaluación de la escala de autoconcepto matemático mediante AFC, modelo bifactorial.....	131
Tabla 4.26: Análisis Factorial de la escala de autoconcepto matemático .....	132
Tabla 4.27: Preguntas de la escala de actitudes hacia las matemáticas.....	133
Tabla 4.28: Evaluación de la escala de actitudes mediante AFC, modelo de segundo orden con tres factores .....	133
Tabla 4.29: Análisis Factorial de la escala de actitudes hacia las matemáticas .....	134
Tabla 4.30: Instrumentos de toma de datos para el dominio afectivo matemático .....	135
Tabla 5.1: Número de alumnos en la muestra por perfil, universidad y curso .....	145
Tabla 5.2: Número de alumnos en la muestra por perfil, C. A. y curso .....	145
Tabla 5.3: Frec. y porcentajes de AMB en cada perfil .....	147
Tabla 5.4: Frecuencias y porcentajes de género en cada perfil .....	147
Tabla 5.5: Frec. y porcentajes de AMB en cada perfil .....	149
Tabla 5.6: Frecuencias y porcentajes de género en cada perfil .....	149
Tabla 5.7: Muestra por curso, comunidad autónoma y perfil.....	150
Tabla 5.8: Muestra por curso, perfil y AMB (sin referencia).....	150
Tabla 5.9: Porcentaje de mujeres y número de respuestas al género en cada perfil, por curso .....	150

Tabla 5.10: Razones por las que estudian su grado los alumnos de GEST de la muestra de primero.....	151
Tabla 5.11: Razones más frecuentes por las que estudian su grado los estudiantes de la muestra de primer curso de GEST empresa .....	152
Tabla 5.12: Razones más frecuentes por las que estudian su grado los estudiantes de la muestra de primer curso de GEST general.....	152
Tabla 5.13: Razones más frecuentes por las que estudian su grado los estudiantes de la muestra de primer curso de GEST matemático .....	153
Tabla 5.14: Razones más frecuentes por las que estudian su grado los estudiantes de la muestra de referencia de primer curso.....	153
Tabla 5.15: Comparación, por perfil del grado, de porcentajes de estudiantes que apuntan cuatro de las razones más frecuentes para cursar sus carreras.....	153
Tabla 5.16: Razones por las que estudian su carrera los estudiantes de la muestra GEST/Diplomatura de segundo y porcentaje de estudiantes que apuntan cada razón .....	154
Tabla 5.17: Razones más frecuentes por las que estudian su grado los estudiantes de la muestra de segundo curso de GEST empresa.....	155
Tabla 5.18: Razones más frecuentes por las que estudian su carrera los estudiantes de la muestra de segundo curso de GEST general y Diplomatura.....	155
Tabla 5.19: Razones más frecuentes por las que estudian su grado los estudiantes de la muestra de referencia de segundo curso .....	155
Tabla 5.20: Comparación , por perfil de los estudios, de porcentajes de estudiantes que apuntan cuatro de las razones más frecuentes para cursar sus carreras.....	155
Tabla 5.21: Comparación , por curso, de porcentajes de estudiantes que apuntan cuatro de las razones más frecuentes para cursar sus carreras .....	156
Tabla 5.22: Puntuaciones medias y frecuencias de cada ítem de la escala de ansiedad	158
Tabla 5.23: Puntuaciones medias y frecuencias de cada ítem de la escala de autoconcepto.....	159
Tabla 5.24: Puntuaciones medias y frecuencias de cada ítem de la escala de actitud..	160
Tabla 5.25: Características de ansiedad matemática en la muestra completa .....	163
Tabla 5.26: Características de autoconcepto matemático y sus subescalas en la muestra completa .....	165
Tabla 5.27: Características de actitud hacia las matemáticas y sus subescalas en la muestra completa.....	167
Tabla 5.28: Características de ansiedad, autoconcepto y actitud en las muestras GEST/Diplomatura y referencia.....	169
Tabla 5.29: Comparación de medias de ansiedad en GEST/Diplo.y muestra de referencia .....	169
Tabla 5.30: Características de autoconcepto, habilidad e ineficacia en las muestras GEST/Diplo. y referencia .....	170
Tabla 5.31: Comparación de medias de autoconcepto, habilidad e ineficacia en GEST/Diplo.y muestra de referencia.....	171
Tabla 5.32: Características de actitud, gusto, rechazo y utilidad en las muestras GEST/Diplomatura y referencia.....	172
Tabla 5.33: Comparación de medias de actitud, gusto, rechazo y utilidad en GEST/Diplo.y muestra de referencia.....	173
Tabla 5.34: Características de las variables ansiedad, autoconcepto y actitud por perfil .....	174
Tabla 5.35: ANOVA de las variables ansiedad, autoconcepto y actitud por perfil.....	174
Tabla 5.36: Características de las variables habilidad e ineficacia por perfil.....	178

Tabla 5.37: ANOVA de las variables habilidad e ineficacia por perfil.....	178
Tabla 5.38: Características de las variables gusto, rechazo y utilidad por perfil .....	179
Tabla 5.39: ANOVA de las variables gusto, rechazo y utilidad por perfil.....	179
Tabla 5.40: Puntuaciones medias y frecuencias del ítem A12 por perfil .....	182
Tabla 5.41: Puntuaciones medias y frecuencias del ítem B1 por perfil .....	183
Tabla 5.42: Puntuaciones medias y frecuencias del ítem B12 por perfil .....	184
Tabla 5.43: Puntuaciones medias y frecuencias del ítem C20 por perfil .....	185
Tabla 5.44: Puntuaciones medias y frecuencias de los ítems C5 y C6 por perfil.....	186
Tabla 5.45: Puntuaciones medias y frecuencias del ítem C3 por perfil .....	187
Tabla 5.46: Puntuaciones medias y frecuencias del ítem C15 por perfil .....	188
Tabla 5.47: Número de estudiantes que han realizado ninguna, una, dos, y tres ó más asociaciones verbales con la palabra “matemáticas” y total de asociaciones recogidas, separando muestra GEST/Diplo. y referencia.....	189
Tabla 5.48: Asociaciones verbales más frecuentes con la palabra “matemáticas”, separando muestra GEST/Diplo. y referencia .....	190
Tabla 5.49: Categorías de clasificación de asociaciones verbales con la palabra “matemáticas” .....	191
Tabla 5.50: Frecuencias de asociaciones verbales con la palabra “matemáticas”, por perfil, según clasificación en once categorías .....	192
Tabla 5.51: Número de estudiantes que apuntan una única asociación verbal con la palabra “matemáticas”, por categoría y signo de la asociación.....	193
Tabla 5.52: Número de estudiantes que apuntan dos asociaciones verbales con la palabra “matemáticas”, por categorías de éstas y signo .....	194
Tabla 5.53: Distribución de estudiantes según el signo de su/s asociación/es verbales con la palabra “matemáticas”, para cada perfil de estudios .....	194
Tabla 5.54: Distribución de estudiantes GEST/Diplo. según el signo de su/s asociación/es verbales con la palabra “matemáticas”, por curso, teniendo en cuenta LP y NI.....	195
Tabla 5.55: Distribución de estudiantes GEST/Diplo. según el signo de su/s asociación/es verbales con la palabra “matemáticas”, por AMB .....	196
Tabla 5.56: Porcentajes para cada puntuación de cada una de las preguntas CM en la muestra total y comparación con los de PISA 2003 .....	197
Tabla 5.57: Características de conocimiento matemático en la muestra completa .....	198
Tabla 5.58: Características conocimiento en las muestras GEST/Diplomatura y referencia .....	199
Tabla 5.59: Características de la variable conocimiento matemático por perfil .....	201
Tabla 5.60: Frecuencias de valores extremos de conocimiento matemático por perfil.....	202
Tabla 5.61: Distribución del número de preguntas CM no contestadas por perfil.....	202
Tabla 5.62: Frecuencias y porcentajes de no respuesta a cada pregunta CM por perfil formativo .....	203
Tabla 5.63: Porcentajes para cada puntuación de cada una de las preguntas CM por perfil y referencias PISA 2003 .....	203
Tabla 5.64: Distribución de errores con puntuación parcial 2 asignada a la segunda pregunta por perfil .....	205
Tabla 5.65: Estadísticos Descriptivos para tiempo empleado en la prueba CM por conocimiento y perfil.....	208
Tabla 5.66: Correlaciones de Pearson entre pares de escalas.....	210
Tabla 5.67: Correlaciones de Pearson por pares entre conocimiento, ansiedad y subescalas .....	210
Tabla 5.68: Correlaciones de Pearson por pares de escalas en cada perfil.....	211

Tabla 5.69: Correlaciones de Pearson entre ansiedad, autoconcepto y actitud en cada nivel de conocimiento matemático .....	212
Tabla 5.70: Características de las variables ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por curso en la muestra GEST/Diplo.....	213
Tabla 5.71: Características de las variables ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por CNILP en GEST/D.....	214
Tabla 5.72: ANOVA de las variables ansiedad, autoconcepto y actitud por CNILP en GEST/D. ....	215
Tabla 5.73: Características de las variables ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por AMB en la muestra GEST/Diplo. ....	217
Tabla 5.74: Comparación de medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por AMB en GEST/Diplo.....	217
Tabla 5.75: Comparación de medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por AMB en cada grupo de estudiantes de GEST/Diplo. determinado por CursoNILP.....	219
Tabla 5.76: Comparación de medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por perfil de los estudios GEST/Diplo. en cada grupo de estudiantes determinado por CursoNILP .....	221
Tabla 5.77: Características de las variables ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por género en la muestra GEST/Diplo.....	223
Tabla 5.78: Comparación de medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por género en GEST/Diplo.....	223
Tabla 5.79: Comparación de medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por género, en cada uno de los dos perfiles de GEST/Diplo.....	225
Tabla 5.80: Comparación de medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por género, en cada una de las dos categorías de AMB, en la muestra GEST/Diplo.....	226
Tabla 5.81: Comparación de medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por género, en cada grupo de estudiantes GEST/Diplo. determinado por CursoNILP.....	228
Tabla 5.82: Medias a nivel de escalas y subescalas en los cuatro grupos obtenidos en el análisis cluster .....	229
Tabla 5.83: Descripción de las características de las variables ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento para cada perfil matemático de estudiantes de GEST/Diplo.....	231
Tabla 5.84: Distribución de frecuencias de Conocimiento en cada perfil matemático	231
Tabla 5.85: N° de estudiantes clasificados en cada perfil matemático por curso y perfil de GEST/Diplo.....	232
Tabla 5.86: N° de estudiantes clasificados en cada perfil matemático por género y AMB de GEST/Diplo.....	232
Tabla 5.87: N° de estudiantes de GEST/Diplo. clasificados en cada perfil matemático por CursoNILP .....	232
Tabla A.IV.1: Valores de las potencias utilizadas en las transformaciones que normalizan las variables relacionadas con el dominio afectivo y el conocimiento matemático.....	301



# Siglas y abreviaturas

AHEPE	Asociación de Historia de la Estadística y de la Probabilidad de España
AIE	Año Internacional de la Estadística 2013
AMB	Asignatura de Matemáticas cursada en Bachillerato
AMOS	<i>Analysis of Moment Structures</i> . Aplicación del paquete estadístico IBM SPSS Statistics
ANECA	Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación
ASA	<i>American Statistical Association</i>
CC	Ciencias (rama de conocimiento)
CM	Conocimiento Matemático. Preguntas CM son seis preguntas de las pruebas liberadas de PISA 2003, utilizadas en esta investigación para medir el nivel de conocimientos y destrezas matemáticas del estudiante. Su enunciado puede verse en el apéndice III y en la tabla 4.18.
CS	Ciencias de la Salud (rama de conocimiento)
CSJ	Ciencias Sociales y Jurídicas (rama de conocimiento)
DT	Desviación Típica
DUT	<i>Diplôme Universitaire de Technologie</i>
Escala A	Escala utilizada en esta investigación para medir el nivel de ansiedad hacia las Matemáticas
Escala B	Escala utilizada en esta investigación para medir el autoconcepto matemático
Escala C	Escala utilizada en esta investigación para medir la actitud de los estudiantes hacia las Matemáticas
ECTS	<i>European Credit Transfer System</i> . Sistema Europeo de Transferencia de Créditos
ECTS FB	de Formación Básica
ECTS O	Obligatorios
ECTS Op.	Optativos

EEES	Espacio Europeo de Educación Superior.
ET	Error Típico.
FB	Formación Básica
GAISE	<i>Guidelines for assessment and instruction in statistics education</i>
GEST	Estudios Universitarios de Grado en Estadística/ Estadística Aplicada/ Estadística Empresarial/ Estadística y Empresa/ Matemáticas y Estadística. Identificados individualmente como:
	GEST JAEN Grado en Estadística y Empresa, Universidad de Jaén.
	GEST UABV Grado en Estadística Aplicada, conjunto UAB y U. de Vic.
	GEST UC3M Grado en Estadística y Empresa, Universidad Carlos III.
	GEST UCME Grado en Estadística Aplicada, UCM.
	GEST UCMF Grado en Matemáticas y Estadística, UCM.
	GEST UGR Grado en Estadística, Universidad de Granada.
	GEST UMH Grado en Estadística Empresarial, UMH.
	GEST UNEX Grado en Estadística, Universidad de Extremadura.
	GEST UPCB Grado en Estadística, conjunto UB y UPC.
	GEST US Grado en Estadística, Universidad de Extremadura.
	GEST USAL Grado en Estadística, Universidad de Salamanca.
	GEST UVA Grado en Estadística, Universidad de Valladolid.
GEST/Diplo.	Submuestra que incluye los estudiantes, de GEST que no son de perfil matemático y los estudiantes de segundo curso de la Diplomatura en Estadística, de nuestra muestra.
GIIAA	Grado en Ingeniería de Industrias Agrarias y Alimentarias de la UVA
HSD	<i>Honestly Significant Difference</i>
IA	Ingeniería y Arquitectura (rama de conocimiento)
IASE	<i>International Association for Statistical Education</i>
ICMI	<i>International Commission on Mathematical Instruction</i>
ICOTS	<i>International Conference on Teaching Statistics</i>
ICSE	<i>International Centre for Statistical Education</i> . Universidad de Plymouth. Sucesor del RSSCSE desde agosto de 2014, mantiene el apoyo de la RSS y un enlace en su página web a los proyectos y recursos previos.
INE	Instituto Nacional de Estadística

IPC	Índice de Precios al Consumo
ISI	<i>International Statistical Institute</i>
ISLP	<i>International Statistical Literacy Project</i>
IUT	<i>Instituts Universitaires de Technologie</i>
LCTE	Licenciatura en Ciencias y Técnicas Estadísticas
LGE	Ley General de Educación.
LOE	Ley Orgánica de Educación
LOGSE	Ley de Ordenación General del Sistema Educativo.
LOMCE	Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa
LP	Estudiantes de nuestra muestra que apuntan el límite de plazas en otros grados como razón para matricularse del grado que estudian actualmente
LP	<i>Licence Professionnelle</i> (capítulo 2)
LRU	Ley de Reforma Universitaria
Mat.	Asignaturas de Matemáticas de Bachillerato denominadas <i>Matemáticas I</i> y <i>II</i> .
MCCSS	Asignaturas de Matemáticas de Bachillerato denominadas <i>Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales I</i> y <i>II</i>
MEC	Ministerio de Educación y Ciencia
MECD	Ministerio de Educación, Cultura y Deporte
NCTM	<i>National Council of Teachers of Mathematics</i>
NI	Nuevo Ingreso en la Universidad
PCEO	Programa Conjunto de Estudios Oficiales
PISA	<i>Programme for International Student Assessment</i>
QS WUR	QS World University Ranking
RD	Real Decreto
RSS	<i>Royal Statistical Society</i> de Londres

RSSCSE	<i>Royal Statistical Society Centre for Statistical Education</i> . En agosto de 2014 da paso al ICSE.
RUCT	Registro de Universidades, Centros y Títulos.
SEIEM	Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática
SEIO	Sociedad de Estadística e Investigación Operativa
SP	Solución de Problemas
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
STID	<i>STatistique et Informatique Décisionnelle</i>
THE	<i>The Times Higher Education</i>
UAB	Universidad Autónoma de Barcelona.
UABM	Doble título Ldo. en Matemáticas/Diplomado en Estadística, UAB
UB	Universidad de Barcelona.
UCL	<i>University College London</i>
UCM	Universidad Complutense de Madrid.
UCMI	Estudios universitarios de Grado en Ingeniería Matemática, UCM
UCMM	Estudios universitarios de Grado en Matemáticas, UCM
UMH	Universidad Miguel Hernández de Elche.
UNALM	Universidad Nacional Agraria La Molina (Lima, Perú)
UPC	Universidad Politécnica de Cataluña.
USAL	Universidad de Salamanca.
UVA	Universidad de Valladolid.
UVAM	Estudios Universitarios de Grado en Matemáticas, UVA
VR	Valor de referencia para escalas y subescalas. Corresponde al promedio que se obtendría si la respuesta fuese “de acuerdo” para los ítems con enunciado positivo para un perfil matemático y “en desacuerdo” para los ítems con enunciado negativo. Para dar el valor de referencia final en las escalas normalizadas se aplica a este promedio la correspondiente transformación.

# Introducción General

Comenzamos esta tesis planteando el problema de investigación que queremos abordar en ella y la estructura de la presente memoria que lo desarrolla.

## Planteamiento del Problema

Un estudiante que termina Bachillerato, en el momento en que se dispone a elegir el Grado que cursará en la universidad, apenas conoce lo que es la estadística puesto que, como ya documentamos más adelante, aunque la estadística y la probabilidad forman parte del currículo de matemáticas en la Educación Primaria y Secundaria de la mayoría de los países desarrollados, esta presencia dentro de los programas oficiales de matemáticas pocas veces se corresponde con la realidad en el aula.

En España, por el momento, excepto en el Bachillerato de Ciencias Sociales y algunos casos aislados, los temas correspondientes a estadística, o bien no se estudian, o bien no se les dedica el tiempo necesario, ya que figuran al final de los programas. Por ello es frecuente, que el alumno del Bachillerato de Ciencias y Tecnología termine la educación Secundaria sin haberse formado una idea de lo que es la estadística. Por otro lado, aunque el estudiante haya recibido alguna formación estadística, puede haberse dado el caso de que ésta no haya sido la más adecuada. La comunidad educativa, consciente de estos problemas, ya ha iniciado los pasos para corregir esta situación, pero seguramente los cambios tardarán en dar sus frutos.

Como consecuencia de lo anterior, el estudiante que se dispone a elegir un grado universitario no tiene información suficiente sobre qué actitudes y aptitudes son más adecuadas para llegar a ser un buen profesional de la estadística, y tampoco es fácil que conozca directamente a alguien cercano que pueda darle buena información. Este puede ser uno de los factores que influyen en que las condiciones de partida de algunos

alumnos que comienzan grados en estadística, quizá no sean las más adecuadas para desarrollar con éxito su formación universitaria, y que, sin embargo, otros posibles candidatos a buenos profesionales de la estadística opten por otras opciones.

Desde mi experiencia de veintisiete años como profesora de estadística en la universidad, veinticuatro de ellos dando clase a futuros profesionales de la estadística, primero en la Diplomatura en Estadística, desde su comienzo en Valladolid, y después en el Grado en Estadística, puedo asegurar que las matemáticas juegan un papel muy importante en la decisión de un estudiante cuando se plantea comenzar estos estudios universitarios y más tarde cuando los cursa. Además, en mis comienzos como profesora universitaria, los tres primeros cursos académicos, impartí clase de problemas de estadística en una asignatura anual que el plan de estudios de Ingeniería Industrial tenía en tercer curso, lo cual ha contribuido a hacerme reflexionar sobre las grandes diferencias que pueden detectarse en el perfil matemático de los estudiantes, tanto dentro de los mismos estudios, como al comparar con otros que también requieren habilidades matemáticas considerables. Por supuesto, el cambio generacional en el paso del tiempo también ha contribuido a mi reflexión.

Si revisamos el Libro Blanco del Título de Grado en Estadística, ANECA (2004), así como las Memoria para la verificación del Título de Grado de algunas universidades españolas que actualmente imparten un grado en estadística, en el contexto del Espacio Europeo de la Educación Superior (EEES), nos damos cuenta de que no sólo el bloque de materias correspondiente a matemáticas es una parte importante del currículo de estos grados. Además, se considera imprescindible que el alumno adquiera competencias como la capacidad de abstracción y el razonamiento crítico o la resolución de problemas, estrechamente ligadas a las matemáticas.

En los últimos años, profesores universitarios de titulaciones con alto contenido matemático en sus planes de estudio, tanto españoles como de otros países, muestran su preocupación por la formación matemática de sus estudiantes a la entrada en la universidad. Yo comparto esta preocupación desde mi contexto, la enseñanza de la estadística para futuros profesionales de ella, y también comparto la visión de otros profesionales de la docencia, de que la estadística puede enseñarse utilizando distintos niveles de formalización. Además, creo que elegir el nivel adecuado de formalización para cada momento del currículo del estudiante es una de las claves del éxito en la enseñanza de la estadística y, en especial, en la de algunas asignaturas básicas de estadística en el contexto que nos ocupa, como por ejemplo la Inferencia Estadística.

Precisamente, de la docencia de esta materia en la Diplomatura y Grado en Estadística de la Universidad de Valladolid, me he ocupado durante más de una década y continúo haciéndolo en la actualidad.

Volviendo al problema que apuntábamos antes, cuando un alumno llega a la universidad con una idea equivocada de lo que es la estadística o sin ni siquiera tenerla en cuenta como opción, puede ocurrir que se haya perdido un candidato para ser un buen profesional, si opta por otros estudios. Lo cual, actualmente es una pena, si tenemos en cuenta “*la tendencia negativa en las cifras de titulados, que no se corresponde con las necesidades en el mercado de trabajo, como ha quedado constatado en diversos informes técnicos globales y regionalizados alusivos a la demanda y a las tasas temporalizadas de inserción laboral de los egresados*” a la que se refieren Angulo y Pardo (2013, 49), al escribir sobre las titulaciones de Matemáticas y Estadística en los últimos años, tanto en nuestro país como en el entorno europeo.

Otra de mis reflexiones es sobre el estudiante que, con una idea equivocada de lo que es la estadística, comienza a estudiar un grado universitario especializado en ella. La situación que se da con cierta frecuencia está asociada al problema de la mayor demanda en el proceso de admisión sobre la oferta de grados de las titulaciones universitarias, uno de los inconvenientes con los que puede encontrarse este alumno es tener un perfil matemático que le conduzca al fracaso en los estudios.

Por ello, en mi opinión, es fundamental conocer el perfil matemático de los estudiantes de nuestros grados en estadística. Tanto para determinar el nivel de formalización adecuado al impartir las asignaturas, como para informar adecuadamente a los candidatos a cursar uno de estos grados. De este modo podrían reducirse las tasas de abandono y cambio de estudio que actualmente presentan estas titulaciones, e incluso captar alumnos con un perfil más acorde a ellas.

Los estudiantes de grados en estadística en nuestro país provienen tanto del Bachillerato Científico-Tecnológico como del de Ciencias Sociales, ello aumenta la heterogeneidad en el perfil matemático de entrada en la universidad. Varias promociones de mis estudiantes me han relatado la misma discusión entre compañeros en los primeros días de clase en la universidad: algunos de los alumnos que han estudiado la asignatura *Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II* en Bachillerato se creen más preparados para poder seguir las asignaturas de los estudios que comienzan, por haber seguido contenidos de estadística, que sus compañeros que han cursado la asignatura *Matemáticas II*. Mi experiencia me ha demostrado que más

bien es al contrario, las destrezas matemáticas de los estudiantes del Bachillerato de Ciencias favorecen la formación en estadística. Si bien es verdad, que he tenido alumnos del Bachillerato de Ciencias Sociales de los que tengo constancia que tanto su etapa universitaria como sus inicios en la etapa profesional han sido un éxito.

Estas reflexiones, fruto de mi experiencia docente, son las que han despertado mi interés por estudiar el perfil matemático de estudiantes como aquellos a los que yo he pretendido enseñar los principios de la Inferencia Clásica y la Probabilidad durante años, además de algunas asignaturas de estadística más aplicadas, “*menos matemáticas*”. He redactado esta memoria con la esperanza de que profundizar en el conocimiento de algunas características de estos estudiantes contribuya a mejorar mi docencia futura y quizás la de otros compañeros.

El contacto con el grupo de investigadores de la UVA que han centrado buena parte de sus investigaciones en el estudio de los factores afectivos y emocionales implicados en el rendimiento en las asignaturas de matemáticas, a lo largo de la etapa educativa no universitaria, así como de la influencia de estos factores en la formación de futuros maestros, me ha permitido abordar el problema desde el dominio afectivo-emocional. Esta perspectiva me parece interesante, puesto que el problema que yo planteo no es sólo cuestión de destrezas matemáticas necesarias, sino que también está relacionado con las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas y su gusto por ellas, o al menos su ausencia de rechazo.

Por todo ello, el objetivo general de la investigación que se recoge en esta memoria es el estudio del perfil matemático de un estudiante español de un Grado en Estadística, tanto en su faceta afectivo-emocional como a nivel de destrezas básicas, centrándonos en los estudiantes que comienzan el grado y en el cambio que pueda darse después del abandono inherente al primer curso de un grado universitario, y distinguiendo, si es necesario, distintos perfiles de estudiantes.

Soy consciente de que algún compañero puede preguntarse por qué dar tanta importancia al perfil matemático y no plantearse las mejoras en la enseñanza de la estadística desde un enfoque centrado en el análisis de datos, la computación y la estadística más aplicada. Quizá sea mi formación matemática la culpable, pero también es verdad que, por ejemplo, desde mi experiencia, he notado que la actitud de nuestros estudiantes hacia la estadística me parece adecuada y no creo que presenten ansiedad hacia ella, donde yo creo que puede estar el problema es en el formalismo matemático y su actitud hacia él. No obstante, yo no desprecio en absoluto la necesidad del enfoque

más aplicado, muy al contrario, valoro su importancia y espero que alguno de mis antiguos alumnos colabore para mejorar la enseñanza de la estadística desde ese enfoque, ellos no tendrán “*la excusa de la formación matemática*”.

## **Estructura de la memoria**

La presente memoria se estructura en seis capítulos, además de la introducción anterior, cuatro anexos y el listado de las referencias bibliográficas utilizadas.

En los dos primeros capítulos pretendemos dar una visión de la enseñanza de la estadística, desde el punto de vista histórico en el primero, y desde el punto de vista actual en el segundo. Hacemos referencia a todos los niveles educativos, centrándonos en los aspectos del currículo que más nos interesan para nuestra investigación, y en especial desarrollamos cuestiones puntuales sobre los distintos planes de estudio de los doce Grados en Estadística (GEST) y de los estudios de Diplomado en Estadística que les precedieron. Así, en el capítulo dos, para la comparación entre los doce grados, se incluye una tabla resumen con la distribución de créditos ECTS por bloques de asignaturas. Los créditos de esta tabla que corresponden a asignaturas de matemáticas se indican con el nombre de cada asignatura en el anexo I, junto con una breve descripción de los contenidos de algunas de ellas como ejemplo. Nos interesan por ser los planes de estudio que cursaban los estudiantes que han formado parte de la muestra que se ha utilizado para esta investigación.

En el capítulo dos también damos una visión de los estudios de estadística, principalmente a nivel de grado, en el panorama internacional actual, con mayor detalle en Reino Unido y Francia, ampliado en el anexo II por lo que respecta a asignaturas de matemáticas.

En el último apartado de los dos primeros capítulos hemos querido dar una visión de la relación entre matemáticas y estadística, también histórica en el primer capítulo y actual en el segundo, centrándonos en la enseñanza de la estadística, pero no exclusivamente. Con ello se aporta una visión pluridisciplinar, incluyendo citas desde distintos ámbitos, tanto de expertos nacionales e internacionales en didáctica de la estadística, como de matemáticos o estadísticos reconocidos, e incluso de profesionales de la estadística.

En el tercer capítulo presentamos un conjunto de marcos teóricos de referencia, que forman el marco de integración que nos proporciona las ideas suficientes para

explicar nuestro proyecto, aunque los dos primeros capítulos también podrían considerarse marco de referencia por lo que respecta al currículo. En este capítulo nos centramos en las publicaciones sobre el dominio afectivo-emocional matemático y sobre la medición de competencias matemáticas del proyecto PISA. Este último marco nos aporta las referencias para explicar la medición de las destrezas matemáticas de los estudiantes de la muestra que hemos utilizado para nuestra investigación, y de la cual damos detalles en el capítulo cuatro.

En cuanto al marco que corresponde al dominio afectivo-emocional matemático, desde él no hemos logrado encontrar referencias suficientemente cercanas en lo relativo al tipo de estudios universitarios en el que se estudia el dominio afectivo, por lo que nos ha parecido interesante acercarnos a investigaciones llevadas a cabo con un tipo de alumnos cuyos estudios universitarios sean semejantes a los GEST desde otros marcos, el de la didáctica de la estadística y el del perfil matemático desde un punto de vista cognitivo. Todo ello en los tres primeros apartados del capítulo tres.

En el cuarto capítulo se describe la metodología empleada para cubrir los objetivos propuestos en el primer apartado, desde las posiciones previas del equipo investigador, manifestadas de forma concreta en las hipótesis que también se especifican en este apartado. Se explica el tipo de diseño utilizado en la investigación, las características de la población objeto de estudio a partir de datos del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) fundamentalmente, las características generales de la muestra y el detalle de los instrumentos de medida que se utilizarán.

Se detallan y validan las tres escalas tipo Likert que se utilizarán para medir la ansiedad matemática, autoconcepto matemático y actitud hacia las matemáticas de los estudiantes de la muestra. También se detallan las preguntas liberadas de PISA 2003 y los criterios de corrección (anexo III) con los que se construye la medida de las destrezas matemáticas o conocimiento matemático del estudiante que utilizamos, y, además, se incluye como referencia para nuestros resultados, información sobre niveles de dificultad de estos ítems y rendimiento medio en matemáticas en la escala PISA 2003.

Para terminar el capítulo cuatro se detalla el procedimiento de recogida de datos mediante la administración de los cuestionarios y se da un listado de todas las variables estadísticas que intervendrán en la investigación, tanto las que se derivan directamente de los cuestionarios, como las posteriores recodificaciones y transformaciones que se

han aplicado a algunas de ellas. La información sobre los procedimientos estadísticos y el Software utilizados cierra el capítulo sobre metodología de la investigación.

El quinto capítulo está destinado al análisis estadístico de los datos recogidos. En él se describen las características de interés utilizando tablas y gráficos, se efectúan las comparaciones oportunas entre estas características utilizando contrastes de hipótesis, se estudian las correlaciones entre ellas y se obtienen perfiles matemáticos de estudiantes mediante un análisis clúster o de conglomerados.

En el sexto, último capítulo, se exponen las conclusiones más relevantes, que se organizan en función de los objetivos e hipótesis propuestos en el capítulo cuatro. Se indican las contribuciones principales que nuestro trabajo aporta en el campo de la investigación en educación matemática, las limitaciones del estudio y los posibles caminos para continuar la investigación.



# Capítulo 1

## Evolución histórica de la enseñanza de la estadística

Seguramente no sería acertado considerar la Estadística como una ciencia que comenzó cuando Godofredo Achenwall a mediados del siglo XVIII le dio su nombre actual, puesto que no debemos olvidar los Censos, la Aritmética Política ó el Cálculo de Probabilidades asociado a los juegos de azar que tuvieron sus inicios anteriormente (sobre los orígenes de la Estadística puede consultarse Ríos, 1989; Ottaviani, 1989; Hernández, 2005; Camúñez y Basulto, 2009; Gómez-Villegas, 2013; entre otros). Sin embargo sí que comenzaremos haciendo mención al término italiano *statista* (estadista) y su raíz latina *status* (estado o situación), de donde proviene el nombre que Achenwall, profesor de la Universidad de Gotinga, le dio a la ciencia que nos ocupa.

Estamos de acuerdo con Escribano y Fernández (2004, 401) cuando afirman

*La Ciencia Estadística ha ido surgiendo de las metodologías utilizadas en otras para resolver sus problemas, es decir, se trata de una ciencia interdisciplinar, y sus ideas y progresos se registran inevitablemente en íntima relación con el desarrollo de otras ciencias.*

Lo que parece claro es que en el siglo XIX la Estadística toma relevancia en todo el mundo. En Europa se crean sociedades profesionales como la *Royal Statistical Society* (RSS) de Londres, fundada en 1834 y la Sociedad de Estadística de París en 1860. En EEUU se crea la *American Statistical Association* (ASA) en 1839 y en 1885 se funda el *International Statistical Institute* (ISI), aunque su organización predecesora, el *International Statistical Congresses*, fue fundada en 1853, hoy en día el ISI es un organismo autónomo que se ocupa de desarrollar e impulsar acciones de mejora de los métodos estadísticos y de su aplicación, cuenta con miembros pertenecientes a 133

países y se organiza en siete asociaciones, una de ellas es la *International Association for Statistical Education* (IASE), que tiene como objetivo mejorar la educación estadística en todos los niveles educativos. La historia de cómo surgió la IASE en la segunda mitad del siglo XX dentro del ISI puede consultarse en Berze (2002).

Un siglo después, en 1962, en España se crea la actual Sociedad de Estadística e Investigación Operativa (SEIO), aunque por entonces ya se contaba con el Instituto Nacional de Estadística (INE), creado en 1945, y con la primera Escuela de Estadística que fue creada en 1952.

A comienzos del siglo XX asistimos al cambio de concepción de la estadística, desde la consideración de una ciencia social en la segunda mitad del siglo XIX a la consideración de una disciplina matemática imprescindible para ciencias como la biología o la física.

Partiendo de este contexto, analizaremos la evolución histórica de la enseñanza de la Estadística para llegar a entender su situación actual, comenzaremos por la enseñanza universitaria que fue donde primero se inició la difusión de la enseñanza de las técnicas y métodos propiamente estadísticos a mediados del siglo XIX.

## **1.1. La enseñanza universitaria de la Estadística en un contexto internacional en la primera mitad del siglo XX**

Arthur L. Bowley, primer catedrático de Estadística de la Universidad de Londres, en un informe citado en Arribas (2004), leído en 1906 ante la Sección de Economía y Estadística de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia, asegura que a principios de siglo la enseñanza de la estadística no era todavía relevante en Gran Bretaña. En los planes de estudios de economía de las universidades británicas las matemáticas ocupaban un pequeño lugar y no encuentra evidencias de que las aplicaciones estadísticas o la Teoría de la Probabilidad estuviesen incluidas en otros planes de estudios. Continuando con la información que Arribas nos proporciona interpretando a Bowley (1906), nos podemos hacer una idea de la estadística que se estudiaba en las universidades inglesas en 1906:

*En las Facultades de Comercio de Manchester y Birmingham, las más avanzadas de la época, se estudiaban métodos simples no matemáticos, naturaleza de las medias y números índices, y en las reputadas Universidades de Cambridge y Oxford, nos dice Bowley, no había cursos ni exámenes sobre aplicaciones de la estadística. En la Facultad de Económicas de Londres, donde la estadística se había elevado al nivel de Birmingham o*

*Manchester, existía un reconocimiento algo mayor, pero Bowley es concluyente al respecto, las universidades dedican a la estadística muy poco espacio en sus planes de estudios y la disciplina se enseña con un bajo nivel: “no hay señales de que en titulaciones como la economía esté incluida la estadística o la Teoría de la Probabilidad”* (Arribas, 2004, 333-334).

Siguiendo a Arribas (2011), podemos decir que el periodo de entreguerras marcó la frontera entre la estadística administrativa de los recuentos y la nueva estadística que usa la probabilidad y los modelos matemáticos. A partir de 1930, Gran Bretaña y Estados Unidos comienzan a convertirse en centro de gravedad de nuevos campos científicos, éstos países habían experimentado importantes reformas en la estructura de sus universidades, la enseñanza de la estadística es un buen ejemplo de las diferencias que comienzan a producirse entre el modelo europeo de las cátedras universitarias y el modelo americano de Departamentos. En Europa la enseñanza de la estadística surgió en las facultades de Derecho con escasa relación con las matemáticas mientras que en los Estados Unidos la introducción de la estadística se hizo más tarde y la existencia de departamentos flexibles en proceso de expansión hizo posible el crecimiento de una gran variedad de usos de la estadística en los más diversos campos. Leonard P. Ayres, presidente de la ASA, en su discurso de 1926, plantea el problema de la formación de los estadísticos dado que un gran número de ellos no contaba con la formación requerida por las circunstancias, el problema consistía en encontrar un equilibrio entre el complicado tratamiento matemático de una serie de problemas y la forma de comunicar los resultados al público (Ben-David, 1971). Por entonces, universidades como Columbia, Princeton o Berkeley, y centros como la estación agrícola de la *Iowa State University* o el *Social Science Research Building* de Chicago, que desarrolló la sociología cuantitativa, se habían convertido en lugares de referencia para la estadística aplicada (Arribas, 2011, 19).

## **1.2. Los estudios universitarios de Estadística en España en etapas anteriores al EEES**

En el primer periodo, por estadística debe entenderse básicamente recogida de datos y cuantificación de fenómenos y las materias de estadística se encuentran vinculadas a formaciones de vertiente económica o a cursos de geografía en los institutos que dependen de la Universidad. La estadística matemática no llega hasta la

década de 1930 con la Segunda República. El antecedente más remoto del que tenemos constancia, a partir de las publicaciones consultadas, es la asignatura de “Economía Política y Estadística”, que Palomeque (1970) sitúa durante el Trienio Constitucional (1820-1823) en la Universidad de Barcelona y que no tarda en eclipsarse para volver en la década de 1850 con los cambios organizativos introducidos a raíz de la Ley de Instrucción Pública de 9 de septiembre de 1857, conocida como Ley Moyano (Corbella, 2006, 260).

### **1.2.1. La etapa inicial: 1850-1950**

En España, el Real Decreto de 28 de agosto de 1850, que reforma el plan de estudios vigente en las universidades divide la Facultad de Filosofía en las siguientes secciones: Literatura, Administración, Ciencias físico-matemáticas y Ciencias naturales. En la sección de Administración de Madrid se imparte la asignatura de Estadística. Esta es la primera vez que en un plan de estudios figura la Estadística como asignatura independiente, aunque en la práctica se sigue impartiendo junto con la Economía Política, sin embargo, en la sección de ciencias físico-matemáticas no se estudia nada de Estadística (Busto y Escribano, 2009, 91-92).

El primer curso académico en el que se explica Estadística Matemática en una Facultad de Ciencias es 1931/32. Hasta esa fecha la estadística se encontraba adscrita a las Facultades de Derecho y a las Escuelas de Comercio, puede considerarse que es a partir de entonces, en la Facultad de Ciencias de Madrid, cuando comienza la enseñanza de la estadística matemática, aunque anteriormente ya había comenzado la enseñanza del cálculo de probabilidades en las academias militares y en las Escuelas de Ingenieros Industriales. También tenemos constancia de que en la Universidad de Barcelona, en el anuario del curso 1934/35, se encuentra la materia “Estadística Matemática” en la Facultad de Ciencias, sección Ciencias Exactas, cuyo programa y otros detalles pueden consultarse en Corbella (2006), al igual que otras asignaturas de probabilidad y estadística que se imparten en la etapa inicial en dicha Universidad.

Arribas (2004) apunta que a partir de la memoria preparada para el concurso de Olegario Fernández Baños a la Cátedra de Estadística Matemática de la Facultad de Ciencias de Madrid en 1934, puede comprobarse, a través de las referencias de Olegario a las cartas que le dirigen dos grandes estadísticos del momento, la existencia de dos concepciones diferentes de la estadística en Europa, por la parte anglosajona la estadística como ciencia (Fisher siguiendo la línea de Bowley) y por la parte francesa e

italiana la estadística como conjunto de herramientas matemáticas para el uso de todas las ciencias. En este último sentido, son interesantes las frases de Corrado Gini en Fernández-Baños (1941, 21): “A mi modo de ver, no existe una disciplina que se pueda llamar estadística matemática. Existe solamente una estadística metodológica, la cual, para tratar a fondo muchos de sus problemas, necesita el uso de las matemáticas”, aunque por otro lado advierte: “sería muy peligroso tratar solamente los problemas matemáticos que presenta la estadística, separándolos de los problemas lógicos y de las nociones técnicas y prácticas que son indispensables al estadístico”. Según Arribas (2004), Gini distingue entre los alumnos de las Facultades de Ciencias, con los que puede utilizarse ampliamente el recurso a las matemáticas, y los alumnos de las carreras de humanidades y ciencias sociales para los que recomienda un curso de introducción matemática a la estadística. Por otro lado, Fisher pone el acento en el método inductivo de la estadística y en su consideración como ciencia exacta: “*la Estadística Matemática tiene de común con otros estudios matemáticos que tiende a desarrollar un método de razonamiento desde luego exacto, conciso y general*” (Fernández-Baños 1941, 22). La posición de Fernández Baños está más cerca de la de Fisher.

Fernández Baños enfocó los estudios estadísticos primando la orientación hacia las aplicaciones económicas. En 1948, fallecido ya Fernández Baños, tomó posesión de la cátedra Sixto Ríos García, quien fundamentando la Estadística en el Cálculo de Probabilidades consiguió comenzar la recuperación del retraso respecto a Europa en el conocimiento de la Ciencia Estadística y sus aplicaciones a la Física, la Biología, la Economía, etc. El retraso fue debido a que la enseñanza de la Estadística en España a comienzos del siglo XX no se realizó en las Facultades de Ciencias, sino en las de Derecho. En Europa entre 1800-1930 tuvo lugar la llamada Revolución Probabilística, que en España no se percibió hasta 1950-60 (Ríos, 1991).

Por tanto, en general, podemos decir que en España, hasta 1950 la enseñanza de la Estadística se impartía en algunos centros universitarios con escasa base matemática, exceptuando los de las Facultades de Ciencias Matemáticas que tenían un curso de Cálculo de Probabilidades y otro de Estadística Matemática. Entre los primeros centros podemos citar la Facultad de Ciencias Políticas y Económicas, Escuelas de Comercio, Facultades de Medicina y Pedagogía y la Escuela de Ingenieros Industriales de Madrid, entre otras. En esta última se introdujo en 1924 la Enseñanza de las Aplicaciones Industriales de la Estadística. Los cursos que se impartían en estos centros no tenían conexión entre sí, variaban contenidos, nomenclaturas y, por supuesto, aplicaciones,

dependiendo del especialista que los explicara, la mayoría eran de carácter elemental y práctico, en contraste con los de la Facultad de Ciencias Matemáticas cuyo carácter era fundamentalmente teórico y utilizaban unas matemáticas de un nivel excesivo para un alumno interesado en aplicaciones estadísticas concretas. Sin embargo, Corbella (2006, 264) apunta que en la Universidad de Barcelona, durante la Segunda República, se encuentran asignaturas de estadística con un enfoque matemático, además de en la Sección de Ciencias Exactas de la Facultad de Ciencias, en el “Grupo de Ciencias Económicas” de la Facultad de Derecho.

Dada esta situación y teniendo en cuenta la consideración que la Estadística ya tenía como un instrumento esencial para la investigación científica en muy diversos campos (Agricultura, Biología, Medicina, Física, Química, Economía o Ciencias Sociales), la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid organizó en 1950 una serie de cursos sobre Estadística y sus aplicaciones. Estos cursos no fueron impartidos solamente por profesores de la Facultad de Ciencias, sino también de otras facultades y escuelas. La organización y profesorado puede consultarse en Escribano y Busto (2002a) así como los organismos tanto públicos como privados que apoyaron económicamente estos cursos. Debido al éxito en la matrícula se impartieron durante tres cursos académicos sucesivos.

En la inauguración de estos cursos Maurice Fréchet, profesor de Estadística de la Sorbona, pronunció la conferencia “La Estadística: sus fines, sus aplicaciones, su enseñanza”. En ella se hace hincapié en las dos fases de la enseñanza de la Estadística: la teórica y la práctica y en que ambas se necesitan y se complementan. Considera necesario que los estudiantes y, por supuesto, los profesores sigan una enseñanza teórica de los métodos generales de la Estadística antes de abordar una aplicación particular. Expone los principios que han sido la base de la organización de la enseñanza de la Estadística en París y aconseja organizar apropiadamente la enseñanza de la Estadística en España (Escribano y Busto, 2002a, 199).

### **1.2.2. La Escuela de Estadística y las Diplomaturas en Estadística**

El siguiente paso en España fue la creación de una Escuela de Estadística dentro de la universidad. Esta idea fue impulsada por el profesor de la Facultad de Matemáticas, Sixto Ríos, pero no adscrita a ninguna facultad específica para que los estudios no tuvieran preferencia por una Estadística aplicada o teórica. La Escuela de Estadística de la Universidad de Madrid se creó por el Decreto de 11 de Enero de 1952 y la posterior

Orden del 31 de Enero del mismo año del Ministerio de Educación Nacional y la Dirección General de Enseñanza Universitaria. La creación de la Escuela de Estadística de Madrid se enmarcó dentro del artículo 23 de la Ley sobre Ordenación de la Universidad Española de 29 de Julio de 1943 y se inauguró el 16 de Octubre de 1952 bajo la dirección del profesor Sixto Ríos, otros detalles sobre su puesta en marcha y órganos de gobierno pueden consultarse en Escribano y Busto (2002b).

El plan de estudios estableció dos niveles de enseñanza: Grado Medio y Grado Superior. Para el acceso al Grado Medio se requería ser Bachiller, Maestro o Perito Industrial u otros análogos a juicio de la Comisión Ejecutiva. Para el acceso al Grado Superior en cualquiera de las dos especialidades, Estadística General y Estadística Matemática, se requería ser Licenciado en cualquier facultad, Ingeniero, Arquitecto, Actuario de Seguros, Intendente Mercantil o hallarse cursando el tercer año de las carreras anteriormente citadas. Estos requerimientos de acceso se modifican mediante la Orden de 16 de Julio de 1953 (BOE 29 de Agosto de 1953), añadiendo a las anteriores posibilidades de acceso al Grado Superior: ser Jefe u Oficial de los Ejércitos de Tierra, Mar o Aire en posesión del Diploma de la Escuela de Estado Mayor.

Escribano y Busto (2002b, 212) apuntan que el plan de estudios original tenía tres bases fundamentales:

*La primera, la unidad coherente del método estadístico dentro de la diversidad de sus aplicaciones, y la segunda la orientación de la Escuela, bien marcada en la orden de creación que trata de dar Certificados y Diplomas de Estadística a personas que tienen ya una cierta formación en otras disciplinas de campos en que se aplica la Estadística o que poseen conocimientos básicos para profundizar en la esencia del método estadístico; la tercera, la preparación diversa en cuanto a nivel matemático e interés en las aplicaciones, de los posibles aspirantes al Diploma de Estadística, que aconseja establecer en la primera etapa de la Escuela dos direcciones diferentes en los estudios del grado superior, una de Estadística general y otra de Estadística Matemática.*

El Grado Medio se impartía a razón de unas 16 horas semanales durante dos cuatrimestres y estaba constituido por las siguientes materias: Matemáticas Generales, Estadística General, Métodos Estadísticos y tres cursos de Aplicaciones a elegir entre cinco. El Grado Superior tenía una duración de dos años, para el Diploma de Estadística General en el primer año se impartían: Matemáticas (Geometría Analítica, Cálculo Diferencial y nociones de Cálculo Integral), Estadística General, Métodos Estadísticos y tres cursos de Aplicaciones de un cuatrimestre a elegir; en el segundo año: Matemáticas

(Cálculo Integral, Cálculo de Matrices, Formas Cuadráticas y Cálculo de Diferencias Finitas), Estadística Matemática, Métodos Estadísticos y dos cursos de Aplicaciones a elegir. Para el Diploma de Estadística Matemática en el primer año se impartían: Matemáticas para Estadísticos (teoría de la Medida, cálculo de matrices y espacios funcionales), Estadística Matemática, Métodos Estadísticos y dos cursos de Aplicaciones a elegir; en el segundo año: Estadística Matemática, Cálculo de probabilidades (primer cuatrimestre), Teoría de la Inferencia (segundo cuatrimestre), Métodos Estadísticos y dos cursos de Aplicaciones a elegir.

En la tabla 1.1 se detalla el plan de estudios del grado superior de la Escuela de Estadística de la Universidad de Madrid tal como se indicaba en el BOE del 8 de abril de 1963, aprobado por Orden de 18 de marzo de 1963. En dicha orden también se autorizaba, el pase del grado medio al superior de la Escuela, a los estudiantes que hubieran aprobado dos cursos de Análisis matemático en una Facultad, Escuela Superior Técnica o en la propia Escuela de Estadística. También cabe reseñar que esta Escuela de Estadística, desde un primer momento, impartió cursos especiales para profesores de enseñanza media con el objetivo de contribuir a que la enseñanza de la Estadística se introdujera en los programas de Matemáticas de Bachillerato. A este respecto podemos añadir que la Ley sobre Ordenación de la Enseñanza Media del 26 de Febrero de 1953 (BOE, 27 de Febrero de 1953) es la que, por primera vez, introduce conceptos estadísticos en los programas de la Enseñanza Secundaria.

Tabla 1.1.

*Plan de Estudios del Grado Superior de la Escuela de Estadística de la Universidad de Madrid (Orden de 18 de marzo de 1963. BOE 8/4/1963)*

		Asignaturas		Optativas cuatrimestrales
		1º cuatrimestre	2º cuatrimestre	
<b>Primer año común</b>		Estadística Descriptiva	Teoría de muestras en población finita	En cada curso habrá una asignatura de libre elección entre las siguientes:
		Cálculo de Probabilidades 1º	Cálculo de Probabilidades 2º	
<b>Segundo año especialidad Estadística Matemática</b>		Métodos de programación	Teoría de la Estimación	- Estadística aplicada a la Medicina
		Matemáticas I	Matemáticas II	
<b>Segundo año especialidad Estadística Matemática</b>			Teoría de la decisión	- Estadística aplicada a la Psicología y Pedagogía
			Métodos de regresión	
<b>Segundo año especialidad Estadística general</b>			<b>Análisis numérico</b>	- Estadística aplicada a la Física
			Análisis multivariante	
<b>Segundo año especialidad Investigación Operativa</b>			Procesos estocásticos	- Estadística demográfica
			Diseño de experimentos	
<b>Segundo año especialidad Investigación Operativa</b>		Teoría de colas y stocks	Teoría de la decisión	- Otras que puedan organizarse
		Teoría de juegos y programación	Métodos de regresión	
	Econometría	<b>Técnica del muestreo</b>	Análisis multivariante	
		Procesos estocásticos	Diseño de experimentos	
		Estadística industrial	Seminario de Investigación Operativa	
		Economía de la Empresa		

La segunda Escuela de Estadística se creó en Granada a raíz de la ley General de Educación (Ley 14/1970, de 4 de agosto) con el nombre de Escuela de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad de Granada. Su primer director fue el profesor Alfonso Guiraum. La Facultad de Ciencias fue promotor y responsable de su creación y su docencia. Los estudios que se impartían en dicha Escuela iban dirigidos a la formación estadística de profesionales de distintos ámbitos (militares, médicos e ingenieros entre otros), se desarrollaron desde 1972 hasta la implantación de los estudios oficiales de Diplomado en Estadística en 1990. Las enseñanzas que se impartieron en sus comienzos, tanto en esta Escuela como en la de Madrid, pueden considerarse un precedente de los actuales másteres con fines profesionales.

Tabla 1.2.  
*Plan de Estudios de la Escuela Universitaria de Estadística de la Universidad Complutense de Madrid (Orden de 30 de julio de 1977. BOE 15/10/1977)*

	<b>Asignaturas</b>	<b>Horas de clase</b>
<b>Primer curso</b>	Cálculo Infinitesimal	6
	Álgebra Lineal	6
	Estadística General	6
	Contabilidad (cuatrimestral)	3
	Demografía (cuatrimestral)	3
<b>Segundo curso</b>	Cálculo de Probabilidades y Estadística Matemática	6
	Ordenadores y Programación	3
	Estadística Aplicada	6
	Economía General	3
	Ciencias Sociales (cuatrimestral)	3
	Estadísticas Sociales (cuatrimestral)	3
<b>Tercer curso</b>	Muestreo Estadístico	6
	Aplicaciones de los Ordenadores	3
	Técnicas de la Investigación Operativa	6
	Economía de la Empresa	3
	Análisis de Decisiones	3

También en el marco de la ley General de Educación de 1970 se modificó la Escuela de Estadística de Madrid creada en 1952, integrándola en la Escuela Universitaria de Estadística dependiente de la Universidad Complutense de Madrid, que se creó en el año 1977, por el Real Decreto 42/1977, de 21 de enero, dentro de la ordenación de las Escuelas Universitarias. El plan de estudios, de tres cursos, se aprobó por Orden de 30 de julio de 1977 y puede verse en la tabla 1.2 que se presenta a continuación. Observamos que durante el primer curso hay 12 horas por semana de asignaturas de matemáticas, sin contar la probabilidad, lo que podrían considerarse aproximadamente 36 créditos.

Aunque actualmente la Escuela de Estadística de Granada no existe, la Diplomatura en Estadística e Investigación Operativa, que comenzó a impartirse el curso 1991/92 siguiendo las directrices de la Ley de Reforma Universitaria (LRU) (Ley

Orgánica 11/1983 de 25-8-1983, BOE 1-9-1983), se introdujo dentro de la Facultad de Ciencias. En Madrid, sin embargo, la Diplomatura en Estadística derivada de la LRU continuó como estudio de la Escuela Universitaria de Estadística de Madrid. Hoy en día, este centro universitario continúa su labor docente impartiendo el Grado en Estadística Aplicada con el nombre de Facultad de Estudios Estadísticos (Orden 11377/2012, de 29 de Octubre, por la que se autoriza el cambio de denominación de centros en la UCM, BOCM 16-11-2012), siendo la única Facultad en España donde se imparten exclusivamente estudios de Estadística.

Una vez creado el título Universitario de Diplomado en Estadística, con carácter nacional, a través del RD 1465/1990 (BOE del 20-11-90) y al amparo de la LRU, comenzó a impartirse en el curso 1991/92 en las Universidades de Alicante, Autónoma de Barcelona, Sevilla, Valladolid y Zaragoza además de las ya citadas de Granada y Complutense de Madrid, posteriormente estos estudios se impartieron también en las Universidades de Barcelona, Carlos III de Madrid, Extremadura, Jaén, Politécnica de Cataluña, Salamanca y Miguel Hernández de Elche (esta última tomó el relevo de la Universidad de Alicante).

El referido Decreto establecía las materias troncales, comunes a todos los planes de estudio conducentes a la obtención del título Universitario de Diplomado en Estadística, en todo el territorio nacional, así como las características que debían tener los estudios de dicha diplomatura. En la tabla 1.3, que se muestra a continuación, pueden verse estas materias junto con una breve descripción de sus contenidos. Las matemáticas, sin contar la probabilidad, suponen un total de 30 créditos troncales, que algunas universidades ampliaron en la parte troncal u obligatoria al configurar sus planes. Por ejemplo, el plan de estudios de 1992, de la UVA (BOE 24/6/1992), amplió 10 créditos de matemáticas, con un total de 40 en tres asignaturas anuales, aunque una modificación posterior del plan (BOE 8/10/1996) los redujo a 34.5 créditos.

Tabla 1.3.

*Materias troncales de obligatoria inclusión en todos los planes de estudios conducentes a la obtención del título oficial de Diplomado en Estadística (Real Decreto 1465/1990. BOE 20/11/1990)*

Relación de materias troncales (por orden alfabético)	Créditos		
	Teóricos	Prácticos	Total
<b>Álgebra.</b> Estructuras algebraicas. Espacios vectoriales afines y euclídeos. Cálculo matricial. Aplicaciones.	6	4	10
<b>Análisis Matemático.</b> Números reales. Cálculo diferencial de funciones de una variable. Cálculo integral de funciones de una variable. Espacios métricos. Topología. Cálculo diferencial de funciones de varias variables. Cálculo integral de funciones de varias variables. Ecuaciones diferenciales. Aplicaciones.	12	8	20
<b>Cálculo de Probabilidades.</b> Espacios de probabilidad. Variables aleatorias discretas. Distribuciones y parámetros. Variables aleatorias continuas unidimensionales.	4.5	3	7.5
<b>Estadística Descriptiva.</b> Métodos gráficos. Distribuciones unidimensionales. Distribuciones multidimensionales. Números índices. Series cronológicas.	4.5	3	7.5
<b>Estadística Matemática.</b> Variables aleatorias multidimensionales. Introducción al problema central del límite. Introducción a la inferencia estadística. Estimación para métrica. Estimación por intervalos y contrastes de hipótesis. Inferencia no paramétrica.	9	6	15
<b>Fundamentos de Informática.</b> Proceso de datos. Ordenadores. Lenguajes de programación. Representación de datos. Bases. Resolución de problemas matemáticos mediante algoritmos.	3	3	6
<b>Investigación Operativa.</b> Programación lineal. Programación no lineal. Simulación. Teoría de colas. Modelos de inventario. Modelos de reemplazamiento.	9	3	12
<b>Modelos Lineales.</b> Teoría general de modelos lineales. Modelos de regresión. Análisis de varianza y covarianza. Introducción al diseño de experimentos.	4.5	3	7.5
<b>Muestreo Estadístico.</b> Muestreo probabilístico. Muestreo aleatorio simple. Muestreo estratificado. Muestreo por conglomerados. Muestreo polietápico. Estimadores de razón y regresión. Muestreo de poblaciones infinitas.	9	6	15

Fuente: MEC (1990b)

A partir de 1996 los planes de estudio de estas Diplomaturas incluyeron pequeñas modificaciones, como la que acabamos de citar del plan de la UVA, con el objetivo de adaptarse a los cambios en las directrices para la elaboración de los planes de estudio de la legislación universitaria del momento. Este título, hoy extinguido, se ha impartido en catorce universidades españolas. La tabla 1.4 muestra el número de créditos troncales y obligatorios de asignaturas de matemáticas, sin incluir la probabilidad, en cada uno de los planes de estudio de Diplomado en Estadística que han impartido las universidades españolas. Además, en la última columna, se muestra el número de créditos totales del plan de estudios correspondiente, que varía entre 180 y 224. El número de créditos destinado a matemáticas varía entre los 30 troncales y 45, como puede verse en la cuarta columna de la tabla.

Tabla 1.4.

*Número de créditos troncales y obligatorios de matemáticas (álgebra, análisis y cálculo numérico) de los distintos planes de estudios de Diplomado en Estadística*

Universidad	Fecha de la Resolución de la Universidad*	BOE	Nº créditos	
			T. y O. de Matemáticas	Totales
U. de Alicante	23 de noviembre de 1990	9/01/1991	39	216
	11 de febrero de 1994	04/03/1994	35	207
U. de Barcelona	19 de julio de 1999	19/08/1999	31	181
U. Autónoma de Barcelona	20 de noviembre de 1992	21/01/1993	39	200
	16 de julio de 2001	11/08/2001	30	180
U. Carlos III de Madrid	2 de julio de 1994	28/07/1994	32	202
U. Complutense de Madrid	9 de enero de 1995	14/02/1995	33	207
	17 de julio de 2001	11/08/2001	33	198
U. de Extremadura	12 de noviembre de 1997	9/12/1997	34.5	198
U. de Granada	12 de noviembre de 1990	9/01/1991	33	224
	14 de febrero de 1996	11/03/1996	30	200
U. de Jaen	21 de noviembre de 1995	20/12/1995	39	198.5
U. Miguel Hernández de Elche	18 de noviembre de 1997	19/12/1997	31.5	200
U. Politécnica de Cataluña	21 de octubre de 1996	27/11/1996	33	207
U. de Salamanca	17 de octubre de 1994	4/11/1994	42	198
U. de Sevilla	9 de enero de 1990	5/02/1990	45	225
	7 de octubre de 1997	5/11/1997	45	204
U. de Valladolid	5 de junio de 1992	24/06/1992	40	210
	16 de septiembre de 1996	8/10/1996	34.5	207
U. de Zaragoza	30 de noviembre de 1990	12/01/1991	37.5	202
	10 de noviembre de 1994	19/01/1995	33	202

\* homologación/acuerdo/publicidad/modificación del plan de estudios de Diplomado en Estad.

Los contenidos de matemáticas más frecuentes, añadidos por las universidades a las materias troncales del plan de Diplomado en Estadística indicadas en la tabla 1.3, bien como ampliación en asignaturas troncales, bien como una asignatura obligatoria, o bien como una asignatura optativa, corresponden a Cálculo Numérico: resolución numérica de ecuaciones y sistemas de ecuaciones, interpolación y extrapolación numérica, derivación e integración numérica, solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias.

### **1.2.3. La enseñanza de la Estadística dentro de la Licenciatura en Matemáticas**

Con anterioridad a la Diplomatura, no debemos olvidar que la formación superior en estadística, además de en las Escuelas de Madrid y Granada, tuvo lugar dentro de la Licenciatura en Ciencias Matemáticas como una especialidad.

Siguiendo a (Gil, Gil y Pardo, 2012) podemos apuntar que en el año 1968, en la Universidad Complutense de Madrid se licenció la primera promoción de Matemáticas por la especialidad de Estadística. Algunos de estos licenciados fueron los responsables de dar vida a las especialidades de Estadística en las licenciaturas de Matemáticas de las universidades españolas que contaban con Sección de Matemáticas en sus Facultades de Ciencias, que por orden de creación fueron las siguientes: Madrid (1857), Barcelona (1858), Zaragoza (1903), Santiago de Compostela (1957), Granada (1964), Valencia (1966), Sevilla (1967) y Valladolid (1968). Estas Secciones de Matemáticas reformaron sus licenciaturas a partir de la Ley General de Educación de 1970 (LGE), que reemplazó a la ley Moyano de 1857.

La LGE reformó los planes de estudios universitarios e introdujo Cálculo de Probabilidades y Estadística Matemática como una asignatura obligatoria de la Licenciatura en Matemáticas en el segundo o tercer curso. Como consecuencia de estas reformas muchas licenciaturas de Matemáticas incorporaron en cuarto y quinto curso una Especialidad de Estadística, de Estadística e Investigación Operativa o de Matemática Aplicada y Estadística, que se impartieron durante las décadas de los 70 y los 80. También de esta Ley se desprende la creación de Departamentos de Estadística Matemática y/o Investigación Operativa en todas las Facultades de Matemáticas y en todas las Facultades de Ciencias que tenían una Sección de Matemáticas. Estos departamentos se modificaron hacia 1988, después de que las universidades aprobaran sus estatutos de acuerdo con lo dispuesto en la LRU. Esta ley condujo a una reestructuración del profesorado universitario y de los departamentos por áreas de conocimiento. Una de las áreas creadas fue la de Estadística e Investigación Operativa. Otra implicación importante de la LRU en lo que nos concierne fue la supresión de las especialidades dentro de una carrera y la reserva de una parte de los créditos para la libre configuración.

Al igual que comentábamos anteriormente respecto a la Diplomatura, al amparo de la LRU también se establecieron por decreto las materias troncales, comunes a todos los planes de estudio conducentes a la obtención del título de Licenciado en Matemáticas en todo el territorio nacional (Real Decreto 1416/1990 de 26 de octubre, BOE de 20-11-1990). En lo que atañe a Estadística, se establece como materia troncal la asignatura “Probabilidades y Estadística”, tiene seis créditos teóricos y cuatro prácticos en el primer ciclo y ninguna en el segundo ciclo.

## **Un ejemplo: La Estadística en la Licenciatura en Matemáticas de la UCM a lo largo de su historia**

Como ejemplo de la trayectoria que tuvo la Estadística dentro de Matemáticas podemos detallar los cambios que afectaron a la especialidad de Estadística en los planes de estudios en la Licenciatura de Matemáticas más antigua, la de la actual Universidad Complutense de Madrid, antigua Universidad Central. El primer plan de estudios de Matemáticas que incluye una especialidad de Estadística es el de 1964 (Orden ministerial de 28 de julio de 1964, BOE 2-9-1964), en este plan de cinco años el primer curso es común a las cinco Secciones de la Facultad de Ciencias: Matemáticas, Física, Química, Geología y Biología, segundo curso y parte de tercero es común a las tres Ramas de Matemáticas: Pura, Aplicada y Metodología y didáctica, a su vez la rama de Matemática Aplicada consta de cuatro especialidades: Análisis numérico, Física matemática, Astronomía y Estadística. Este plan se modifica en 1970, por Orden de 2 de abril, BOE 18-4-1970, se establecen las enseñanzas que se impartirán en la especialidad de Estadística dentro de la Rama de Matemática Aplicada de la Sección de Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid.

En el nuevo plan, por lo que respecta a Estadística los tres primeros cursos continúan según el plan de 1964 y la especialidad de Estadística se escinde en dos: especialidad de Estadística y especialidad de Investigación Operativa, que junto con otras cinco especialidades (Análisis numérico, Física Matemática, Astronomía, Geodesia y Cálculo automático) constituyen la Rama Aplicada. El plan de 1970 no duró mucho debido a la promulgación de la LGE que condujo al plan de 1976 (BOE de 17-6-1977 y BOE de 12-10-1977), primer plan completo de la Licenciatura en la nueva Facultad de Matemáticas (la Orden de 9-10-1974, BOE de 31-10 divide la actual Facultad de Ciencias en cinco Facultades) de la Universidad Complutense de Madrid, llamada así desde 1971 (BOE de 27-3). Este plan conducía a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Matemáticas por la Sección de Estadística e Investigación Operativa o bien por cualquiera de las otras cuatro Secciones: Matemática Fundamental; Ciencias de la Computación; Astronomía, Mecánica y Geodesia y Metodología y Didáctica de la Matemática. Por lo que respecta a la Sección que nos ocupa, sobre este plan, además de un primer y segundo curso específicos de Matemáticas y comunes para todas las secciones, podemos destacar un tercer curso con dos asignaturas específicas de la Sección (Programación matemática y Cálculo de probabilidades y estadística II) y un

cuarto y quinto curso propios de la Sección y con división en dos especialidades: de Estadística y de Investigación Operativa. Como resultado, algo más del 53% de las horas del plan de Matemáticas Sección de Estadística e Investigación Operativa correspondían a asignaturas propias del área (1440 de 2700 horas).

Derivado de la LRU surgió el plan de 1995 en la UCM (Resolución de 29 de marzo de 1995, BOE 24-4), que aumentó significativamente el número de horas de clase respecto al anterior (de 2700 horas en 1976 se pasó a 3200 horas en 1995), desaparecen las secciones y especialidades y se establecen perfiles al estudiar ciertos grupos de asignaturas, aunque se podía obtener la licenciatura sin cursar un determinado perfil. Uno de los seis perfiles es el de Estadística e Investigación Operativa (EIO). Por lo que respecta a las materias troncales y obligatorias, el alumno debía superar 184,5 créditos, de los cuales 25,5 eran del área de Estadística e I.O., un alumno que cursaba el perfil de EIO debía superar 76,5 créditos a mayores de materias del área, lo que hacen un total de 102 créditos de EIO, además para completar los 320 créditos del título necesitaba superar otros 27 créditos de materias optativas (de matemáticas e informática principalmente) y 32 créditos de libre elección, hasta 15 de estos últimos podían conseguirse por prácticas en empresas, instituciones públicas o privadas, o por trabajos académicamente dirigidos e integrados en el plan de estudios.

Si comparamos el porcentaje de horas del plan de Matemáticas Sección de EIO de 1976 dedicadas a materias propias del área, 53%, con el correspondiente a un perfil de EIO del plan de estudios de Matemáticas de 1995, a penas un 32% (1020 de 3200 horas), comprobamos que se produce una rebaja sustancial de los contenidos propios de EIO. Rebaja que no fue exclusiva de nuestro ejemplo, sino que también se produjo, en mayor o menor medida, en todos los planes de Matemáticas a nivel nacional.

En el año 2000 la Facultad comenzó a impartir, con la categoría de genérica, una asignatura denominada *Laboratorio de Matemáticas*. El objetivo de esta asignatura era intentar resolver el grave problema de las deficiencias de formación detectadas en los alumnos que ingresaban en la Facultad (Outerelo, 2009, 575), se podía cursar como libre elección en el primer curso.

El siguiente plan de estudios corresponde al Grado en Matemáticas actual ya dentro del marco del EEES.

#### **1.2.4. La Licenciatura en Ciencias y Técnicas Estadísticas**

De nuevo al amparo de la LRU se establece el título universitario oficial de Licenciado en Ciencias y Técnicas Estadísticas (LCTE) por el Real Decreto 2084/1994 de 20 de octubre (BOE de 6 de diciembre con corrección de erratas de 8 de diciembre de 1994). Se trata de un título correspondiente a enseñanzas de sólo segundo ciclo. El acceso a estos estudios fue regulado por Orden de 21 de Septiembre de 1995 (BOE de 28 de Septiembre de 1995). Pueden acceder directamente quienes se encuentren en posesión del título de Diplomado en Estadística así como quienes hayan superado el primer ciclo de la Licenciatura en Matemáticas, de Ingeniería en Informática o Industrial o bien sean Ingenieros Técnicos de determinadas especialidades. Otros titulados pueden acceder a la LCTE cursando ciertos complementos de formación, en todo caso el alumno que accede a estos estudios deberá haber superado al menos doce créditos en Matemáticas, seis créditos en Informática y seis créditos en Estadística.

La creación de este título vino motivada por la supresión de las Especialidades, por un lado, y la aparición de la Diplomatura en Estadística, por otro. En su mayoría, los nuevos planes de la Licenciatura en Matemáticas, algunos de cuatro años, redujeron respecto a planes anteriores las horas dedicadas a Estadística, de este modo surgió el hueco que vino a ocupar la LCTE.

Entre los cursos 1995/96 y 1999/2000 comenzaron a impartirse estos estudios en diez universidades españolas, en ocho de ellas se podía cursar Diplomatura y Licenciatura de segundo ciclo en la misma Universidad, dos universidades impartían sólo la LCTE y cinco sólo la Diplomatura en Estadística. La LCTE, igual que la Diplomatura en Estadística, ha seguido impartándose en estas universidades hasta su actual extinción en favor de los nuevos grados y másteres organizados de acuerdo con la normativa de Bolonia.

La duración de los estudios era de dos años, el número de créditos de la LCTE variaba según la universidad entre 120 y 150.

En la Memoria para la verificación del Título de Grado en Estadística por la Universidad de Valladolid (2010, 9) podemos leer respecto a los estudios de Licenciado en Ciencias y Técnicas Estadísticas:

*Estos estudios, constituyen una continuación natural de los estudios de Diplomado en Estadística, proporcionando una titulación universitaria superior a profesionales de la Estadística que dispondrán de una mentalidad abierta, pragmática y crítica, a la vez que de una amplia capacidad de desarrollo de nuevos métodos y técnicas estadísticas. Por otra*

*parte, estos estudios también se han nutrido de estudiantes procedentes del primer ciclo de Matemáticas, Informática y otras titulaciones, que encuentran en la Estadística un complemento idóneo en la formación, con una orientación profesional muy clara hacia los numerosos ámbitos de actividad económica que demandan, cada vez más, profesionales estadísticos.*

Esta demanda cada vez mayor de profesionales estadísticos fue seguramente la que hizo que no se tuviera muy en cuenta el perfil docente para estos licenciados en el plan de estudios. Por ejemplo, la Universidad de Granada fue la única que introdujo una asignatura específica de didáctica de la estadística en su licenciatura (plan de estudios aprobado por Resolución de 13 de septiembre de 1995, BOE 21-10).

### **1.3. La enseñanza de la Estadística en la etapa no universitaria**

En Royaumont (Francia), bajo el amparo de la Organización Europea de Cooperación Económica (OCDE), en 1959 tuvo lugar una reunión Internacional de matemáticos, en ella se hace hincapié, a través de su informe, en la necesidad de introducir y/o ampliar los conceptos estadísticos en la Enseñanza Media, y se mencionan países, como por ejemplo, Estados Unidos, Canadá, Suecia y Austria, donde ya se imparte esta materia.

Holmes (2002) nos acerca al inicio de la educación estadística preuniversitaria en Reino Unido, uno de los países pioneros en este campo. Según Holmes, en 1961 fueron introducidas, de manera opcional, la estadística y la probabilidad en el currículum de Inglaterra para estudiantes de 16 a 19 años que querían especializarse en matemáticas, el objetivo de la introducción era mostrar aplicaciones importantes de estas disciplinas en campos tales como geografía, psicología, biología etc. Aunque, según Holmes, se dio poco énfasis en las implicaciones prácticas de los cálculos. Más tarde, entre los años 1975 y 1981, Holmes y su equipo de la Universidad de Sheffield desarrollaron un proyecto sobre la enseñanza de la Estadística, para edades de 11 a 16 años, denominado *School Council Project on Statistical Education*. Como objetivos del proyecto podemos citar el estudio de la situación de la enseñanza de la estadística y las necesidades de profesores, el diseño de objetivos detallados para llevar a cabo la enseñanza y la producción de materiales. El contenido del proyecto se publicó en un libro (Holmes, 1980).

Nos remontamos a los orígenes de la enseñanza de la Estadística en la Primaria y Secundaria españolas siguiendo a Calvo, Busto y Escribano (2006, 247). La primera vez

que aparecen contenidos estadísticos en los cuestionarios oficiales de Enseñanza Primaria es en el último curso del Período de Iniciación Profesional (14-15 años) correspondiente a la Enseñanza Primaria de 1945 (BOE 18-7-1945), por Orden Ministerial de 6-2-1953. Estos contenidos son:

*en el primer trimestre, la gráfica estadística y la interpretación de curvas, ejercicios; y en el tercer trimestre del curso, escalas numéricas y gráficas, construcción de las mismas, la representación gráfica de los fenómenos estadísticos mediante gráficos proporcionales, ejercicios de reconocimiento y de construcción.*

Anteriormente, en la Enseñanza Secundaria, se había introducido en 1850, una asignatura de Estadística en la sección de Administración que se impartía entonces en la Facultad de Filosofía de Madrid y también se explicaba en las Escuelas de Comercio, unida a la Geografía y Economía política. En el apartado anterior ya citamos esta asignatura de Estadística por impartirse en recinto universitario. Además, en la misma línea, Corbella (2006, 262) cita el Instituto de Segunda Enseñanza de Barcelona, dependiente de la Universidad, que en el curso 1862/63 imparte la asignatura “Geografía y Estadística Comercial” y el Instituto de Tarragona con la asignatura “Geografía y Estadística Mercantil”.

No obstante, en Secundaria, al igual que en Primaria, hay que esperar al año 1953 para que la Estadística forme parte de los contenidos de las asignaturas de Matemáticas del Bachillerato de la época. Por el Decreto del 12 de junio de 1953 (BOE 2-7-1953), se aprueba el nuevo plan de estudios del Bachillerato, de acuerdo con la Ley sobre Ordenación de la Enseñanza Media del 26-2-1953 (BOE 27-2-1953). Este Bachillerato se comenzaba a la edad de 10 años y tenía una duración de seis cursos. La Estadística formaba parte de los contenidos de las asignaturas de Matemáticas de Bachillerato de cuarto curso, último del Bachillerato Elemental, así como de quinto y sexto curso del Bachillerato Superior. Los conceptos estadísticos que aparecen en los contenidos de cuarto son: diagramas, histogramas y cartogramas; en quinto: promedios, medias aritméticas simple y ponderada, y media geométrica; y en sexto: ideas de dispersión y correlación lineal, junto con el estudio de la curva normal (Calvo, Busto y Escribano, 2006, 247).

Desde entonces en España, cada vez que se presenta un nuevo plan con contenidos matemáticos en la Educación Secundaria, los temas de estadística se siguen afianzando y ampliando, igual que en el resto del mundo. Sin embargo, en la Educación Primaria, la modificación sufrida por O.M. de 8-7-1965 (BOE 24-9-1965), hace que

estos conceptos se eliminen totalmente de los cuestionarios, para volver a implantarse con la LGE en el ciclo superior de la Enseñanza General Básica (EGB, nombre que recibe en esta etapa la Enseñanza Primaria, con una duración de 8 años y cuyo último ciclo comprendía las edades de 11 a 14 años).

Los contenidos matemáticos de esta nueva ley incluyen los conceptos de probabilidad y estadística a niveles mucho más amplios que las anteriores, tanto en la EGB como en el Bachillerato Unificado y Polivalente (BUP) y en la Formación Profesional (FP), correspondientes estos últimos a la Enseñanza Media. En el último ciclo de la EGB, en un principio, se incluía Estadística Descriptiva y Probabilidad, sin embargo, la renovación de 1982 eliminó la Probabilidad para afianzar los contenidos de Estadística Descriptiva incluida la interpretación de gráficos (Calvo et al., 2006, 248).

Continuando con la LGE, Colera (1990) nos detalla la situación de la Probabilidad y la Estadística en Secundaria y Bachillerato, así como los comienzos de una asignatura de Matemáticas en COU (Curso de Orientación Universitaria, último curso de la etapa no universitaria) concebida para aportar conocimientos de matemáticas a los alumnos de Ciencias Sociales y Humano-Lingüísticas, dividida en tres bloques a los que se les daba el mismo peso, el último de ellos: *Elementos de Probabilidad y Estadística*. Sin embargo, Colera apunta que el aprendizaje de la estadística y la probabilidad en el bachillerato de entonces era muy deficiente y como causas citaba lo desacertado de los programas vigentes (densos, academicistas), la inadecuada formación de los profesores y la desfavorable influencia de la Selectividad.

En 1990 con la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) vuelven a aparecer los conceptos estadísticos, incluso en el primer ciclo de la Educación Primaria y como aspecto significativo destacamos que en una de las cuatro modalidades del Bachillerato, la de Humanidades y Ciencias Sociales se imparte estadística tanto en primero como en segundo curso y aparece por primera vez la inferencia estadística con los intervalos de confianza, en este último (Real Decreto 1179/1992 modificado por el Real Decreto 3474/2000). Si bien, es verdad que en la FP ya se contemplaba la inferencia estadística desde 1970 con la LGE. En el Bachillerato Tecnológico aparece en la asignatura *Matemáticas I* un bloque destinado a Estadística y Probabilidad, no así en *Matemáticas II* de segundo curso. Los contenidos de Estadística y Probabilidad, tanto de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) como de Bachillerato, pueden consultarse en Calvo, Busto y Escribano (2006, 249-252) y en Nortes (1998); cuestiones sobre objetivos, conceptos, procedimientos, actitudes y criterios de evaluación

correspondientes a Educación Primaria (6-11 años) y ESO (12-16 años) en Estrada (2002, 23-26). Estrada hace la siguiente valoración:

*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. (Estrada, 2002, 27)*

Esta problemática que apunta Estrada sobre la falta de acuerdo entre lo que se trabaja realmente en clase sobre Estadística y lo que se debería tratar según los programas es una cuestión que otros autores apuntan tanto en épocas pasadas (Colera, 1990, 204-205) como en fechas más recientes, y de la que nos ocuparemos en el siguiente capítulo por ser un problema actual.

En el panorama internacional, son importantes las líneas marcadas en 1982, en UK por el *informe Cockroft* (Cockroft, 1985), en los capítulos dedicados a la enseñanza de la Estadística en Primaria y Secundaria, y en USA por los Estándares Curriculares y de Evaluación para las Matemáticas Escolares publicados por el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) entre 1989 y 2000. En el *informe Cockroft* se insiste en la interpretación de los gráficos tanto en Primaria como en Secundaria y en esta última, bajo la denominación de *Ideas estadísticas*, incluye entre otros objetivos el fomento de una actitud crítica ante las estadísticas presentadas por los medios de comunicación. En los documentos del NCTM la estadística y la probabilidad se ven cada vez más reforzadas y aparecen en el currículo de los diferentes niveles educativos, incluso en edades muy tempranas (nivel K-2) se especifica que los niños deben discutir sobre si los sucesos familiares les parecen de fácil o difícil ocurrencia, por otro lado en niveles más altos se da mucha importancia a que los estudiantes entiendan los conceptos y procesos usados en el análisis de datos. Para obtener más información sobre la estadística en los estándares del NCTM puede consultarse Estrada (2002, 31-34). Estrada consideraba en 2002 sobre el currículo del NCTM 2000: “*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*”.

## **1.4. Reflexiones sobre el papel histórico de las Matemáticas en la enseñanza de la Estadística**

Podríamos decir que históricamente la estadística no ha surgido de la matemática, pero se ha apoyado en ella para crecer.

En la enseñanza no universitaria la Estadística surge dentro del currículo de Matemáticas y sigue estando dentro de él. En la formación superior, ya hemos comentado que la estadística no comenzó en un entorno matemático, pero al menos en España, fue ganando terreno dentro de la licenciatura en Matemáticas, donde estuvo inmersa varias décadas como especialidad. Por ejemplo, Corbella (2006, 256) apunta que en la Universidad Autónoma de Barcelona, en el curso 1975/76, la estadística en Matemáticas se reduce a una o dos asignaturas, hasta que aparecen las especialidades. Por entonces, la presencia de la Estadística en Matemáticas no era mayor que en Económicas, Psicología o Medicina.

Kahane (2010), en una reunión francófona internacional, celebrada en Bruselas, sobre la enseñanza de la estadística, apunta que en algunos países como Inglaterra, existe una fuerte tradición de integrar la estadística dentro de las matemáticas pero que no es así en Francia.

En España, en los ochenta, salvo las escuelas de Madrid y Granada, la formación superior en Estadística se impartía dentro de la licenciatura en Matemáticas como especialidad, y así se ha mantenido hasta la creación de titulaciones propias de Estadística. Estas nuevas titulaciones, junto con la disminución de las horas lectivas en las carreras, han propiciado que se haya disminuido notablemente el tiempo dedicado a la Estadística en la carrera de Matemáticas.

Desde que se imparten titulaciones de Estadística independientes, surge una cuestión nueva en su relación con la Matemática, valorar la necesidad de ésta última, su objetivo, contenidos y tiempo dedicado a ella dentro de las nuevas titulaciones de Estadística. Nosotros, en esta memoria, queremos reflexionar principalmente sobre esta cuestión.

La necesidad de las matemáticas para un futuro profesional de la estadística, en cuanto a la conveniencia de su conocimiento y adquisición de destrezas propias de aquellas, creemos que no está en cuestión por parte de la comunidad educativa. Sin embargo, son muchos los debates que ha suscitado este tema en la literatura, podríamos decir que se trataba de la lucha de los Estadísticos para conseguir una identidad propia para la Estadística. Así Rossman, preguntaba a David Moore, en una entrevista publicada recientemente por la revista *Journal of Statistics Education* (Rossman, Dietz & Moore, 2013, 8), si su artículo, Moore (1988), titulado “*Should Mathematicians Teach Statistics?*” pretendía ser una provocación, a lo que Moore contestó, dándole la razón, que era deliberadamente “*rhetorical and not wholly sincere*”.

A finales de los años 80, impulsado por la comunidad estadística, se inicia en las universidades de Estados Unidos y Canadá un proceso de revisión de la enseñanza de la estadística para no especialistas motivado por la insatisfacción con la docencia del área. Surgen voces que mantienen que la estadística no debería verse como una rama de las matemáticas y que la esencia de la disciplina se ha perdido en el contexto y forma de los cursos tradicionales de Estadística Matemática, alejándose de una formación aplicada. Snee (1988), Moore (1988, 1992), y Moore & Cobb (2000), entre otros, se ocuparon de definir las diferencias y relaciones entre las Matemáticas y la Estadística.

Moore (1992) apunta que la estadística es una disciplina científica autónoma que tiene sus métodos específicos de razonamiento. Basa esta afirmación en el hecho de que la estadística no ha surgido de la matemática, como ya comentamos anteriormente, sino de una serie de ciencias que se han apoyado en la matemática. Considera la probabilidad como una rama de las matemáticas pero no la estadística. En su opinión las ideas y métodos probabilísticos se utilizan en otras áreas de las matemáticas, sin embargo la estadística toma conceptos matemáticos para desarrollar sus métodos pero la matemática no usa conceptos estadísticos. Moore también apunta que el significado de la probabilidad es una controversia específica de la estadística y la posición que un estadístico adopta sobre ese significado tiene impacto en su práctica.

Volviendo al enfoque español, Girón (1990) presenta su visión del tema, cuando comienzan las nuevas enseñanzas de Estadística a nivel superior, canalizadas a través de la Diplomatura en Estadística, con la Licenciatura en Ciencias y Técnicas Estadísticas, todavía en ciernes. Presenta los defectos de la enseñanza de la Estadística en la Licenciatura en Matemáticas y las nuevas perspectivas que entonces se abrían con el carácter eminentemente aplicado de los planes de estudio de la Diplomatura. Girón planteaba la necesidad de una enseñanza “*menos matemática*”, reservando la “*más matemática*” para un tercer ciclo. Cuestión, ésta última, rebatida por algunos de los profesores que participaron en los comentarios del artículo, así Bayarri (en Girón, 21) comenta que “*las clases de los dos últimos ciclos están destinadas a formar estadísticos y no son (o al menos no deberían ser) parte, en mi opinión, de la formación de un matemático especializado en estadística*”.

Girón (1990) también apunta, para las nuevas asignaturas de la Diplomatura, la necesidad de plantearlas a partir de problemas y situaciones reales, usando los paquetes estadísticos convenientes. Sobre ello, J. Romo (en Girón, 60) comenta que está de acuerdo, pero que no debemos olvidarnos del modelo matemático que subyace y escribe:

*Creo que la presentación de situaciones reales debe ir acompañada de un desarrollo matemático tan completo y preciso como permita la madurez matemática de los alumnos; de hecho, pienso que éste es el rasgo que debe distinguir la docencia de la Estadística en la Licenciatura en Matemáticas de su enseñanza en otras carreras.*

Por su parte, J.A. Menéndez, en su comentario a Girón (1990, 49) apunta la idea de que “*se requiere la enseñanza de unas matemáticas más ágiles y con unos contenidos mejor adaptados a los programas de una Estadística aplicada*”.

Una visión completamente distinta es la de De Parada (1990) en el mismo volumen de la revista del INE que el artículo citado en el párrafo anterior, volumen monográfico sobre la enseñanza de la estadística. De Parada da la visión de la enseñanza de la estadística desde la óptica profesional y respecto a la cuestión que nos ocupa en este apartado apunta:

*Tradicionalmente, la enseñanza de la estadística ha estado íntimamente vinculada a la enseñanza de los métodos matemáticos de la estadística y, por ello, las Facultades de Ciencias Matemáticas han sido las principales escuelas en la formación de estadísticos profesionales. Sin embargo, esto ha producido un grave sesgo en la formación profesional. El matemático, por su tendencia hacia la "ciencia exacta", ha desdeñado el aprendizaje y la enseñanza de importantes fases del método estadístico hipertrofiando la metodología matemática de la estadística hasta el punto de convertir la estadística en una ciencia abstracta sin vinculación alguna con la realidad y totalmente alejada de sus orígenes como ciencia eminentemente aplicada.*

(De Parada, 265)

Terminamos el apartado con el comentario de Little (2013, 359) sobre tres grandes de la estadística, *A pesar de ser un excelente matemático, Fisher se veía a sí mismo principalmente como un científico y desacreditaba a los rivales Neyman y Pearson como meros "matemáticos". Además, Little argumenta sobre lo que llama “la difícil relación entre estadística y matemáticas”.*

Volveremos sobre esta cuestión, desde un punto de vista más actual, en el capítulo siguiente.



## Capítulo 2

### La enseñanza de la estadística en la actualidad

La Estadística es una disciplina que está alcanzando progresivamente un reconocimiento importante en todo el mundo. La gran cantidad de datos de los que disponemos gracias a las nuevas tecnologías y las operaciones estadísticas realizadas con algunas de ellas para calcular índices importantes en nuestras vidas, como el IPC, han contribuido indudablemente a ese reconocimiento.

Este reconocimiento contribuye a que la comunidad educativa, e incluso la sociedad, tome conciencia de la necesidad de una formación adecuada en esta materia. En realidad, podemos considerar la estadística como una disciplina bastante nueva, al menos en lo que se refiere a alcanzar cierto grado de madurez. Puesto que es una disciplina transversal, no es fácil definir su lugar en la educación. Lo que ya es una realidad es la presencia de la estadística, tanto en la formación del ciudadano medio como en la del titulado universitario de cualquier rama de conocimiento y, por supuesto, en la del futuro profesional de la Estadística.

En este capítulo, nosotros trataremos de dar una visión actual de esa enseñanza para el futuro profesional de la estadística, tanto en España como en otros países, con detalles sobre las matemáticas que se incluyen en los currículos. También abordaremos, los aspectos que más nos interesan del currículo de matemáticas de las Enseñanzas Primaria y Secundaria, incluido Bachillerato, puesto que es la formación que han recibido anteriormente los universitarios que pretenden formarse para ser profesionales de la estadística, donde se sitúan los objetivos de nuestro estudio.

## **2.1. Los estudios universitarios de Estadística en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)**

La Declaración de Bolonia, firmada el 19 de junio de 1999 por Ministros con competencias en Educación Superior de 29 países europeos, sienta las bases para la construcción de un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en el que se aumente la compatibilidad y comparabilidad de los sistemas de Educación Superior de los distintos países y se coopere en la certificación de garantías de calidad. Entre los procedimientos desarrollados por todos los países implicados en la adaptación de su enseñanza superior destacamos el establecimiento de un sistema de créditos europeos (*European Credit Transfer System*, ECTS) y la armonización de las titulaciones y sus ciclos.

Por lo que respecta a la legislación española, la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades establece que se deberán adoptar las medidas necesarias para la plena integración del sistema español en el EEES. Se inicia entonces un proceso de redefinición de los títulos universitarios estructurados en tres ciclos: Grado, Máster y Doctorado, que conducirá al Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre (BOE de 30 de octubre), por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, teniendo como marco la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril (BOE de 13 de abril), que modifica la Ley Orgánica de Universidades arriba mencionada.

### **2.1.1. Situación de los estudios de Estadística en España. Grados en Estadística.**

Por supuesto las Titulaciones de Estadística de las que hemos hablado en el capítulo anterior, Diplomado en Estadística y Licenciado en Ciencias y Técnicas Estadísticas, no se quedaron al margen de este proceso. Las quince universidades y diecisiete centros que impartían al menos una de las dos titulaciones anteriores formaron una Red Nacional con el objetivo de elaborar en 2004 el Libro Blanco del Título de Grado en Estadística, acogándose a la *II Convocatoria de ayudas de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) para el diseño de planes de estudio y títulos de grado adaptados al EEES*, que fue publicado y evaluado por la ANECA en 2004. El Libro Blanco, además de establecer la estructura y objetivos del futuro Título, incluye los resultados de un estudio sobre la situación laboral de los

egresados en ambas titulaciones entre 1999 y 2003, el grado de satisfacción de los mismos y la opinión de los empleadores. Como objetivo del nuevo título ANECA (2004, 9) establece:

*El título de Grado en Estadística que se propone tiene como objetivo la formación de profesionales capacitados para aplicar los métodos y modelos de la Estadística y la Investigación Operativa, así como para realizar una gran cantidad de tareas específicas que acompañan a cualquier proceso de análisis de datos, que a menudo es un primer paso para preparar la toma de decisiones.*

Las Universidades Carlos III y Complutense de Madrid participaron con la Diplomatura en Estadística y la LCTE en el “*Proyecto para el establecimiento de una red universitaria para el análisis de los elementos del proceso de convergencia en la Licenciatura en Matemáticas y las titulaciones afines*”, financiado por la Comunidad de Madrid, que finalizó en marzo de 2004, dando tiempo a que este proyecto pudiera enriquecer la perspectiva de la propuesta de Grado que se hizo en el Libro Blanco al que hemos aludido (ANECA, 2004, 27). También en otros centros que impartían la Diplomatura en Estadística se formaron grupos de profesores que comenzaron a poner en práctica experiencias piloto de innovación docente para la adecuación del título de Diplomado en Estadística al EEES promovidas por las universidades y financiadas por los gobiernos autonómicos. En Cataluña, las Universidades Politécnica de Cataluña y de Barcelona incluyeron la Diplomatura en Estadística en los cursos 2004/05 y 2005/06, en el Plan Piloto de adaptación de titulaciones al EEES financiado por el *Departament d’Innovació, Universitats i Empresa de la Generalitat* de Catalunya. La Universidad de Valladolid puso en práctica las experiencias de manera progresiva, involucrando el año 2005/06 al primer curso, el año 2006/07 a los dos primeros cursos y el año 2007/08 a la titulación completa. La memoria final del último proyecto, UV27/07 puede consultarse en Menéndez, González, Rodríguez, et al. (2008). Por su parte, la Universidad de Granada con la Diplomatura en Estadística y la Licenciatura en Ciencias y Técnicas Estadísticas optó a una convocatoria de *Incentivos para realización de Experiencias Piloto de Implantación ECTS* durante los cursos 2006/2007, 2007/2008 y 2008/2009 (Memoria para la verificación del Título de Grado en Estadística por la Universidad de Granada, 9).

De las quince universidades que elaboraron el Libro Blanco del Título de Grado, doce adaptaron los estudios de Diplomado en Estadística a estudios de Grado conforme al Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de

las enseñanzas universitarias oficiales siguiendo los distintos documentos que, tanto la ANECA como las propias universidades elaboraron para facilitar el proceso de verificación de títulos universitarios oficiales que se requerían. La Universidad de Barcelona y la Politécnica de Cataluña optaron por un *Grado en Estadística* conjunto, la Universidad Complutense de Madrid imparte un *Grado en Estadística Aplicada* en la Facultad de Estudios Estadísticos (antigua Escuela de Estadística) y un *Grado en Matemáticas y Estadística* en la Facultad de Matemáticas cuyos dos primeros cursos son comunes con otros dos Grados (Grado en Matemáticas y Grado en Ingeniería Matemática), la Universidad Autónoma de Barcelona conjuntamente con la de Vic imparten un *Grado en Estadística Aplicada*, otras cinco Universidades (Extremadura, Granada, Salamanca, Sevilla y Valladolid) imparten *Grados en Estadística*. Las Universidades Carlos III de Madrid y Jaén imparten *Grados en Estadística y Empresa*, por último la Universidad Miguel Hernández imparte un *Grado en Estadística Empresarial*.

Hacemos notar que la Escuela de Estadística de la UCM, actualmente Facultad de Estudios Estadísticos, ha cambiado su denominación por la Orden 11377/2012, de 29 de octubre, de la Consejería de Educación, Juventud y Deporte (BOCM 16-11-2012).

Las Universidades de Valencia y Zaragoza, que también participaron en la elaboración del Libro Blanco, actualmente imparten másteres adaptados al EEES y regulados por el RD 1393/2007 y por el Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el anterior. Valencia (Estudi General) imparte un Máster Universitario en Bioestadística y Zaragoza imparte conjuntamente con otras cinco universidades un Máster Universitario en Modelización e Investigación Matemática, Estadística y Computación.

Para completar la información sobre las universidades participantes en la elaboración del Libro Blanco, diremos que los Grados en Matemáticas de las Universidades de La Laguna y Zaragoza cuentan con un itinerario de Estadística, en el primer caso es de Estadística e Investigación Operativa. Otros títulos de Graduado en Matemáticas que presentan itinerario o mención de Estadística son los de las Universidades de Barcelona y Extremadura. La Rioja ofrece al estudiante del Grado en Matemáticas la posibilidad de obtener mención en Estadística e Informática.

Otros másteres universitarios adaptados al EEES cuyos planes de estudios están centrados en la Estadística pueden cursarse en las Universidades de Granada (Estadística Aplicada) y Salamanca (Análisis Avanzado de Datos Multivariantes).

Impartidos de manera conjunta por varias universidades pueden cursarse, además del citado en el párrafo anterior (Universidades de Zaragoza, del País Vasco, Cantabria, Oviedo, Navarra y La Rioja), el Máster Universitario en Estadística e Investigación Operativa por la Universidad de Barcelona y la Universidad Politécnica de Catalunya, el Máster Universitario en Técnicas Estadísticas por la Universidad de A Coruña, la Universidad de Santiago de Compostela y la Universidad de Vigo, y el Máster Universitario en Tratamiento Estadístico Computacional de la Información por la Universidad Complutense de Madrid y la Universidad Politécnica de Madrid.

Como ejemplo de másteres EEES con parte importante de estadística, aunque no estén centrados en ella, citaremos el de la Universidad Autónoma de Barcelona (Modelización para la Ciencia y la Ingeniería) y el de la UCM, que se imparte en la Facultad de Estudios Estadísticos (Minería de Datos e Inteligencia de Negocios). Hay otros másteres relacionados con análisis de tipos específicos de datos, algunos de muy reciente creación, como el Master en *Big Data Analytics* (métodos analíticos para datos masivos) de la Universidad Carlos III de Madrid, que se impartirá en inglés, por primera vez el curso 2015/16.

Por otra parte, desde el curso 2011/12, se imparte en la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad de Barcelona un Programa Conjunto de Estudios Oficiales de Grado: PCEO Grado en Economía/Grado en Estadística (doble grado) con una duración para el itinerario curricular conjunto algo menor a seis años (390-420 ECTS) y desde el curso 2013/14 se ha comenzado a impartir en la Universidad de Sevilla un PCEO Grado en Matemáticas/Grado en Estadística de cinco años (342 ECTS). Por último, desde el curso 2014/15 la UAB, la UVA y la UCM han comenzado a impartir tres nuevos PCEO: Grado en Estadística Aplicada/Grado en Sociología (cinco años y 342 ECTS), Grado en Estadística/Grado en Ingeniería Informática (cinco años y 336 ECTS), y Grado en Economía/Grado en Matemáticas y Estadística (seis años y 372 ECTS), respectivamente.

En resumen, podemos decir que actualmente, según la información de que disponemos contrastada con la que proporciona el RUCT y las respectivas universidades, la enseñanza de la Estadística en España como parte significativa de una titulación adaptada al EEES, sin tener en cuenta enseñanzas de doctorado, se localiza en:

- ✓ Doce Grados que contienen en su nombre la palabra Estadística (tabla 2.1), a los que nos referiremos como GEST de aquí en adelante.

- ✓ Cinco PCEO que comparten programa de estudios con cinco de los Grados anteriores junto con un Grado en: Economía (dos), Matemáticas, Sociología o Ingeniería Informática (enlaces de interés al final de esta memoria).
- ✓ Siete másteres cuyo plan de estudios está centrado en la estadística, sin contar con otros que tienen una parte importante de estadística en su plan, o relacionados con tipos específicos de datos (ómicos, *big data*, negocios).
- ✓ Cuatro Grados en Matemáticas que ofrecen itinerarios o menciones de Estadística más uno que ofrece mención de Estadística e Informática y otros veintiún Grados en Matemáticas, la mayoría de los cuales ofrecen al estudiante interesado cursar optativas de Estadística e Investigación Operativa.

Por el tema que nos ocupa en este estudio centramos nuestra atención en los doce Grados del primer punto, GEST, pero no sin antes apuntar que los másteres del tercer punto tienen 60 o 90 ECTS y, respecto al cuarto punto, que el número de créditos correspondientes a asignaturas de Probabilidad, Estadística e Investigación Operativa que un alumno de un Grado en Matemáticas interesado en estas materias puede cursar, ronda los 40 ECTS, independientemente de que el Grado tenga o no itinerario de Estadística.

En la tabla 2.1 presentamos los centros en los que se imparte cada uno de los doce GEST y la rama de conocimiento a la que están adscritos de conformidad con el artículo 12.4 del RD 1393/2007, por el que cada Universidad propone la adscripción del título de graduado o graduada a alguna de las siguientes ramas de conocimiento:

- Artes y Humanidades
- Ciencias (CC)
- Ciencias de la Salud (CS)
- Ciencias Sociales y Jurídicas (CSJ)
- Ingeniería y Arquitectura (IA)

Observamos que seis de los GEST están adscritos a CC y los otros seis a CSJ, estos últimos son los tres Grados en Estadística y Empresa o Empresarial más el Grado en Estadística Aplicada de la UCM y el Grado en Estadística de la USAL.

Tabla 2.1.

Centros en los que se imparte cada GEST y Rama de Conocimiento a la que está adscrito

Identif. GEST	Universidad	Centro/s donde se imparte	Rama	Denominación Grado
UC3M	Carlos III	Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas	CSJ	Estadística y Empresa
JAEN	Jaén	Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas	CSJ	Estadística y Empresa
UMH	Miguel Hernández	Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas	CSJ	Estadística Empresarial
UABV	Conjunto: UAB VIC	Facultad de Ciencias (UAB)/ Escuela Politécnica Superior (UVIC)	CC	Estadística Aplicada
UCME	Complutense de Madrid	Facultad de Estudios Estadísticos	CSJ	Estadística Aplicada
UPCB	Conjunto: Barcelona UPC	Facultad de Economía y Empresa (UB)/ Facultad de Matemáticas y Estadística (UPC)	CSJ	Estadística
UGR	Granada	Facultad de Ciencias	CC	Estadística
USAL	Salamanca	Facultad de Ciencias	CSJ	Estadística
US	Sevilla	Facultad de Matemáticas	CC	Estadística
UVA	Valladolid	Facultad de Ciencias	CC	Estadística
UNEX	Extremadura	Facultad de Ciencias	CC	Estadística
UCMF	Complutense de Madrid	Facultad de Ciencias Matemáticas	CC	Matemáticas y Estadística

Nota: CSJ= Ciencias Sociales y Jurídicas; CC= Ciencias.

En el curso académico 2008/2009 comenzó a impartirse primero del grado UC3M, le siguieron los grados UCME, UPCB, USAL, UVA y UCMF en 2009/2010, los otros seis comenzaron primero en 2010/11, el grado UABV comenzó a impartir los cuatro cursos simultáneamente en 2010/11, como ya lo hiciera el grado UCME en el curso 2009/2010. Las fechas del BOE donde se publican los planes de estudios de estos grados figuran en la tabla 2.10. Las tablas 2.2 y 2.3 muestran la distribución de créditos ECTS en el plan de estudios, para los GEST adscritos a la rama de CSJ y de CC respectivamente. Estas tablas son de elaboración propia a partir de la información en RUCT.

Tabla 2.2.

Distribución del plan de estudios en créditos ECTS para los GEST adscritos a la rama CSJ

Tipo de materia	Grados rama CSJ					
	UC3M	JAEN	UMH	UCME	UPCB	USAL
Formación básica	60	60	60	60	66	60
Obligatorias	138	144*	150	150	126	96
Optativas	24	30	24	18	30	60
Prácticas externas obligatorias	12	-	-	-	-	-
Trabajo fin de grado	6	6	6	12	18	24
Total créditos	240	240	240	240	240	240

\* Incluye 12 ECTS de prácticas externas que pueden sustituirse por 2 asignaturas concretas.

Tabla 2.3.

*Distribución del plan de estudios en créditos ECTS para los GEST adscritos a la rama CC*

Tipo de materia	Grados rama CC					
	UABV	UGR	US	UVA	UNEX	UCMF
Formación básica	60	60	60	66	60	64.5
Obligatorias	120	108	138	114	144	103.5
Optativas	48	60	30	48*	30	60
Prácticas externas obligatorias	-	-	-	6*	-	-
Trabajo fin de grado	12	12	12	6	6	12
Total créditos	240	240	240	240	240	240

\* En la modificación del plan de estudios, de 2014, las Prácticas externas pasan a ser optativas

Las tablas 2.4 y 2.5, en las que se muestra la distribución, por materias, de ECTS de Formación Básica (FB) para los GEST de CSJ y CC, se han elaborado a partir de la información que proporcionan los planes de estudios publicados por resolución de la universidad correspondiente (tabla 2.10).

En la tabla 2.5, correspondiente a los GEST de CC, se observa que solo son seis, los créditos FB vinculados a la materia Estadística, en tres grados y cero en el resto, en UABV la asignatura correspondiente se denomina “*Estadística Descriptiva*” y en UNEX y UCMF “*Estadística*”, este aparente escaso número de créditos FB de estadística en los grados de la rama CC puede explicarse por la normativa que establece la ordenación de las enseñanzas universitarias. Según el anexo II del RD 1393/2007, las materias básicas están incluidas en determinadas ramas de conocimiento, la materia Estadística está incluida en la rama CSJ y en la rama CS pero no en la rama CC. Según el artículo 12.5 de dicho Real Decreto:

*El plan de estudios deberá contener un mínimo de 60 créditos de formación básica, de los que, al menos, 36 estarán vinculados a algunas de las materias que figuran en el anexo II de este real decreto para la rama de conocimiento a la que se pretenda adscribir el título. Estas materias deberán concretarse en asignaturas con un mínimo de 6 créditos cada una y serán ofertadas en la primera mitad del plan de estudios.*

Por lo que respecta a los grados en Estadística, esta reglamentación ha dado lugar a que una misma asignatura se vincule a materias distintas por el interés de adscribir el grado a una rama determinada, por ejemplo, los seis créditos de una asignatura denominada “*Estadística Descriptiva*” incluida en el plan de estudios de cuatro grados adscritos a la rama de conocimiento de Ciencias: UABV, UGR, US y UVA, en tres de ellos se vinculan a la materia Matemáticas (rama CC) mientras en UABV se vinculan a la materia Estadística (rama CSJ o CS). Otro ejemplo del mismo tipo lo encontramos en los créditos de formación básica en Probabilidad en los cuatro grados anteriores, que se

consideran vinculados a la materia Matemáticas (rama CC) cuando en los grados adscritos a la rama CSJ estos créditos se consideran vinculados a la materia Estadística (rama CSJ).

Tabla 2.4.

*Distribución de ECTS de Formación Básica para los GEST de la rama CSJ*

Materias	Carácter*	Créditos de FB en los Grados de la Rama de CSJ					
		UC3M	JAEN	UMH	UCME	UPCB	USAL
<b>Economía/Empresa/Sociología</b>	FB CSJ	18	30	30	12	12	6
<b>Derecho</b>	FB CSJ	-	-	18	-	-	-
<b>Estadística</b> (incluye Probabilidad, Inferencia, Investigación Operativa, Demografía...)	FB CSJ	18	24	6	24	24	30
<b>Matemáticas</b>	FB CC	6	6	6	12	18	18
<b>Informática</b>	FB IA	-	-	-	12	12	6
<b>Habilidades Básicas</b> (Inglés, Humanidades, Expresión, Búsqueda y uso de la Información)	FB	18	-	-	-	-	-

\*CSJ= Ciencias Sociales y Jurídicas; IA= Ingeniería y Arquitectura; CC= Ciencias; FB= Formación Básica.

Tabla 2.5.

*Distribución de ECTS de Formación Básica para los GEST de la rama CC*

Materias en el sentido del RD 1393/2007	Carácter*	Créditos de FB en los Grados de la Rama de CC					
		UABV	UGR	US	UVA	UNEX	UCMF
<b>Economía/Empresa</b>	FB CSJ	-	12	12	6	-	-
<b>Física/Química</b>	FB CC	-	-	-	-	30	6
<b>Biología</b>	FB CC	6	-	-	-	-	-
<b>Estadística</b>	FB CSJ o CS	6	-	-	-	6	6 (CS)
<b>Matemáticas</b> (incluye Probabilidad, Investigación Operativa, Estadística Descriptiva ...)	FB CC	30	36	36	42	24	45
<b>Informática</b>	FB IA	18	12	12	18	-	7.5

\* FB= Formación Básica; CSJ= Ciencias Sociales y Jurídicas; IA= Ingeniería y Arquitectura; CC= Ciencias; CS= Ciencias de la Salud

Si en la tabla 2.5, asignamos a Estadística en lugar de a Matemáticas, los créditos correspondientes a asignaturas con contenidos de Probabilidad, Investigación Operativa o Estadística Descriptiva. Las filas correspondientes a Estadística y Matemáticas quedarían como se muestra en la tabla 2.6, lo que nos permite observar mejor posibles diferencias entre planes de estudio.

Tabla 2.6.

*Redistribución de ECTS FB de Estadística y Matemáticas para los GEST de la rama CC*

Materias	Créditos de FB en los Grados de la Rama de CC					
	UABV	UGR	US	UVA	UNEX	UCMF
Estadística	18	18	12	18	6	6
Matemáticas	18	18	24	24	24	45

En la tabla 2.7 incluimos más detalles sobre los ECTS dedicados a los distintos bloques de asignaturas, del plan de estudios de cada GEST, la información para su elaboración procede, además de las referencias a BOE de la tabla 2.10, de las Memorias para la verificación de los Títulos de Grado disponibles, y se ha completado con información proporcionada por las universidades en sus páginas web (ver enlaces de interés). En esta tabla clasificamos las asignaturas correspondientes a los créditos de Formación Básica y Obligatoria de los doce GEST en las siguientes categorías, según clasificación propia, atendiendo a los objetivos que nos ocupan en este estudio:

- Matemáticas
- Investigación Operativa
- Probabilidad
- Estadística y aplicaciones
- Informática
- Economía/Empresa/Marketing
- Otras

Tabla 2.7.

Detalle de la distribución de ECTS, por bloques de asignaturas, en los doce GEST

GEST	Matemáticas	Economía Empresa Marketing	Informática	Probabilidad	Estadística y Aplicaciones	Investigación Operativa	*Otras	Optativos y Prácticas Externas	TFG	Total
UC3M	24	42	18	6	78	6	24	36	6	240
JAEN	12	96	0	6	72	12	0	**42	6	240
UMH	18	66	36	0	60	12	18	24	6	240
UABV	18	0	24	12	102	18	6	48	12	240
UCME	24	18	18	12	132	6	0	18	12	240
UPCB	24	12	18	12	108	18	0	30	18	240
UGR	24	12	12	18	84	18	0	60	12	240
USAL	24	6	12	6	78	18	12	60	24	240
US	36	12	24	18	90	18	0	30	12	240
UVA	36	6	30	12	72	24	0	54	6	240
modif.	30	6	60	12	60	12	0	54	6	240
UNEX	42	12	18	12	78	12	30	30	6	240
UCMF	106.5	0	7.5	12	24	12	6	60	12	240

\*UC3M: Inglés, Humanidades, Sociología y otras; UMH: Derecho; UABV: Biociencia;

USAL: Inglés y E. Proyectos; UNEX: Física y Química; UCMF: Física.

\*\*Se incluyen 12 ECTS de Prácticas externas que se pueden sustituir por 2 asignaturas concretas: *Modelos matemáticos en la empresa* y *Protección de datos*, en el plan de estudios figuran como créditos Obligatorios

Como resumen de la tabla anterior, en las tablas 2.8 y 2.9, y en la figura 2.1 presentamos, para cada GEST, la distribución de los créditos de Formación Básica y Obligatoria correspondientes a las categorías anteriores agrupadas en tres:

- A) Matemáticas,
- B) Investigación Operativa, Probabilidad y Estadística y aplicaciones
- C) Economía/Empresa/Marketing

La tabla 2.8 presenta el resumen para los GEST de la rama CSJ y la tabla 2.9 para los de la rama CC.

Tabla 2.8.

ECTS de Formación Básica y Obligatoria de tipo A, B o C para los GEST de la rama CSJ

Materias tipo	Créditos FB y O en los Grados de la Rama de CSJ					
	UC3M	JAEN	UMH	UCME	UPCB	USAL
A: Matemáticas	24	12	18	24	24	24
B: Probabilidad/Estad./I.O.	90	84	72	150	144	102
C: Economía/Empres./Mark.	42	96	66	18	12	6

Tabla 2.9.

*ECTS de Formación Básica y Obligatoria de tipo A, B o C para los GEST de la rama CC*

Materias tipo	Créditos FB y O en los Grados de la Rama de CC					
	UABV	UGR	US	UVA	UNEX	UCMF
A: Matemáticas	18	24	36	36*	42	106.5
B: Probabilidad/Estad./I.O.	132	120	126	108*	102	48
C: Economía/Empres./Mark.	0	12	12	6	12	0

\* En el plan de 2014 serían 30 ECTS de tipo A y 84 de tipo B

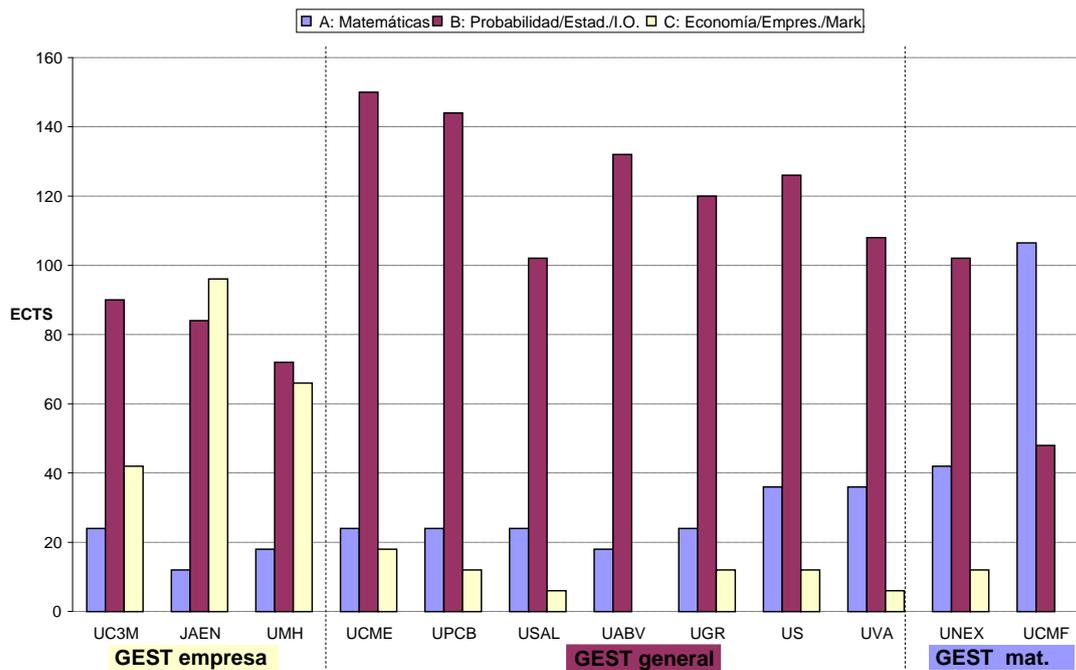


Figura 2.1.

*Diagramas de barras múltiples con la distribución de los ECTS de FB y Obligatoria, de tipo A, B ó C, para los doce GEST*

Esta distribución de créditos, junto con un estudio más detallado de sus planes de estudio y de los contenidos de sus materias, nos permite indicar que las diferencias más importantes en los planes no son por la rama de conocimiento a la que están adscritos, ni por el calificativo de aplicada en su denominación. En nuestra opinión, se pueden dividir los doce GEST en tres perfiles que vamos a considerar a lo largo del presente trabajo:

- ✓ **Perfil Empresa.** Incluimos los GEST UCM, UMH y JAEN. Su propio nombre nos da la primera razón para establecer el perfil junto con el número de ECTS dedicados a Economía y Empresa. El número de créditos FB de Matemáticas es 6, aunque suben hasta 24 en UC3M, si incluimos los obligatorios. El primer curso de UMH es común con el Grado en Administración y Dirección de Empresas. El GEST de Jaén distingue dos menciones desde la modificación de su plan de 2012, una *Mención en Marketing* y una *Mención en Producción*.

- ✓ **Perfil Matemático.** Incluimos los GEST UNEX y UCMF. Tienen un número de créditos de matemáticas considerable, 24 y 45 FB respectivamente, que suben hasta 42 y 106.5 al sumar los obligatorios. El plan del GEST UNEX incluye 18 ECTS de física y 12 de química y tiene 90 ECTS comunes con el Grado en Matemáticas, 60 de ellos (primer curso) comunes también con el Grado en Física. El plan de UCMF tiene 120 ECTS comunes con los Grados en Matemáticas e Ingeniería Matemática, correspondientes a los dos primeros cursos.
- ✓ **Perfil General.** Incluimos los siete GEST: UCME, UPCB, USAL, UABV, UGR, US y UVA. Tres están adscritos a la rama CSJ y cuatro a la rama CC. El número de créditos FB de Matemáticas varía entre 12 y 36, sumando obligatorios entre 18 y 36. Lo más significativo de este perfil es el número de créditos dedicados a Probabilidad, Estadística y aplicaciones, e Investigación Operativa (entre 102 y 150 créditos FB y O) por encima de los otros dos perfiles (entre 54 y 102). El plan de estudios del GEST UABV distingue cinco menciones (Bioinformática, Estadística aplicada a las CS, Economía financiera, Demografía, e Industria y tecnología)

Para decidir la clasificación de los casos frontera, hemos tenido también en cuenta los créditos de carácter optativo que se ofertan. Los ECTS optativos correspondientes a asignaturas de matemáticas pueden verse en la última columna de la tabla 2.11.

Tabla 2.10.

*Información legislativa sobre los planes de estudio de los GEST y ECTS de matemáticas en dichos planes, distinguiendo Formación Básica y Obligatoria, y Optativos ofertados*

GEST	Fecha de la Resolución de la Universidad*	Fecha BOE	Fecha modif.**	ECTS de Matemáticas	
				FB y O	Optativos ofertados
UC3M	3 de marzo de 2009	24/03/2009	-	24	6
JAEN	20 de enero de 2011	21/02/2011	2/04/2012 5/06/2013	12	6
UMH	16 de mayo de 2011	30/05/2011	1/02/2013	18	-
UABV	1 de julio de 2013	9/07/2013	-	18	-
UCME	28 de mayo de 2010	29/06/2010	27/10/2011	24	-
UPCB	14 de marzo de 2012	10/04/2012	-	24	-
UGR	4 de febrero de 2011	19/02/2011	20/03/2015	24	12
US	18 de marzo de 2011	14/04/2011	-	36	12
UVA	15 de diciembre de 2010	3/01/2011	1/10/2014	36 (30)	-
USAL	17 de marzo de 2011	12/04/2011	31/05/2012	24	6
UNEX	18 de enero de 2012	3/02/2012	15/07/2013	42	24
UCMF	28 de mayo de 2010	21/06/2010	-	106.5	-

\*por la que se publica el plan de estudios

\*\*fecha de efectos de la modificación, registrada en RUCT

Las asignaturas de matemáticas de los planes de estudio de los distintos GEST, tanto de formación básica, como obligatorias y optativas se enumeran en el anexo I, donde además se incluye una breve descripción de los contenidos de algunas de ellas, como ejemplo.

La descripción breve de los contenidos de las asignaturas de matemáticas para cada GEST, en general, exceptuando los de perfil matemático, no dista mucho de la que se incluye en la tabla 1.3, correspondiente a los créditos troncales de matemáticas de la Diplomatura en Estadística, más los contenidos de cálculo numérico que muchas universidades ampliaron con carácter obligatorio para el estudiante. Lo que sí parece que varía es el tiempo dedicado a estos contenidos. Puesto que, según la tabla 1.4, el mínimo troncal en 1990 eran 30 créditos, en torno al 15% del total de créditos en las diplomaturas de menor porcentaje destinado a matemáticas (créditos troncales y obligatorios de matemáticas respecto al total de la Diplomatura) y al 22% del total en la de mayor contenido en matemáticas. Sin embargo, en la actualidad el mínimo de ECTS de FB y obligatoria de matemáticas de un GEST es 12, y el porcentaje de ECTS varía entre el 5% y el 44% (ECTS de FB y obligatorios de matemáticas respecto a los 240 ECTS totales en los GEST). Por tanto, se observa una mayor dispersión en cuanto al tiempo destinado a las matemáticas en los distintos planes de estudios de los GEST, comparando con los planes de su antecesora, y una disminución de ese tiempo, en los perfiles empresa y general, a pesar de que estos estudios universitarios han aumentado un curso con la llegada del EEES, al pasar de Diplomatura a Grado. No obstante, el cambio en la definición del crédito ECTS, respecto al sistema de créditos anterior, dificulta la comparación.

Por último, advertir que según las consideraciones anteriores, podríamos decir que el plan de estudios modificado del GEST UVA, que comenzó en el curso 2014/15, cambia el perfil del GEST, fijándonos en la distribución de los ECTS indicada en la fila de la tabla 2.7 que está en cursiva. Sería un perfil de informática, puesto que los ECTS de esta materia aumentarían a 60, muy por encima de los créditos que el resto de GEST la dedican, entre 7.5 y 36 ECTS. Sin embargo, en esta memoria consideraremos el perfil general para el GEST UVA puesto que el plan de estudios en vigor cuando se tomaron los datos todavía no había sido modificado.

### **2.1.2. Situación internacional de los estudios de Estadística. Los casos de Reino Unido y Francia.**

En el Libro Blanco del Título de Grado, ANECA (2004, 27-30), se hace una amplia descripción de la situación de los estudios afines a los GEST españoles en Europa, que se completa en el primer anexo con un análisis más detallado de estos

estudios en varios países europeos, en Estados Unidos y algunos otros países del resto del mundo. Algunas actualizaciones de la información proporcionada por el Libro Blanco sobre titulaciones de estadística europeas se pueden encontrar en las memorias para la verificación del Título de Grado de las Universidades de Valladolid y Jaén, entre otras, cuyas versiones iniciales se escribieron en 2009. Como bien es sabido, en los últimos años, los 45 países firmantes de la declaración de Bolonia han estructurado la enseñanza superior en tres ciclos (grado/máster/doctorado). La mayoría de los países, en 2004 ya habían comenzado su adaptación al proceso de Bolonia, sin embargo en estos últimos años se han ido concretando los cambios en las titulaciones universitarias europeas. Por lo que respecta a las titulaciones europeas de estadística, los cambios no han afectado sustancialmente a los contenidos, por lo que muchas de las referencias descritas en el Libro Blanco siguen siendo válidas, de modo que éste continúa siendo un buen referente para conocer los contenidos que se imparten, en estudios similares a los grados en estadística españoles, por todo el mundo y especialmente en Europa. No obstante, analizaremos y destacaremos los aspectos que más nos interesan, actualizando también los enlaces a las páginas que nos permiten acceder a información sobre las titulaciones vigentes, estos enlaces se incluirán al final de esta memoria.

Existen titulaciones de Estadística reguladas de acuerdo al EEES, a nivel de grado, máster y doctorado en numerosas universidades europeas. Por lo que respecta al grado, la estructura del plan de estudios varía ligeramente de unos países a otros. En Europa existen títulos universitarios de Estadística, Estadística Aplicada, Matemáticas y Estadística, Matemáticas con Estadística e Investigación Operativa, Matemáticas con Estadística y Gestión, Estadística y Demografía, Estadística con Economía y Finanzas, Estadística y Tecnología Informática, Bioestadística, Estadística e Información Geográfica ...

La duración de los distintos niveles es variable no solo entre países sino también dentro de algunos países. Reino Unido, Francia y Alemania se han adaptado al esquema de tres ciclos pero respetando sus estructuras más consolidadas. Algunas estructuras universitarias de cuatro ó cinco años siguen manteniéndose mediante la creación de un diploma intermedio con reconocimiento académico, que facilita la movilidad de los estudiantes entre universidades y titulaciones. No obstante, en general, parece que la tendencia es de 3 años para el grado, aunque sólo en algunos países éste da plena capacitación profesional, en otros esta competencia se reserva a grado+máster, siendo el máster de uno ó dos años.

En cuanto a contenidos a nivel de grado, una parte es común a prácticamente todos los países europeos, la mayor diferencia está en la intensificación en una u otra/s materias. Sin entrar en detalle, podríamos considerar contenidos comunes:

- ✓ Estadística
- ✓ Probabilidad
- ✓ Matemáticas
- ✓ Informática
- ✓ Investigación Operativa (en algunos sólo con carácter optativo)

Por lo que respecta a los contenidos de Estadística, concretando más, podemos citar como comunes: Descripción de datos, Muestreo, Diseño de Experimentos, Inferencia Estadística y Modelos estadísticos.

Por lo que respecta a los contenidos de Matemáticas, son comunes: el cálculo diferencial e integral multivariable, y el álgebra lineal con énfasis en el tratamiento de matrices.

También podemos destacar las siguientes destrezas, que tanto el Libro Blanco en España como la prestigiosa sociedad profesional americana, ASA, recomiendan para las titulaciones en Estadística (ASA, 2014). De modo que, armonizándolas, un titulado en Estadística debería ser capaz de:

- ✓ Diseñar el proceso adecuado de obtención y búsqueda de los datos
- ✓ Analizar y evaluar convenientemente los datos explotando el potencial de los métodos estadísticos
- ✓ Crear el modelo adecuado para aplicar en una situación real
- ✓ Presentar claramente los resultados y comunicarlos en términos adecuados al problema real planteado
- ✓ Utilizar los métodos desde distintas perspectivas
- ✓ Trabajar en equipo

Como ejemplo, detallamos a continuación el panorama de estos estudios en Reino Unido y Francia, no sin antes advertir, que posiblemente, los estudios universitarios de estadística en USA de este nivel, en general, sean “menos matemáticos” para ceder terreno a la aplicación de la estadística. Por supuesto, ASA (2014, 10) apunta los fundamentos matemáticos como una de las cinco áreas que debe incluir el currículo de un profesional de la estadística, pero contempla ampliar la formación matemática en el nivel de doctorado, así podemos leer

*Graduates should be able to apply mathematical ideas from linear algebra and calculus to statistics, and to set up and apply probability models. Minor programs will generally*

*require less study of mathematics. Students preparing for doctoral work in statistics should usually complete additional mathematics courses*

además, en una nota al margen se indica que algunos programas de grado recomiendan vivamente al menos un año de análisis matemático y/o cálculo avanzado, mientras otros recomiendan también cursos de matemáticas de más nivel, tales como *Procesos Estocásticos, Teoría de Grafos, Ecuaciones Diferenciales, Optimización, Combinatoria y Estadística Algebraica*.

### **El caso de Reino Unido**

Reino Unido presenta estructuras de grado de tres y cuatro años, en el caso de Escocia cuatro años en su mayoría. La opción de cuatro años puede darse tanto en estudios que tienen un marcado carácter aplicado y el último año es de carácter netamente práctico, como en estudios que tienen un buen nivel teórico. En otros casos se presenta la opción de cursar un año en el extranjero o bien de prácticas en empresa, frecuentemente el tercero de los cuatro cursos (*Placement degrees* o “*sandwich-courses*”).

Esta situación se extiende a los Grados en Estadística, por lo que respecta a estos últimos, la sociedad científica *The Royal Statistical Society* tenía acreditados para el curso 2013/14 un buen número de títulos (RSS, 2014): nueve universidades del Reino Unido (Glasgow, Lancaster, Leeds, Newcastle, Plymouth, Reading, St. Andrews, University College London y U. of the West of England en Bristol) ofrecen titulaciones de Grado en Estadística acreditadas (BSc in Statistics, BSc in Applied Statistics o BSc with honours in Statistics), cinco universidades ofrecen titulaciones acreditadas de Grado en Estadística con alguna intensificación en otra área y once universidades ofrecen Grados de Matemáticas con Estadística (entre ellas Oxford). Asimismo, la RSS tiene acreditados másteres (MSc) en Estadística y otros de Matemáticas con Estadística. Sin embargo, debemos tener en cuenta que la acreditación por la RSS es voluntaria y que hay otros Grados en Estadística en universidades de Reino Unido de reconocido prestigio como The University of Edinburgh (39ª en el ranking THE 2013-14), Imperial College London (10º en el ranking THE 2013-14), que no están en la citada lista de acreditados por la RSS, que se actualiza cada curso. Tampoco están los Grados en Estadística de Universidades como Warwick, Southampton, Bath o Birmingham bien clasificadas según el QS World University Ranking (QS WUR) by subject (Statistics & Operational Research) 2013. Utilizando el buscador de cursos de grado de UCAS

(Universities and Colleges Admissions Service) obtenemos la información de las 40 universidades en Reino Unido que ofrecen Grados en Estadística (incluyendo grados en los que la estadística se estudia como *major* y también aquellos en los que se estudia como *minor*), algunas de estas universidades tienen una variada oferta, por ejemplo la Universidad de Glasgow ofrece los siguientes títulos de BSc (Bachelor of Science) en Estadística con una duración de cuatro años:

- ✓ ***Statistics***
- ✓ ***Mathematics and Statistics***
- ✓ ***Accounting and Statistics***
- ✓ ***Finance and Statistics***
- ✓ ***Computing Science/Statistics***
- ✓ ***Geography and Statistics***
- ✓ ***Psychology/Statistics***

También la UCL (University College London) ofrece una variada oferta, pero en esta Universidad la duración de un BSc es de tres años (cuatro para un MSci):

- |   |           |
|---|-----------|
| ✓ <b><i>Statistics</i></b>                                    | BSc       |
| ✓ <b><i>Statistics and Management for Business</i></b>        | BSc       |
| ✓ <b><i>Statistics, Economics and Finance</i></b>             | BSc       |
| ✓ <b><i>Statistics, Economics and a Language</i></b>          | BSc       |
| ✓ <b><i>Mathematics and Statistical Science</i></b>           | BSc       |
| ✓ <b><i>Economics and Statistics</i></b>                      | BSc(Econ) |
| ✓ <b><i>Statistical Science - International Programme</i></b> | MSci      |
| ✓ <b><i>Mathematics and Statistical Science</i></b>           | MSci      |

Glasgow también ofrece dos MSci (*Integrated Master in Science*) de cinco años de duración: *Statistics* y *Mathematics and Statistics*. Estos masters están acreditados por la RSS igual que varios de los títulos citados anteriormente (en negrita) tanto en Glasgow como en UCL.

En los grados de Reino Unido, después de la Matemática, el área que más frecuentemente acompaña a la Estadística es el de Economía/Empresa/Finanzas (13 universidades ofrecen este tipo de grados). Menos frecuentes como áreas acompañantes son la Geografía (Universidades de Aberystwyth, Glasgow y St. Andrews), la Psicología (Glasgow y Lancaster) o la Medicina (Lancaster), aunque la presencia de esta última aumenta si hablamos de másteres. La Investigación Operativa suele estar presente en alguna asignatura, en los grados en Estadística de Reino Unido, aunque a veces sean asignaturas optativas, cinco titulaciones la incluyen incluso en el nombre (Cardiff, Imperial College London, Queen's University Belfast, Southampton y Warwick). Desde las páginas web de los Departamentos de Estadística de Reino Unido

e Irlanda podemos acceder a información actualizada sobre los contenidos de los cursos. Una buena recopilación de enlaces a estas páginas nos la ofrece el Departamento de Matemáticas Actuariales y Estadística de la Universidad Heriot-Watt (Mollison, 2011).

Para finalizar con Reino Unido, presentamos a continuación la tabla 2.11 con los créditos obligatorios correspondientes a Matemáticas y a Probabilidad/Estad./I.O. (tipo A y B con la misma clasificación del apartado anterior), en los programas de los BSc Hons de tres años, más relacionados con la estadística, de las Universidades de Bath y Lancaster, y el UCL. En el anexo II se citan, como ejemplo, las asignaturas de matemáticas (tipo A) del BSc in Statistics para las tres universidades anteriores.

Tabla 2.11.  
*ECTS obligatorios de tipo A o B en los BSc Hons de 3 años de las Universidades de Bath, Lancaster y UCL, en Reino Unido.*

University	BSc Hons (3 años-180 ECTS)	Créditos ECTS* obligatorios	
		A: Matemáticas	B: Probabilidad/Estad./I.O.
Bath	Statistics	60	48
	Mathematics and Statistics	78	36
Lancaster	Statistics	72	30
	Mathematics with Statistics	72	30
	Biomedicine and Medical Statistics	22	43
	Psychology and Statistics	42	35.5
College London (UCL)	Statistics	22.5	82.5
	Mathematics and Statistical Science	45	75
	Statistics, Economics and Finance	22.5	67.5
	Statistics, Economics and a Language	22.5	60
	Statistics and Management for Business	22.5	45
	BSc Econ Hons: Economics and Statistics	22.5	45

\* Para Lancaster y UCL se ha establecida la equivalencia a créditos ECTS aunque sus programas se medían en otro tipo de créditos.

En los tres BSc, el número de créditos destinado a Matemáticas se explica, en buena parte, por la titulación con la que comparten docencia, puesto que en Reino Unido es frecuente que varios grados tengan un mismo tronco común. De este modo, *Statistics* y *Mathematics and Statistics* en la Universidad de Bath tienen en común el primer curso completo y parte del segundo (también con *BSc in Mathematics*), en la Universidad de Lancaster son comunes los dos primeros cursos completos de *Statistics* y *Mathematics with Statistics* (también con *BSc in Mathematics*), en Lancaster ambos tienen 72 créditos tipo A y 30 tipo B, la diferencia está en la parte optativa. En la UCL los cinco grados de

la tabla 2.11, sin incluir, el *BSc in Mathematics and Statistical Science*, comparten los 22.5 ECTS de asignaturas de matemáticas obligatorias, sin embargo, éste último comparte sus 45 ECTS con el *BSc in Mathematics*.

Tratando de establecer una comparación con los GEST españoles y teniendo en cuenta que en los tres ejemplos los estudios son de 180 ECTS, aunque la ampliación del cuarto año en el caso del *BSc Statistics* no aumenta asignaturas obligatorias de matemáticas, podemos decir que estos grados, a igualdad de perfil, dedican más créditos a matemáticas que los españoles. Recordamos que para éstos los ECTS de tipo A que el estudiante tiene que cursar de forma obligatoria varían entre 12 y 42, con la excepción del GEST de perfil más matemático (UCMF con 106.5).

Teniendo en cuenta otros ejemplos de grados de estadística en Reino Unido, que no hemos incluido para no alargar la memoria, y aun a riesgo de simplificar demasiado por la gran variedad existente, podemos generalizar la observación de que los grados ingleses, en general, dedican más créditos a Matemáticas que los españoles y menos a Informática, a menos que tengan un perfil cercano a ella.

### **El caso de Francia**

La enseñanza superior en Francia se imparte en las universidades, más concretamente, en facultades, institutos o escuelas superiores. Al cabo de dos años de estudios superiores se obtiene un Diploma de Estudios Universitarios Generales con especialidad en las distintas disciplinas universitarias, DEUG (*Diplôme d'Études Universitaires Générales*) o DEUP si se trata de Institutos Universitarios Profesionales. Prosiguiendo los estudios un año más, es posible obtener una *Licence*, de modo que, en los últimos años, para adaptarse al espacio europeo, la organización de la enseñanza superior francesa se basa en una formación LMD que consiste en:

- ✓ *Licence*: Bac+3 años (180 ECTS)
- ✓ *Master*: Bac+5 años
- ✓ *Doctorat*: Bac+8 años

tomando como base el *Baccalaureat* (Bac), diploma que permite acceder a los estudios superiores.

Por lo que respecta a la Estadística, las titulaciones de tipo profesional se imparten en muchas ocasiones en los *Instituts Universitaires de Technologie* (IUT), en doce de ellos (anexo II), en dos años, se puede obtener el *Diplôme Universitaire de Technologie* (DUT) de *STatistique et Informatique Décisionnelle* (STID). Este título

permite entrar en el mercado laboral o seguir estudiando, el alumno que opta por esta última opción puede, tras estudiar un año más, obtener una *Licence Professionnelle* (LP) o bien una *licence générale* seguida de un máster o bien el ingreso en una *école d'ingénieurs* (ver figura 2.2).

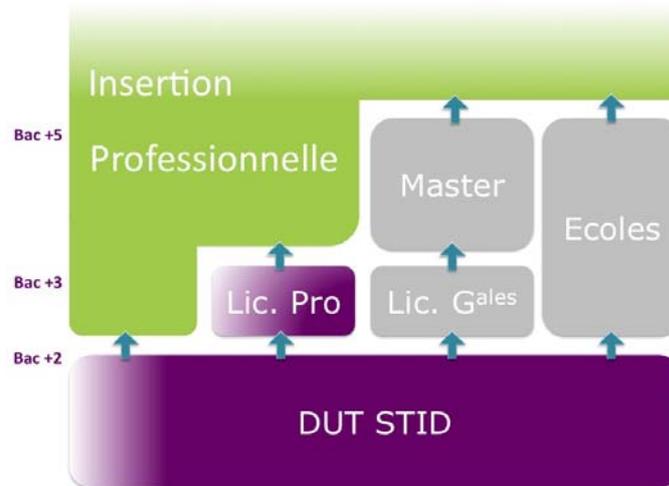


Figura 2.2.  
*Formación Superior en Estadística en Francia*  
Fuente: STID Grenoble. Université Pierre-Mendès-France

La formación que amplía al DUT STID se imparte en universidades dependientes del Ministerio de Educación o bien en escuelas especializadas, mucho más selectivas, que pueden depender de otros ministerios. Las Grandes Écoles que imparten tres años de formación estadística son:

- ✓ ENSAI (*Ecole Nationale de la Statistique et de l'Analyse de l'Information*, Rennes). Al terminar los alumnos obtienen el grado de Máster y el reconocimiento de una triple competencia “estadística-econometría-informática”.
- ✓ POLYTECH'LILLE (*Ecole Universitaire d'Ingénieurs de Lille*). Forma a ingenieros en informática y estadística.
- ✓ ISUP (*Institut de Statistique de l'UPMC, Université Pierre et Marie Curie, Paris*). Después de tres años los alumnos obtienen el *diplôme de Statisticien* con mención: "Actuariat", "Biostatistique" o "Gestion du risque industriel et économique"
- ✓ ENSAE (*Ecole Nationale de la Statistique et de l'Administration Economique*, Paris). Después de tres años los alumnos obtienen el título de *Statisticien économiste*, el tercer año pueden especializarse en: *Actuariat, Analyse des marchés et finance d'entreprise, Finance quantitative, Gestion des risques et*

*régulation, Ingénierie Statistique, Méthodes quantitatives et sciences sociales o Prévission et politiques économiques.*

Los contenidos del DUT STID de cada uno de los dos cursos se dividen en tres unidades, una propiamente de Estadística, que vendría a ocupar un 40% de los créditos, otra unidad de herramientas científicas, 25%-30%, que incluye Matemáticas básicas e Informática, y la tercera unidad está dedicada a formación general, 35%-30%, que puede incluir Economía, Inglés científico, Expresión oral y Comunicación. A dichas unidades se le añade una cuarta correspondiente a un proyecto tutelado a desarrollar en una empresa.

Con un año más de estudio el alumno puede obtener una LP en varias universidades, con distintas orientaciones: Bioestadística, Data Mining, Marketing ó Información Geográfica. En el anexo II se citan las LP que pueden cursarse en los Departamentos STID. Información sobre másteres y otras opciones que pueden conducir a la ampliación de estos estudios con una orientación estadística, puede consultarse en la página web de los Departamentos STID y completarse con los enlaces que pueden obtenerse desde la web de la *Société Française de Statistique*.

## **2.2. La etapa no universitaria (LOE y LOMCE)**

En España se continúa afianzando la Estadística en los programas de Matemáticas de Primaria, Secundaria y Bachillerato con la LOE (Ley Orgánica de Educación 2/2006, de 3 de mayo). Anteriormente, la ley Orgánica de Calidad de la Educación 10/2002, de 23 de Diciembre, conocida como LOCE, llegó a establecer los currículos de Primaria, Secundaria y Bachillerato (los detalles del currículo en lo referente a Probabilidad y Estadística pueden consultarse en Calvo, Busto y Escribano, 2006, 253-254), pero como bien es sabido, esta ley no llegó a implementarse.

Con la LOE, las directrices curriculares en España amplían la enseñanza de la estadística, comenzando desde el primer ciclo de la Educación Primaria y reforzando los contenidos a lo largo de toda la enseñanza obligatoria. En el Decreto de Enseñanzas Mínimas de la Educación Primaria (MEC, 2006a) se incluyen los contenidos de estadística dentro del Bloque “Tratamiento de la Información, Azar y Probabilidad” del área de matemáticas. Es uno de los cuatro bloques considerados y se repite en los tres ciclos. En este Decreto se observa un incremento de los contenidos de estadística. En

palabras de Batanero, Gea, Arteaga y Contreras (2014, 4), de lo que se trata con estos contenidos es de lo siguiente:

*Se trata de acercar al niño desde el primer ciclo a fenómenos aleatorios de su vida diaria ampliando su lenguaje para referirse a los sucesos, observando algunas experiencias aleatorias y la impredecibilidad de cada resultado particular, para llegar al final de la Educación Primaria a poder comparar cualitativamente la probabilidad de varios sucesos o incluso, en casos sencillos llegar a una estimación aproximada de su probabilidad.*

Según el Decreto de Enseñanzas Mínimas de la Educación Secundaria (MEC, 2006b), el último de los seis bloques (uno general y cinco de contenido) de la asignatura Matemáticas de los cuatro cursos de la Enseñanza Secundaria Obligatoria es de Estadística y Probabilidad. En cuarto curso hay dos posibles opciones de Matemáticas: A y B. La opción A está pensada para los estudiantes que continuarán sus estudios por formación profesional y la opción B para los que continuarán estudiando Bachillerato. La opción B añade contenido de estadística respecto a la A (Batanero et al., 2014, 6).

En Bachillerato se reduce el número de modalidades de cuatro a tres: Artes, Ciencias y Tecnología, y Humanidades y Ciencias Sociales, juntando las modalidades LOGSE de Tecnología y de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud. En relación al tema que nos ocupa, los contenidos de Estadística en segundo curso de Bachillerato solo se imparten, igual que en la LOGSE, en las Matemáticas de la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales; por tanto, los alumnos del Bachillerato de Ciencias y Tecnología sólo estudian Estadística y Probabilidad en primer curso (MEC, 2007).

Por tanto, podemos decir que actualmente en España la Estadística es un área presente en los currículos de Matemáticas de todos los niveles educativos, con un enfoque cada vez más experimental. Además, en tres comunidades autónomas podemos encontrarla como materia optativa en primero o segundo de Bachillerato.

Así, en el caso de Galicia existe la opción de cursar “*Métodos Estadísticos y Numéricos*” (Consellería de Educación y Ordenación Universitaria, 2008) como materia optativa de segundo curso, en Castilla y León se puede cursar en primer curso la optativa “*Estadística Aplicada*” (Consejería de Educación, 2008a) y en Andalucía algunos centros ofertan en segundo una materia optativa de Estadística dentro de la opción de configuración propia de optativas basadas en proyectos y trabajos de investigación, que refuercen la metodología activa y participativa, reguladas por el artículo 8 de la Orden de 5 de agosto de 2008, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en Andalucía (BOJA 26-08-08). Estas materias, en

principio, pueden cursarse en cualquiera de las modalidades de Bachillerato siempre que la organización y los recursos del centro lo permitan y se supere el mínimo número de alumnos exigido, lo que en la práctica nos lleva a que no son demasiados los centros donde pueden cursarse estas asignaturas y en algunos se restringe a una de las dos modalidades, no siempre la misma.

Batanero, Arteaga y Gea (2012) y Batanero et al. (2014) nos acercan a la realidad actual del currículo de Estadística en España con reflexiones desde una perspectiva internacional. Según los autores citados podemos decir que el diseño de los currículos españoles conecta con las tendencias internacionales en las que se pretende conseguir la cultura estadística de los ciudadanos (Gal, 2002 y Watson, 2006, este último refiriéndose al periodo escolar), con la necesidad de un mayor peso de la estadística, que se recoge en el marco de evaluación de PISA (OCDE, 2009), con la guía para la evaluación y la instrucción en Educación Estadística sugerida por un equipo de profesionales de Estados Unidos, GAISE (Franklin et al., 2007) y con el “*entorno de aprendizaje del razonamiento estadístico*” que describen Garfield y Ben-Zvi (2008).

Burrill y Biehler (2011), basándose en el currículo de estadística de países como USA, Nueva Zelanda y Alemania, aun reconociendo que existe gran diferencia en los currículos de estadística entre países diferentes, proponen como ideas estadísticas fundamentales comunes las siguientes: datos, gráficos, variabilidad aleatoria, distribución, asociación y correlación, probabilidad, muestreo e inferencia. Estas ideas fundamentales así como la capacidad de afrontar un problema o situación en la que éstas se pongan en juego y una actitud crítica frente a la información estadística pueden considerarse los elementos del término anglosajón “*statistical literacy*” presente en muchas de las publicaciones sobre didáctica de la estadística en USA en la última década.

En España, Batanero (2002) traduce el término por *cultura estadística*, indicando que fue forjado “*para reconocer el papel del conocimiento estadístico en la formación elemental*” y queriendo resaltar el hecho de que “*la estadística se considera hoy día como parte de la herencia cultural necesaria para el ciudadano educado*” (Batanero, 2002, 2).

Recientemente Batanero, Díaz, Contreras y Roa (2013), en línea con Burrill y Biehler (2011), nos acercan al término *sentido estadístico* como unión de la *cultura* y el *razonamiento estadístico* y proponen una enseñanza basada en proyectos para conseguirlos. Por otro lado, Serradó (2013, 23) prefiere traducir “*statistical literacy*”

por *alfabetización estadística* en lugar de *cultura estadística* para incorporar la perspectiva multidimensional del término alfabetización.

Jaldo (2013) hace un estudio comparativo de los currículos de probabilidad y estadística español y americano basándose en los Decretos de Enseñanzas Mínimas de Primaria, Secundaria y Bachillerato derivados de la LOE, antes citados, y en los estándares del NCTM (2000), concluyendo que, “*en general, casi todas las aptitudes que según el currículo americano los alumnos y alumnas deben conseguir al finalizar el 12º grado están reflejadas también al acabar segundo de Bachillerato en España*” (Jaldo, 2013, 272). Aunque hay que tener presente que para la comparación se han tenido en cuenta, en segundo de Bachillerato, los contenidos de la rama de Humanidades y Ciencias Sociales, ya que como acabamos de apuntar, en la rama de Ciencias y Tecnología los alumnos no estudian Estadística y Probabilidad en segundo curso.

Esta ausencia de contenidos de probabilidad y estadística en las Matemáticas de segundo de Bachillerato de la rama de Ciencias y Tecnología, junto con la consiguiente ausencia en las pruebas de acceso a la Universidad para los alumnos de esta rama puede ser motivo de confusión para los alumnos respecto al papel que juega la Estadística en los Grados de la rama de Ingeniería y Arquitectura, en los de la rama de Ciencias, y, de manera especial, para los Grados que nos ocupan en esta memoria. La propuesta de que la formación en Estadística esté también presente en segundo curso de Bachillerato para los alumnos de Ciencias y Tecnología ha sido una de las que han presentado Angulo, Ugarte y Gordaliza (2013) como propuestas de mejora defendidas por la SEIO con vistas a la elaboración de los programas de la recién estrenada Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), los autores apuntan

*la asociación que se hace [en el currículo de bachillerato LOE] de la Estadística como una disciplina más vinculada a las Ciencias Sociales que a la Ciencia y Tecnología es completamente errónea, ya que las habilidades y las técnicas en materia de Estadística son absolutamente transversales y conciernen a todos los ámbitos del conocimiento, pero de manera especial al ámbito Científico-Técnico, incluido el biosanitarios (Angulo et al., 2013, 144).*

Hasta la fecha, se ha regulado bajo la LOMCE, el desarrollo del currículo básico de la Educación Primaria (MECD, 2014) y aspectos específicos de la Formación Profesional Básica, y comenzado a implantarse. También se ha regulado el currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (MECD, 2015a).

Los currículos de la LOMCE son más esquemáticos que los que se elaboraron con la LOE y, además de los contenidos, incluyen criterios de evaluación y estándares de aprendizaje, que no eran parte constitutiva del desarrollo de la LOE. Respecto al currículo de Primaria, han desaparecido los ciclos, por lo que cada centro podrá decidir cómo se reparten los contenidos por cursos. En Matemáticas hay cinco bloques (uno general y cuatro de contenido), el quinto es *Estadística y Probabilidad*. Se podría decir que los contenidos de este bloque, aunque menos explícitos, no han variado respecto a la unión de los contenidos correspondientes a los tres ciclos de la LOE; no obstante, los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje correspondientes al bloque inciden en la reflexión sobre el proceso de resolución de problemas y en la práctica con datos en situaciones familiares.

El cambio más significativo, respecto a la estadística, del currículo LOMCE de Secundaria y Bachillerato es que en las Matemáticas II de Bachillerato se incluye el bloque dedicado a la Estadística y Probabilidad. De este modo, es posible que cuando se implante este currículo, no sólo se corrija el problema que señalaban Angulo et al. (2013), sino que también podría corregirse el problema que se apunta a continuación sobre la no impartición de este bloque en Matemáticas I, en la docencia real, en bastantes casos, al igual que ocurre con los bloques correspondientes de Secundaria. Pero, para ello, es posible que, además, sea necesario que en la prueba de evaluación que sustituya a las actuales *Pruebas de Acceso a Enseñanzas Universitarias* o en el nuevo sistema de acceso a la Universidad, estén presentes de manera adecuada los contenidos de Estadística y Probabilidad.

Por lo escrito hasta ahora en este apartado, podríamos pensar que la necesidad actual de educación estadística en España está cubierta por los currículos hoy en vigor; sin embargo, no debemos olvidar un tema que ya apuntábamos en el capítulo anterior, la falta de acuerdo entre los programas oficiales de Estadística y la realidad en las aulas y con él una cuestión clave, que no pocos autores, los ya citados, Colera (1990) y Estrada (2002) y más recientemente, Batanero (2009); Naya, Rios y Zapata (2012); Angulo, Ugarte y Gordaliza (2013), entre otros, apuntan como origen del problema: la escasa y/o inadecuada formación del profesorado que se ocupa de la Enseñanza de la Estadística.

Este tema de la formación del profesorado preocupa también a nivel internacional, prueba de ello es el reconocimiento por parte de la *International Commission on Mathematical Instruction* (ICMI) y la *International Association for Statistical Education* (IASE) de la necesidad de una preparación específica de los

profesores para enseñar estadística y la promoción de un estudio conjunto orientado a la investigación y reflexión internacional sobre la educación, y al desarrollo profesional del profesor, cuyo trabajo ha sido recogido en un libro por Batanero, Burril y Reading (2011). Destacamos la tercera parte del libro que se ocupa de las actitudes, creencias y conocimientos de los profesores sobre la Estadística puesto que compartimos las palabras de Estrada (2009, 117):

*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. Pero olvidar las propias actitudes preconcebidas del profesorado ante la materia lleva a menudo al fracaso de la educación. Este tema puede tener importancia especial en el caso de la estadística, cuya enseñanza no llega a desarrollarse de acuerdo con las recomendaciones curriculares.*

Moreira (2011) hace una comparativa entre la estadística en el currículo de Portugal, España, Bélgica e Inglaterra, analizando los objetivos, contenidos y algunas orientaciones metodológicas. Según Moreira los currículos actuales de las matemáticas ven la estadística según dos perspectivas: los que dan prominencia a los aspectos matemáticos de la estadística y los que ponen en primer plano el análisis de datos. En su estudio, España y Portugal se sitúan entre los primeros, mientras que Bélgica e Inglaterra están entre los segundos. El autor apunta que éstos últimos países dan al proceso de investigación una atención explícita al considerar todas sus fases: planificación, realización y conclusión; sin embargo, España y Portugal centran la atención en la representación de datos dejando en segundo plano la planificación de la investigación y la realización de inferencias, en Portugal incluso encuentra deficiencias en lo que se refiere a la diversidad de las formas de representación y al momento tardío en que se introduce el muestreo. También observa diferencias entre las metodologías de trabajo utilizadas destacando un mayor uso de las TIC en Inglaterra y Bélgica.

Naya, Rios y Zapata (2012) muestran la situación actual de la Estadística dentro de las Matemáticas en las aulas de Secundaria, tanto en España como en Colombia y otros países latinoamericanos. En las conclusiones proponen cambiar el orden de los temas de Estadística en el currículum escolar para huir de la posición final en los programas de Matemáticas y evitar de este modo que se aluda a la falta de tiempo para no impartirse. También advierten de que es necesario dotar de una solvente formación a los profesores, crear buenos materiales de texto e incluso un cambio de perspectiva

para, en palabras de los autores, *dejar de considerar la estadística como la hermana “pobre” y poco interesante de las matemáticas* (Naya et al., 365).

Cuevas (2012, 9), después de examinar los estándares de contenido y desempeño curricular en estocástica elaborados en 2008 para la educación mexicana, reflexiona

*queda la duda si los técnicos y especialistas responsables de su diseño colocaron el “listón” demasiado alto, tanto para que los estudiantes lo alcancen, como para que el profesor realice un tratamiento didáctico adecuado.*

Volviendo al tema de la formación del profesorado de la etapa preuniversitaria hacemos notar que, en España, en los planes de Estudios de los actuales Grados en Educación, en su mayoría, podemos encontrar apenas 6 créditos dedicados a la enseñanza de la Estadística incluyendo la probabilidad. En cuanto al futuro profesorado de Secundaria y Bachillerato, el Máster de Profesor de Enseñanza Secundaria en la especialidad de Matemáticas es la vía que habilitará al futuro profesor. Sin embargo, el panorama que presentan Angulo, Ugarte y Gordaliza (2013, 145), con referencia a la publicación RSME-ANECA (2007), no es muy alentador, aunque quizás sea excesivo el calificativo de *escasos* en la primera frase:

*... cada vez son más escasos los titulados en Matemáticas y en Estadística que se inclinan por la profesión docente, como queda de manifiesto en el reciente estudio de la RSME (Real Sociedad Matemática Española) o al observar la realidad del bagaje académico que presentan los estudiantes matriculados en el Máster de Profesor de Enseñanza Secundaria en la especialidad de Matemáticas, donde la mayoría son titulados en disciplinas completamente ajenas a las Matemáticas y, en algunos casos, tan alejados de ellas como los titulados en Química o en Arquitectura, que han cursado previamente apenas 12 créditos de Matemáticas (incluida la Estadística).*

Indudablemente, sería bueno conseguir un aumento del número de créditos dedicados a la Estadística en estos másteres y, lo que quizás sea más importante, conseguir que el profesorado que imparta las asignaturas de estadística en ellos esté realmente capacitado para su enseñanza. Hasta que eso ocurra, cursos destinados a futuros profesores con las características que apunta Batanero (2009), siguiendo las conclusiones de las investigaciones presentadas en el estudio conjunto llevado a cabo por la IASE y la ICMI en 2008, pueden ayudar a conseguir que la estadística se enseñe por profesores cualificados para su docencia.

### **2.3. Las Matemáticas y la Estadística. Encuentros y desencuentros**

Después de dar una visión sobre la enseñanza de la estadística en la actualidad, volvemos sobre el tema que comenzamos en el último apartado del capítulo anterior, la relación entre Matemáticas y Estadística, centrándonos en la docencia de ésta última, ahora desde un punto de vista actual.

El tema de la relación entre matemáticas y estadística sigue vigente a juzgar por la bibliografía, tanto desde la investigación en Didáctica de la Estadística como desde la investigación en Didáctica de la Matemática, no olvidemos que en la enseñanza no universitaria la estadística está dentro del currículo de matemáticas.

Quizás el cambio que más ha podido influir en dicha relación en la última etapa sea tecnológico. Hoy en día no podemos olvidarnos de tener en cuenta la computación y las nuevas tecnologías al hablar de la relación entre ellas, al menos en lo que a la docencia de la estadística se refiere. Garfield & Ben-Zvi (2007) dedican un apartado a las publicaciones referentes a investigaciones sobre cómo usar la tecnología para promover el razonamiento estadístico en la etapa universitaria. Las simulaciones pueden jugar un papel importante en el aumento de la capacidad de los alumnos para estudiar procesos aleatorios y conceptos estadísticos. El apoyo que la estadística buscaba en las matemáticas se diversifica ahora que ha surgido una nueva pata. Creemos que alcanzar el equilibrio entre las tres: estadística, matemáticas e informática, es importante para la enseñanza de la estadística en la etapa universitaria.

En la misma línea que acabamos de apuntar, ASA (2014, 8), al tratar de la relación con las matemáticas del currículo propuesto para un programa de grado en estadística, después de reconocer que la estadística práctica requiere matemáticas para el desarrollo de su teoría subyacente, reconoce también que la estadística es distinta de las matemáticas y utiliza muchas habilidades no matemáticas, pospone la necesidad de una sólida formación en matemáticas para la etapa de master y doctorado, valorando la utilización de métodos computacionales en la etapa de grado:

*Few undergraduate statistics students need the mathematics used to derive classical statistical formulas, many of which are often superseded by computational approaches that are more accurate and may better facilitate understanding. Students planning doctoral study in statistics need a strong background in mathematics and theoretical statistics in addition to strong computing skills.*

Por otra parte, son varias las referencias actuales que podemos dar sobre la diferenciación del razonamiento estadístico respecto del razonamiento matemático. Gattuso & Ottaviani (2011) subrayan las diferencias entre ellos, y sugieren que es posible generar estrategias de enseñanza que permitan el desarrollo armónico tanto del razonamiento matemático como del estadístico en la escuela, y que para ello se deben tener en cuenta las especificidades de cada razonamiento.

Algunas de las diferencias que nos presenta Colón (2011, 1-3) entre estos tipos de razonamiento, apoyándose en las ideas de Scheaffer (2006) y Rossman, Chance, & Medina (2006), son las siguientes:

- ✓ El razonamiento matemático tiene como fin la búsqueda de la generalización y la abstracción a través del razonamiento **deductivo**. Trata de encontrar elementos útiles para demostrar la veracidad de un resultado a través de la demostración. El contexto puede oscurecer la estructura.
- ✓ El razonamiento estadístico tiene un fin contextual y de mayor aplicación, a través del razonamiento **inductivo**. Trata de entender, medir y describir procesos de la vida real en diferentes contextos. La contextualización de los datos es fundamental para poder analizarlos e interpretarlos correctamente.

Además, Colón encuentra una diferencia en el tipo de comunicación necesaria para cada tipo de razonamiento, en el matemático más especializada y simbólica, en el estadístico más técnica y es importante que se haga entendible a sus receptores. No obstante, a pesar de las diferencias, Colón reconoce que ambos razonamientos son complementarios.

Es indudable que hay una diferencia clara, en el uso de las matemáticas, entre quienes desarrollan la estadística teórica y quienes trabajan con las aplicaciones de la estadística. Creemos que por ello, incluso dentro de un mismo país, Reino Unido, hay opiniones que se inclinan de un lado de la balanza, como la de Smith & Staetsky (2007, 605), que en las conclusiones de su informe sobre la enseñanza de la estadística en las universidades de Reino Unido apuntan que *“la capacitación de los estadísticos está indisolublemente ligada a la ciencia matemática”* y *“la estadística debe aliarse fuertemente con la ciencia matemática”*. Del otro lado de la balanza, Grieve, en la discusión del artículo de Smith & Staetsky (2007, 614-615), opina que el futuro de la estadística está en abrazar los cambios y no ir contra ellos, que debería abrirse a otras disciplinas que utilizan ideas estadísticas, prestarles soporte y colaborar con ellas. Esta

misma diferencia de puntos de vista la hemos citado ya en el capítulo anterior, en España, con opiniones como la de Romo (en Girón, 1990) y la de De Parada (1990).

La visión del francés Kahane (2010, 65) apoya la complementariedad de ambas disciplinas, apuntando que también la estadística aporta algo importante a las matemáticas:

*Los datos estadísticos proporcionados por las observaciones y las medidas en todos los dominios de hoy en día, de la medicina a la astrofísica, son una mina de problemas para la estadística como ciencia. Muchos de estos problemas son de naturaleza matemática. Muchos son abordables a partir de teorías conocidas, pero algunos renuevan las propias teorías; son una fuente de rejuvenecimiento para las matemáticas.*

El mismo punto de vista, lo apuntan Sánchez y Hoyos (2013, 215) en un contexto de competencias, “*se puede hallar en los problemas estadísticos un medio para encontrar o definir contextos socialmente relevantes para las matemáticas; es decir, la estadística puede proporcionar situaciones para el desarrollo de competencias matemáticas*”.

Por tanto, parece que actualmente se apuesta por la complementariedad, no exenta de dificultades en la práctica. No es fácil elaborar los currículos de las titulaciones universitarias de estadística guardando el equilibrio al que aludíamos antes. En España, actualmente, las titulaciones de estadística, a nivel de grado, con más matemáticas son como hemos apuntado ya, el Grado en Matemáticas y Estadística de la UCM y el PCEO Grado en Matemáticas/Grado en Estadística de la Universidad de Sevilla, seguidos del Grado en Estadística de la Universidad de Extremadura.

En lo que a la educación obligatoria se refiere, vamos a citar una frase de Batanero, Gea, Arteaga, y Contreras (2014,12) sobre la enseñanza de la estadística, que nos parece fundamental y que está relacionada necesariamente con las matemáticas, aunque en ella no se mencionan: “*el profesor necesita una gran dosis de reflexión sobre el nivel adecuado de formalismo y la metodología en la enseñanza de la estadística y probabilidad*”. Las ideas estadísticas pueden ser enseñadas con diversos niveles de formalización, ésta es una cuestión clave no sólo en la educación obligatoria.

Para terminar, no nos olvidamos de otro tema de actualidad relacionado con la convivencia entre las dos áreas, el de la formación del profesorado que imparte estadística en la enseñanza no universitaria. Aunque ya hemos incluido el tema en el apartado 2.2, queremos recordarle aquí como un tema especialmente importante, y todavía pendiente, tema que no puede abordarse sin las matemáticas, puesto que como apuntábamos al principio, la estadística está dentro del currículo de matemáticas.



## Capítulo 3

### Integración de marcos teóricos de referencia

El tema concreto de este trabajo no se ajusta a un marco teórico definido, con un número suficientemente amplio de publicaciones, por ello acudimos a un marco de integración, que pretende incorporar varios marcos teóricos de modo que juntos nos proporcionen las suficientes ideas para explicar nuestro proyecto.

En este capítulo no se trata de revisar contenidos, los dos primeros capítulos cubren el marco teórico sobre el currículo tanto en el pasado como en el presente, se trata de estructurar las referencias que nos han dado ideas para abordar la reflexión sobre la adecuación del nivel de formalización matemática a los distintos perfiles de estudiantes que actualmente tienen los GEST. Para abordar dicha reflexión pretendemos partir de destrezas matemáticas básicas de los estudiantes y de su perfil emocional matemático.

Seguramente, la comunidad docente no duda de la importancia de la formación matemática en la enseñanza de la estadística universitaria, pero no parece que haya acuerdo sobre el nivel de formalización matemática que necesita en su formación un futuro profesional de la estadística, como tampoco lo hay para otras asignaturas de estadística en diversos grados universitarios. Incluso ésta es una cuestión clave también en la enseñanza secundaria, como hemos comentado en el capítulo anterior.

La estadística se puede enseñar utilizando distintos niveles de formalización, determinar cuál es el adecuado en cada asignatura nos parece una cuestión fundamental. Pero en esa determinación creemos que no nos podemos olvidar del tipo de alumno que decide estudiar una carrera. Por ello nos interesa estudiar su perfil matemático, desde el convencimiento que influye en el aprovechamiento de los estudios de un graduado en

Estadística. Con ello no queremos decir que un estudiante que no tenga un perfil matemático alto no pueda estudiar estadística, quizás en el futuro no pueda contribuir al desarrollo de la estadística teórica, pero podrá trabajar con las aplicaciones de la estadística.

Lo que nos parece un riesgo, es utilizar un nivel alto de formalización matemática al impartir asignaturas de estadística como *Probabilidad* o *Inferencia Estadística*, cuando la mayoría de los estudiantes que ingresan en un GEST no alcanza ese nivel de formalización y posiblemente algunos tampoco lo alcanzarán después de un curso. En cualquier caso, cuanto más información tengamos sobre el perfil matemático de nuestros estudiantes mejor podremos orientarlos en la entrada a la universidad y atenderlos en la docencia, tanto de las asignaturas propias de áreas de Matemáticas como de bastantes asignaturas propias del área de Estadística e Investigación Operativa.

El alumnado de Bachillerato que ingresa en la universidad para estudiar un Grado en Estadística puede proceder tanto del Bachillerato de Ciencias Sociales como del Científico-Tecnológico, éste y otros factores sociales hacen que su formación matemática, en general, sea muy heterogénea. Mi experiencia como docente en uno de estos grados me ha permitido comprobar que un porcentaje considerable de alumnos no logra adquirir las habilidades matemáticas necesarias para seguir con éxito asignaturas de segundo curso como la *Inferencia Estadística*, lo cual nos ha llevado a reflexionar sobre si el alumno que comienza un GEST lo hace, no ya con las destrezas matemáticas suficientes, sino al menos con una actitud hacia las matemáticas suficientemente positiva o, incluso, sobre si pudiera darse ansiedad hacia las matemáticas entre algunos de estos estudiantes.

También nos parece interesante conocer cómo cambia el perfil emocional matemático de los alumnos de GEST después del abandono o cambio de estudio inherente al primer curso de universidad, un 24% es la tasa media de abandono en primer curso de un grado en universidad pública de la Rama Ciencias, para la cohorte 2010/11, y 12% su tasa de cambio de estudio, estos mismos porcentajes son de 21% y 8% respectivamente, si el grado es de la Rama Ciencias Sociales y Jurídicas (MECD, 2015b, 85).

No debemos olvidar la faceta cognitiva, pero queremos abordarla desde las destrezas matemáticas que el estudiante debería de haber adquirido en la educación secundaria y consolidado en las etapas posteriores. Para medir dichas destrezas hemos

utilizado algunas de las preguntas liberadas de PISA 2003. Por ello dedicamos el último apartado de este capítulo a la evaluación de competencias matemáticas en PISA.

Los dos primeros apartados del capítulo tratan de revisar la documentación que nos parece más interesante para acercarnos al perfil emocional matemático de un estudiante de GEST. El primero de los marcos trata del dominio afectivo matemático en general y en el contexto universitario en particular, pero el tipo de estudios que se han publicado, o bien son estudios con alumnos de varias carreras conjuntamente, o bien se centran sobre todo en carreras de Ciencias Sociales, bastante distintas a los GEST. Las investigaciones sobre el dominio afectivo matemático en carreras de Ciencias ó Ingeniería son pocas y en su mayor parte de otros países.

Cuando intentamos acercarnos a las investigaciones sobre la enseñanza de la estadística universitaria, segundo apartado, la mayoría se ocupan de grados que tienen alguna asignatura de estadística, pero no de aquellos con un porcentaje significativo de asignaturas de estadística. Además, en este tipo de investigaciones preocupa el bagaje matemático, en cuanto a destrezas y conocimientos de los estudiantes y el perfil emocional estadístico, no el perfil emocional matemático. No obstante, nos ha parecido interesante acercarnos también a este punto de vista en nuestro marco teórico, aunque no sea el enfoque de nuestra investigación.

En el tercer apartado de este capítulo cubrimos las investigaciones más actuales sobre la preocupación por el perfil matemático del alumno en los cursos de estadística en la universidad, pero, en su mayoría, no incluyen la parte afectiva.

Por este orden, pasamos a describir estos marcos teóricos, que son los que nos han proporcionado las ideas en las que se sustenta nuestra investigación.

### **3.1. Dominio Afectivo-emocional matemático**

Desde hace ya algunas décadas, la psicología cognitiva viene trabajando sobre la tesis de que el funcionamiento cognitivo de las personas y su sistema afectivo y motivacional guardan una estrecha relación de mutua interacción e influencia. En particular, el estudio del dominio afectivo en el aprendizaje matemático podemos considerarle relativamente reciente. Desde la década de los setenta, numerosas investigaciones sobre los procesos de aprendizaje de las matemáticas comenzaron a centrarse en la dimensión afectiva y, a partir de los años ochenta, podemos hablar de un paulatino aumento en la valoración de la dimensión afectiva en las publicaciones

(Mandler, 1984; McLeod, 1988, 1992, 1994; Hart, 1989; Gómez-Chacón, 1997, 1999, 2000; Hidalgo, Maroto y Palacios, 2000a, 2000b; Guerrero, Blanco y Vicente 2002; Campos, 2003). En ellas, se pone de manifiesto que las cuestiones afectivas juegan un papel esencial en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, y que algunas de ellas están muy arraigadas en el sujeto y no son fácilmente desplazables por la instrucción (Gómez-Chacón, 2000).

No es fácil encontrar una estructura clara y menos unicidad en las definiciones de conceptos relacionados con el dominio afectivo: capacidad de conocernos a nosotros mismos, atribuciones de causalidad sobre el éxito o el fracaso, perseverancia en el empeño y ante la dificultad, control de impulso, autoconcepto, miedos, regulación emocional, aburrimiento, empatía,..., pero sí que podemos considerar generalmente aceptado que cuando hablamos de dominio afectivo, lo hacemos para referirnos a un conjunto de aspectos entre los que se incluyen actitudes, creencias y emociones (McLeod, 1992; Gómez-Chacón, 1997)

En sintonía con Hidalgo, Maroto y Palacios (2004), entendemos el término **actitud** como una predisposición evaluativa (es decir, positiva o negativa) que condiciona al sujeto a percibir y a reaccionar de un modo determinado ante los objetos y situaciones con las que se relaciona. Consta de tres componentes: una cognitiva, que se manifiesta en las creencias subyacentes a dicha actitud; otra afectiva, que se manifiesta en los sentimientos de aceptación o de rechazo de la tarea o de la materia; una tercera componente, que es intencional o de tendencia a un cierto tipo de comportamiento. Dentro del área de conocimiento de educación matemática se han analizado las actitudes de los alumnos de forma sistemática debido a la influencia de éstas en el aprendizaje matemático, se pueden distinguir dos acepciones (NCTM, 1989; Callejo, 1994): actitudes hacia las Matemáticas y actitudes Matemáticas. Las actitudes hacia las Matemáticas se refieren a la valoración y al aprecio de esta disciplina y al interés por esta materia y por su aprendizaje, y subrayan más la componente afectiva que la cognitiva, la primera se manifiesta en términos de interés, satisfacción, curiosidad, valoración, etc. Para Gómez-Chacón (2000), las actitudes que comprende este grupo pueden referirse a cualquiera de los aspectos siguientes: actitud hacia la Matemática y los matemáticos (aspectos sociales de las Matemáticas), interés por el trabajo matemático o científico, actitud hacia las Matemáticas como asignatura, actitud hacia determinadas partes de las Matemáticas y actitud hacia los métodos de enseñanza. Por el contrario, las actitudes Matemáticas tienen un carácter marcadamente cognitivo y se

refieren al modo de utilizar capacidades generales como la flexibilidad de pensamiento, la apertura mental, el espíritu crítico, la objetividad, etcétera, que son importantes en el trabajo en Matemáticas. Gil, Blanco, y Guerrero (2005) presentan un resumen de las investigaciones llevadas a cabo hasta el momento en este campo.

Las **creencias** Matemáticas son una de las componentes del conocimiento subjetivo implícito del individuo (basado en la experiencia) sobre las Matemáticas y su enseñanza y aprendizaje. Según McLeod (1992), las creencias del estudiante se clasifican dependiendo del objeto de creencia en: creencias acerca de las Matemáticas y de su enseñanza y aprendizaje, acerca de uno mismo como aprendiz, acerca de la enseñanza de las Matemáticas, y creencias acerca del contexto en el cual la educación matemática acontece.

Las **emociones** son estados afectivos intensos, pero de corta duración. Desde esta perspectiva, son respuestas organizadas más allá de la frontera de los sistemas psicológicos, incluyendo lo fisiológico, cognitivo, motivacional y el sistema experiencial. Surgen en respuesta a un suceso, interno o externo, que tiene una carga de significado positiva o negativa para el individuo (Hidalgo, Maroto, y Palacios, 2004, 77).

Los tres términos anteriores varían en la estabilidad de las respuestas afectivas que representan, siendo las creencias y las actitudes generalmente estables, y las emociones propensas al cambio. También existen diferencias en el grado en el que la cognición influye en la respuesta y en el tiempo que tardan en desarrollarse. Así, las creencias son en gran parte de naturaleza cognitiva y se desarrollan durante un periodo de tiempo relativamente largo. Por otro lado, la cognición influye en muy poca medida en las emociones que pueden aparecer y desaparecer rápidamente (McLeod, 1992).

A pesar de la juventud de los afectos en Matemáticas como tema de estudio, en la actualidad contamos con un número importante de investigaciones sobre el tema. La mayoría de ellas podemos verlas citadas y clasificadas por temáticas en Gómez-Chacón (2010), Pérez-Tyteca (2012) o Caballero (2013). La segunda parte del primer volumen de Mellado, Blanco, Borrachero, y Cárdenas (Eds.) (2013) dedica sus ocho capítulos a *las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*, en él distintos autores, en su mayoría españoles, presentan sus últimas investigaciones sobre el tema, aportando además en sus introducciones referencias sobre el panorama internacional, en particular, en el último capítulo Hidalgo, Maroto, Ortega y Palacios (2013), en la parte

de fundamentación, contribuyen a presentarnos el panorama de las últimas investigaciones en el dominio afectivo relacionadas con la metacognición.

Para desarrollar este apartado nosotros hemos optado por distinguir las siguientes temáticas: los afectos matemáticos y el rendimiento académico, y el perfil emocional matemático en estudiantes universitarios.

### **3.1.1. Los afectos matemáticos y el rendimiento académico.**

Centrándonos en el papel que la afectividad tiene sobre el rendimiento matemático, la idea general es que existe relación entre la actividad cognitiva y los procesos emocionales. En particular, Guerrero y Blanco (2004) y Gairín (1990), entre otros, después de revisar los trabajos sobre la relación entre rendimiento y nivel de activación, concluían que un alto grado de ansiedad facilita el aprendizaje mecánico pero inhibe otros tipos de aprendizaje que requieren de la improvisación y de la creatividad más que de la persistencia.

También podemos considerar generalizada la idea de que la relación entre dominio afectivo (creencias, actitudes y emociones) y 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. Para Gómez-Chacón (2000), la relación que se establece entre los afectos y el rendimiento es recíproca: por una parte, la experiencia que tiene el estudiante al aprender matemáticas le provoca distintas reacciones e influye en la formación de sus creencias y, por otra, las creencias que sostiene el sujeto tienen una consecuencia directa en su comportamiento en situaciones de aprendizaje y en su capacidad para aprender. Guerrero y Blanco (2004) corroboran esta idea comprobando que las mutuas relaciones entre las actitudes, las creencias y las emociones de los alumnos determinan el éxito o fracaso ante las matemáticas. Para ello diseñan un programa de intervención psicopedagógica con objeto de que el alumno aprenda a resolver problemas, disminuya el estado de activación y tensión a través del entrenamiento en relajación, y se familiarice con autoinstrucciones que le permitan manejar pensamientos y emociones ante la tarea matemática. En esta línea, Caballero (2013) desarrolla un programa de resolución de problemas para proporcionar a los futuros profesores una herramienta didáctica que les permita aprender y “aprender a enseñar” a resolver problemas de matemáticas, teniendo en cuenta los aspectos cognitivos y de educación emocional.

Barbero, Holgado, Vila y Chacón (2007) analizan la influencia de las **actitudes** y los hábitos de estudio sobre el rendimiento en matemáticas, en niños y niñas de 13 años, utilizando los datos de la muestra española que participó en la segunda Evaluación Internacional del Progreso Educativo realizada por el Educational Testing Service con objeto de identificar variables relacionadas con un rendimiento alto. Estos autores proponen un modelo teórico mediante ecuaciones estructurales que explica las relaciones entre las variables de interés anteriormente citadas y cómo éstas tienden a mantenerse estables por género aunque algunas de las variables utilizadas presenten diferencias significativas entre niños y niñas, en media.

Para Chouinard, Karsenti y Roy (2007) la percepción del nivel de **esfuerzo** es otro de los factores que, junto a las creencias sobre la autoeficacia, utilidad, percepción del apoyo de los profesores y de los padres, influyen en los procesos de aprendizaje matemático. Esta influencia fue comprobada por los autores utilizando modelos de ecuaciones estructurales con datos de alumnos de secundaria (grados 7 a 11). Pinxten et al. (2014) hacen un estudio longitudinal con niños y niñas de grados 3 a 7, en él introducen el factor gusto o disfrute en su modelo estructural, encontrando efectos positivos sobre el esfuerzo y la autoeficacia percibidos; esta última tendría efectos positivos en el logro y negativos sobre el esfuerzo percibido.

Mato y Muñoz (2010) analizan la incidencia de las actitudes hacia las matemáticas y de la ansiedad sobre el rendimiento académico en matemáticas con datos de alumnos de los cuatro cursos de la ESO. Entre otros resultados, obtienen correlaciones significativas e inversas entre las actitudes hacia las matemáticas y la ansiedad. Además, las actitudes hacia las matemáticas serían buenos predictores del rendimiento, lo que no ocurre con la **ansiedad** matemática.

Pese a la abundancia de investigaciones que encuentran correlación inversa entre ansiedad y rendimiento matemático, Ma & Xu (2004) apuntan que existen pocos intentos de establecer relaciones de causalidad entre estas variables y ofrecen su aportación al problema a través de un estudio con alumnos de Estados Unidos de grado 7 a los que se hizo un seguimiento hasta el grado 12; sus datos apoyaban que bajos rendimientos producen altos niveles de ansiedad, resultado que ya obtuvieron anteriormente otros autores como Pajares (1996a) y Valiante (2000). Palacios, Hidalgo, Maroto, y Ortega (2013), al igual que Hembree (1990) y otros autores, obtienen que la ansiedad es determinante del rendimiento matemático en una relación inversa y

significativa, aunque consideran que el problema de causalidad entre estas variables sigue sin resolverse del todo en la actualidad (Palacios et al.: 97).

Palacios et al. (2013) utilizan una muestra de alumnos de los seis niveles comprendidos entre el último curso de primaria y primero de bachillerato, mediante un modelo de ecuaciones estructurales, contrastan las posibles causas y consecuencias de la ansiedad a partir del rendimiento académico en matemáticas y de los datos aportados por cuatro escalas relacionadas con las actitudes hacia las matemáticas, las actitudes escolares, las estrategias meta-cognitivas y la ansiedad. Como resultados destacados, además del comentado en el párrafo anterior, descubren la considerable influencia de las actitudes hacia las matemáticas sobre la ansiedad matemática y la escasa relación de ésta con las estrategias metacognitivas. No obstante, los autores recalcan el importante papel que estas últimas tienen en la formación de actitudes positivas hacia las matemáticas. No en vano, la metacognición, entendida como el conocimiento de uno mismo sobre los propios procesos cognitivos, interviene en bastantes de los modelos causales, que se citan en el siguiente epígrafe, relacionados con el dominio afectivo matemático en contexto universitario.

Pajares (1996a) y Valiante (2000) comprueban que los estudiantes con altas expectativas de eficacia gozan de mayor motivación académica, obtienen mejores resultados, son capaces de regular eficazmente su aprendizaje, muestran mayor motivación intrínseca y desarrollan niveles menores de ansiedad cuando aprenden. El concepto de **autoeficacia** es un constructo importante en la teoría social cognitiva, y se ha asociado a las creencias de las personas acerca de sus capacidades para alcanzar niveles determinados de rendimiento (Bandura, 1987).

Algunas de las investigaciones que incluyen el estudio del papel de la autoeficacia en las relaciones de causalidad que pueden establecerse en relación con el dominio afectivo y el rendimiento matemático son: Contreras et al. (2005) que señalan la baja eficacia matemática percibida como determinante de la ansiedad con el rendimiento como mediador; Jain & Dowson (2009) la incluyen en su modelo de ecuaciones estructurales como predictora de la ansiedad en alumnos de 8º grado; con el mismo fin la incluyen Kesici & Erdogan (2009) buscando predictores significativos con datos de estudiantes universitarios; Pérez-Tyteca (2012) la incluye en su modelo causal predictivo de la elección de carrera centrado en la ansiedad; Pajares y Miller (1994) trabajan con estudiantes universitarios de primer año y encuentran una relación directa entre autoeficacia y otras variables como el autoconcepto, la utilidad percibida, los

conocimientos previos y el rendimiento matemático; Pajares (1996b) estudia el papel predictivo y mediacional de la autoeficacia en estudiantes superdotados con alumnos de 8º grado de un colegio público, estableciendo la comparación con un grupo control; Cupani y Lorenzo (2010) evalúan la incidencia de la autoeficacia en el rendimiento en matemáticas en una población de adolescentes (13 a 15 años) argentinos utilizando un modelo de ecuaciones estructurales; concluimos estas citas con el modelo estructural de Chouinard, Karsenti, & Roy (2007).

Otra variable afectiva que se ha relacionado con el rendimiento académico en matemáticas es la **utilidad** percibida, Fennema y Sherman (1976) definen este constructo como “*las creencias sobre la utilidad de las matemáticas actualmente y en relación con la futura educación, vocación y otras actividades*”. Sánchez (2009) comprueba en un estudio con alumnos universitarios que la utilidad otorgada a las matemáticas tiene un efecto negativo sobre la ansiedad (cuanta mayor utilidad otorgada menor ansiedad) y positivo sobre el rendimiento. Pajares y Miller (1994) prueban que la utilidad está relacionada con la confianza de los estudiantes en sus propias habilidades matemáticas, otros trabajos ya citados en relación con la autoeficacia la incluyen junto a ella en sus modelos estructurales (Pérez-Tyteca, 2012; Chouinard, Karsenti, & Roy, 2007).

En otras investigaciones que tratan de buscar relaciones causales entre ansiedad y rendimiento utilizando modelos de ecuaciones estructurales, la utilidad está presente como factor en la escala de actitudes hacia las matemáticas, por ejemplo Palacios et al. (2013). Una explicación detallada sobre la construcción de una escala de este tipo y referencias de escalas anteriores puede consultarse en Palacios, Arias, y Arias (2014), las referencias incluyen desde las primeras **escalas de actitudes hacia las matemáticas** de Aiken & Dreger (1961) hasta la escala de Alemany y Lara (2010), esta última redactada tanto en castellano como en lengua tamazight (validada con una muestra de estudiantes de etnia berebere), pasando por el tan utilizado *Inventario de Actitudes hacia las Matemáticas* de Tapia & Marsh (2004a) o las primeras escalas en castellano de Gairín (1990) y de Auzmendi (1992). La tabla 3.1. nos ofrece una relación cronológica de estas escalas, en la que podemos encontrar la utilidad como subescala en ocho de las once escalas incluidas en la tabla.

Tabla 3.1.  
*Instrumentos de evaluación de actitudes hacia las matemáticas*

<b>Instrumento</b>	<b>Autor/es</b>	<b>Componentes</b>	<b>nº de ítems</b>
Escala de Actitudes hacia las Matemáticas de Aiken-Dreger	Aiken & Dreger (1961)	Agrado Ansiedad	20
Escalas E y V (Enjoyment and Value)	Aiken (1974)	Disfrute Valor-Utilidad	11 10
Mathematics Attitudes Scale (MAS)	Fennema & Sherman (1976)	Confianza-Autoconcepto Motivación Ansiedad matemática Utilidad-Valor Actitud del alumno hacia su éxito Matemáticas como dominio masculino Actitud del profesor percibida Interés del padre/madre percibido	108
Mathematics Attitude Inventory (MAI)	Sandman (1980)	Actitud del profesor percibida Ansiedad Valor-Utilidad Autoconcepto Disfrute Motivación	28
Escala de actitud hacia las matemáticas de carácter verbal	Gairín (1990)	Gusto Utilidad Confianza-Ansiedad	22
Escala de Actitudes hacia la Estadística y hacia las Matemáticas de Auzmendi	Auzmendi (1992)	Agrado-Gusto Ansiedad Utilidad Motivación Seguridad	25
Escala de Actitudes hacia la Matemática aplicada a ingresantes de la UNALM (EAHM-U)	Bazán y Sotero (1998)	Afectividad Aplicabilidad Habilidad Ansiedad	31
Attitudes Toward Mathematics Inventory (ATMI)	Tapia & Marsh (2004a)	Confianza-Autoconcepto Utilidad-Valor Gusto Motivación	40
Cuestionario para medir las Actitudes hacia las Matemáticas en alumnos de ESO	Muñoz y Mato (2008)	Actitud del profesor percibida Agrado-Utilidad	19
Cuestionario de Actitudes hacia las Matemáticas para alumnos de ESO	Aleman y Lara (2010)	Conductual Afectivo Cognitivo Autoconcepto negativo Autoconcepto positivo Desmotivación hacia su estudio Expectativas de logro	37
Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM)	Palacios, Arias, y Arias (2014)	Percepción de incompetencia Gusto Percepción de utilidad Autoconcepto matemático	32

En algunas escalas de actitudes hacia las matemáticas también encontramos como subescala el **autoconcepto** matemático (Palacios et al., 2014; Tapia & Marsh, 2004a; Sandman, 1980; Fennema & Sherman, 1976) y el **gusto**, disfrute o agrado por

las matemáticas (Palacios et al., 2014; Tapia & Marsh, 2004a; Auzmendi, 1992; Sandman, 1980). El autoconcepto en la escala de Palacios et al. hace referencia a la concepción que el estudiante tiene de sí mismo como hábil y capaz para el estudio de las matemáticas. Pérez-Tyteca (2012) utiliza en su trabajo el término *autoconfianza como una creencia sobre la propia competencia matemática que consiste en la confianza que un sujeto tiene en sus propias habilidades para enfrentarse a tareas relacionadas con las matemáticas* (p. 21). Nosotros entendemos que, salvo por el carácter positivo de la autoconfianza, se trata de un constructo bastante similar al que define Palacios et al. como autoconcepto, también en sintonía con las definiciones de Fennema & Sherman (1976) y de McLeod (1992).

Por otro lado, de lo dicho anteriormente, queremos destacar que en la mayoría de las escalas denominadas de actitudes hacia las matemáticas se incluyen creencias, lo cual nos lleva a pensar que quizás hubiese sido menos confuso llamarlas, por ejemplo, escalas afectivo-emocionales. El hecho de que la ansiedad sea también un factor de algunas de ellas (Aiken & Dreger, 1961; Fennema & Sherman, 1976; Sandman, 1980; Auzmendi, 1992; Bazán y Sotero, 1998) corrobora esta idea. No obstante, también son muchas las escalas construidas expresamente para medir ansiedad hacia las matemáticas, una revisión reciente de estos instrumentos nos la proporcionan: Primi, Busdraghi, Tomasetto, Morsanyi, & Chiesi (2014, 51-52); Caballero (2013, 85-87). Nosotros incluimos en la tabla 3.2. las medidas de la ansiedad matemática usadas con mayor frecuencia en general y, en particular, las últimas aportaciones en castellano. Los dos instrumentos más utilizados actualmente son la Escala de Ansiedad Matemática de Fennema & Sherman (1976), de doce ítems, que forman parte de los 108 de la escala MAS incluida en la tabla 3.1. y la *Mathematics Anxiety Rating Scale* (MARS), desarrollada por Richardson & Suinn (1972), de 98 ítems, con sus numerosas adaptaciones que tratan de disminuir su número, entre ellas, la de Plake & Parker (1982) de 24 y la de Alexander & Martray (1989) de 25, ésta última traducida al castellano recientemente por Núñez-Peña, Suárez, Guilera, y Mercadé (2013). Pérez-Tyteca (2012) utilizó una versión en castellano de MAS y consideró tres subescalas para los doce ítems: ansiedad global hacia las Matemáticas, ansiedad hacia la resolución de problemas y ansiedad hacia los exámenes. Hopko, Mahadevan, Bare, & Hunt (2003) redujeron la escala MAS a nueve ítems con dos subescalas: ansiedad ante el aprendizaje y ante la evaluación en Matemáticas.

Tabla 3.2.  
*Instrumentos de evaluación de ansiedad hacia las matemáticas*

<b>Instrumento</b>	<b>Autor/es</b>	<b>Componentes</b>	<b>nº de ítems</b>
Mathematics Anxiety Rating Scale (MARS)	Richardson & Suinn (1972)	Afectividad-Agrado Ansiedad-Miedo	98
Mathematics Anxiety Scale (MAS)	Fennema & Sherman (1976)		12
Math Anxiety Rating Scale-Revised (MARS-R)	Plake & Parker (1982)	Afectividad-Agrado Ansiedad-Miedo Valor-Utilidad Motivación Seguridad-Confianza	24
Abbreviated Math Anxiety Rating Scale (sMARS)	Alexander & Martray (1989)	Ansiedad ante la evaluación Ansiedad ante las tareas numéricas Ansiedad ante la asignatura	25
Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS)	Hopko, Mahadevan, Bare, & Hunt (2003)	Ansiedad ante el aprendizaje Ansiedad ante la evaluación	9
Escala de Ansiedad hacia las Matemáticas de Muñoz y Mato	Muñoz y Mato (2007)	Ansiedad ante la evaluación Ansiedad ante la temporalidad Ansiedad ante la comprensión de problemas Ansiedad frente a los números y operaciones matemáticas Ansiedad ante situaciones matemáticas de la vida real	24
Versión en castellano de sMARS	Núñez-Peña, Suárez, Guilera y Mercadé (2013)	Ansiedad ante la evaluación Ansiedad ante las tareas numéricas Ansiedad ante la asignatura	25

El autoconcepto también se ha tratado de medir con instrumentos propios, Pietsch, Walker, y Chapman (2003) trataron de medir la percepción de eficacia y/o de competencia en matemáticas en 416 adolescentes, para ello partieron de diez ítems relacionados con el autoconcepto, cuyo índice de fiabilidad alfa de Cronbach fue de 0.86, y cinco con la autoeficacia, cuyo alfa fue de 0.79. Su análisis apoyó la existencia de dos componentes para el autoconcepto, el referido a la propia percepción de competencia y el afectivo. Con estas escalas, Pietsch et al. trataron de examinar las relaciones entre **autoconcepto, autoeficacia y rendimiento en Matemáticas**. Con posterioridad, Ferla, Valcke, & Cai (2009), utilizando los datos de la muestra de 8796 estudiantes belgas de 15 años obtenidos en PISA 2003, estudian las diferencias entre los constructos autoeficacia académica y autoconcepto académico en el dominio de las matemáticas, y concluyen que son conceptual y empíricamente diferentes; además sugieren que el autoconcepto académico de los estudiantes influye fuertemente en sus creencias de autoeficacia y no al revés. Por otro lado, también informan que el autoconcepto académico es mejor predictor para las variables afectivo-motivacionales, mientras que la autoeficacia académica es el mejor predictor directo para el rendimiento

académico. Sin embargo, advierten de la limitación de este estudio de relaciones causales mediante ecuaciones estructurales por su naturaleza transversal y para mejorar la investigación sugieren un diseño longitudinal. Lee (2009), utilizando también datos de PISA 2003 pero esta vez de los 41 países participantes, compara el autoconcepto matemático, la autoeficacia matemática percibida y la ansiedad hacia las matemáticas entre los 41 países. Sin embargo, este autor reconoce que actualmente no existe un claro consenso sobre si autoconcepto matemático y autoeficacia percibida para las matemáticas son conceptos diferentes o simplemente acepciones de una misma realidad. Lo que sí parece estar clara es la correlación positiva entre autoconcepto y rendimiento (p.e., Chiu y Klassen, 2010) o entre autoeficacia y rendimiento como ya comentamos antes.

En lo relativo a la **evolución del dominio afectivo-emocional matemático** las investigaciones de Hidalgo, Maroto, y Palacios (2005) e Hidalgo, Maroto, Ortega, y Palacios (2008, 2013) apoyan una disminución gradual de la afectividad positiva al aumentar el nivel educativo de los alumnos. Entre las tres, estas investigaciones cubren los niveles educativos entre los 6 y los 18 años, el descenso más fuerte de las actitudes positivas se observa entre los 11 y los 15 años. Otros autores, tanto dentro como fuera de nuestras fronteras, que encuentran resultados similares en sus investigaciones longitudinales, entre otros, son: Fennema (1978); Cockroft (1985); ICECE (2002); Campos (2003); Ma & Xu (2004); Chouinard y Roy (2008); Frenzel, Goetz, Pekrun, & Watt (2010). Con un enfoque más general, también Vázquez y Manassero (2008) comprueban en su trabajo que las actitudes positivas hacia la ciencia disminuyen con la edad, especialmente durante la educación secundaria. Frenzel et al. hacen un estudio longitudinal del interés por las matemáticas de 3193 estudiantes alemanes de grados 5 a 9 considerando las tres opciones educativas del sistema escolar alemán (*Hauptschule*, *Realschule* y *Gymnasium*), comparan las tres curvas función del curso ajustadas a los datos comprobando que las trayectorias de pérdida de interés tenían una forma similar, en las tres vías. También exploran los efectos relacionados con el género, la familia y el contexto escolar.

### **3.1.2. El perfil emocional matemático en estudiantes universitarios.**

En este apartado vamos a empezar por comentar algunas de las publicaciones más recientes relacionadas con el perfil emocional en el ámbito de formación de

maestros y futuro profesorado de secundaria, y continuaremos con el resto de estudios universitarios (incluyendo los estudios superiores en centros no universitarios habilitados para ello, *community colleges*), destacando las investigaciones sobre el dominio afectivo-emocional en los estudios más relacionados con los grados en estadística.

El estudio de las actitudes hacia las matemáticas de los estudiantes universitarios que se forman para ser profesores es fundamental por la influencia que éstos tendrán en su futura práctica docente sobre los alumnos a los que instruirán. Recientemente Sakiz, Pape, & Woolfolk (2012) han detectado como elemento importante para el devenir escolar del estudiante de matemáticas el modo en el que los profesores les apoyan emocional y afectivamente; mediante un modelo de ecuaciones estructurales con datos de alumnos de 7º y 8º grado explican que el apoyo del profesor determina la percepción de eficacia matemática del estudiante y el gusto por las matemáticas, elemento este último que actuaría como motor de esfuerzo e indirectamente de rendimiento escolar. La comunidad investigadora consciente de esta realidad ha respondido tanto con publicaciones que describen el perfil emocional matemático de los futuros docentes (Hernández, Paralea y Socas, 2001; Fernández y Aguirre, 2010; Escolano et al., 2012; Maroto, 2015) como con publicaciones que tratan de estudiar los cambios en ese perfil producto de la realización de cursos de formación o programas de intervención (Kimber, 2009; Caballero, 2013; Iriarte, Benavides, y Guzmán, 2013; Pino, 2013; Gómez-Chacón, 2013).

Kimber (2009) entrena en técnicas de control metacognitivo y de autorregulación a futuros maestros con el propósito de disminuir sus niveles de ansiedad. En nuestro país Caballero (2013) diseña, aplica y evalúa un programa de intervención en control emocional y resolución de problemas matemáticos en maestros en formación inicial. Algunos de los resultados obtenidos en este programa, según su autora, son: un mayor control emocional, reducción de la ansiedad y los bloqueos en la resolución de problemas, modificación de las creencias sobre las matemáticas y la resolución de problemas matemáticos, sobre su enseñanza-aprendizaje y sobre sí mismos, produciéndose un aumento de las expectativas de autoeficacia, una mayor perseverancia ante los problemas matemáticos, mayor orden y rigor en la resolución de problemas y en el manejo de estrategias de resolución búsqueda de alternativas. Iriarte, Benavides y Guzmán (2013) valoran la aplicación por futuros profesores y pedagogos de un programa para superar la ansiedad hacia las matemáticas, la edad de las personas

que recibieron el programa varía entre los 6 y los 23 años; en la investigación también se consideran autoaplicaciones del programa. Pino (2013) y Gómez-Chacón (2013) centran sus investigaciones en futuros profesores de matemáticas de secundaria, en el primer caso se estudia los posibles cambios relacionados con el perfil emocional después de participar en un taller de resolución de problemas y en el segundo caso se estudia la afectividad relacionándola con la visualización interactiva en la resolución de problemas.

Si pensamos en el perfil emocional matemático de un estudiante universitario posiblemente sea interesante distinguir entre estudiante de nuevo ingreso o no y entre perfil de Ciencias Sociales o Ciencias Experimentales. En España no es muy abundante la literatura sobre este tema comparada con la de nivel preuniversitario, con excepción quizá de los estudios ya comentados sobre las carreras que forman a los profesores fundamentalmente de primaria. Recientemente, Pérez-Tyteca et al. (2011) hacen un estudio de la ansiedad matemática en alumnos de nuevo ingreso por bloques de titulaciones con alumnos de la Universidad de Granada y concluyen que existen diferencias significativas entre ramas de conocimiento. Ordenan éstas diferencias de menor a mayor valor para el nivel de ansiedad del siguiente modo: Enseñanzas Técnicas, Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales y Ciencias de la Salud. A continuación pasamos a describir dos estudios recientes sobre universitarios españoles:

Núñez-Peña, Suárez-Pellicioni y Bono (2013) estudian los efectos de la ansiedad matemática en estudiantes universitarios de segundo curso del grado en psicología, matriculados en la asignatura *Diseño de Investigaciones*, caracterizada por su alto contenido estadístico y por requerir razonamiento numérico. Sus resultados muestran que el bajo rendimiento en la asignatura está relacionado con la ansiedad matemática y las actitudes negativas hacia las matemáticas. Estos autores, teniendo en cuenta el itinerario cursado en Bachillerato por los estudiantes de la citada asignatura, concluyen que los alumnos que proceden de itinerarios de humanidades o sociales tienen niveles de ansiedad matemática más altos que los que proceden de itinerarios científico-tecnológicos, así como actitudes más negativas y obtienen un rendimiento medio más bajo en la asignatura.

Gómez-Chacón y Haines (2008) estudian la relación entre las actitudes hacia las matemáticas y hacia la tecnología en estudiantes universitarios de primer año de ciencias matemáticas, comparando los datos obtenidos en Reino Unido y España después de que 140 alumnos de la Universidad City de Londres y 120 de la Universidad

Complutense de Madrid siguieran un curso de aprendizaje de las matemáticas mediante el uso de software científico que combinaba sesiones presenciales ordinarias y sesiones prácticas de laboratorio, una de las conclusiones del estudio fue que existía una relación baja entre las actitudes hacia las matemáticas y hacia los ordenadores.

Más recientemente, y también relacionado con las actitudes hacia la tecnología y las matemáticas, aunque con un enfoque distinto, más alejado de nuestro tema y cambiando de continente en lo que a la muestra se refiere, aparece el estudio de López, Castro y Molina (2013) sobre las actitudes de estudiantes de ingeniería de nuevo ingreso hacia el uso de la tecnología en matemáticas, el cuestionario que utilizaron fue aplicado a 253 estudiantes de primer curso de siete titulaciones de Ingeniería (Civil, Física, Mecánica, Computación, Software, Química y Logística) distribuidas en tres facultades del Campus de Ingeniería y Ciencias Exactas de la Universidad Autónoma de Yucatán en México. Los resultados indican una tendencia de actitudes positivas hacia la incorporación de la tecnología en el aula de matemáticas.

El panorama internacional de las publicaciones sobre perfil emocional matemático en universidad es más amplio y abundan las referidas a estudiantes de nuevo ingreso. Varsavsky & Norton (1995) ya planteaban la necesidad de que se tutelara de manera especial a los alumnos menos preparados en matemáticas con el fin de aumentar su autoconcepto y nivel de competencia. Los autores apuntaban esta necesidad como consecuencia de la formación tan heterogénea de los alumnos que comenzaban sus estudios en la Universidad de Monash (Australia), consideraban esta tutela necesaria incluso en carreras de ciencias e ingeniería y esencial en carreras de ciencias sociales. Preciado (2008), preocupado por el bajo rendimiento en la asignatura de matemáticas de primer curso de las carreras de ingeniería, orientó su trabajo a la medición de actitudes hacia la matemática con el fin de correlacionarlas con el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería de Bogotá en su ingreso a la universidad. En palabras de Preciado p. 22:

*Si bien es cierto que los estudiantes que ingresan a las carreras de ingeniería manifiestan de manera abierta y espontánea, en las entrevistas de admisión, una afinidad por las matemáticas, es también, muy frecuente descubrir que sienten algún tipo de temor y prevención a los cursos a los que se van a enfrentar al comenzar su carrera.*

Kaldo & Reiska (2012) estudiaron las actitudes y creencias hacia el estudio de las matemáticas de los estudiantes de Estonia de nivel universitario utilizando una muestra de 970 estudiantes de primer curso, de los cuales 498 eran estudiantes de

ciencias, los resultados de este estudio muestran que los estudiantes de ciencias (ciencias naturales, matemáticas, física, etc.) de Estonia de primer curso tienen una actitud más positiva hacia las matemáticas que el resto de los estudiantes (economía, administración, etc.), las diferencias son estadísticamente significativas en cinco de los siete factores que estudian.

Pero sin duda, es la ansiedad hacia las matemáticas la que ocupa el primer lugar en la bibliografía sobre perfil emocional matemático de estudiantes universitarios. Perry (2004) define diferentes tipos de ansiedad matemática en alumnos universitarios: moderada y variante; que acompaña al alumno desde tiempo atrás y que comenzó como consecuencia de la actuación de algún profesor y la causada por el modo mecánico de aprender las nociones matemáticas. Una buena guía sobre referencias bibliográficas acerca de este tema la encontramos en Pérez-Tyteca (2012, 60-65). Por el interés para nuestro estudio, además del propio estudio de Pérez-Tyteca sobre la influencia de la ansiedad matemática en la elección de carrera, destacamos las siguientes publicaciones.

Blackner (2000) investigó las relaciones entre la ansiedad matemática, el éxito académico y el estilo de aprendizaje (clase tradicional, instrucción asistida por ordenador en el campus o bien instrucción asistida por ordenador a distancia) en estudiantes de educación superior (*community college*), para ello planteó el mismo estudio con dos grupos de estudiantes, uno de 135 alumnos de un curso inicial de álgebra y otro de 113 de un curso de álgebra intermedia. Hubo diferencias en los resultados de ambos grupos, por ejemplo, en el primer grupo Blackner no encontró evidencias de que la ansiedad matemática sea predictiva del rendimiento y en el segundo sí. Por otro lado, el método de enseñanza influye en el éxito académico, medido por nota final y continuidad (no abandono), pero no de igual modo en los dos grupos, en álgebra inicial las calificaciones finales fueron significativamente más altas para los estudiantes que recibieron instrucción asistida por ordenador (CAI) mientras en álgebra intermedia fueron los estudiantes instruidos tradicionalmente los que tuvieron las notas más altas. En cuanto al abandono, hubo menos abandono de lo esperado en enseñanza tradicional en el grupo de álgebra inicial y no hubo diferencias significativas en el intermedio. También en estudiantes de *community college* de un curso de matemáticas, Otts (2010) investigó la relación entre las actitudes hacia las matemáticas y la ansiedad con el desarrollo de cursos sobre técnicas de autorregulación y metacognición, y el aprovechamiento en matemáticas. Sus conclusiones a partir de una muestra 376 alumnos establecen que las actitudes hacia las matemáticas y la ansiedad

determinan el correcto uso de las estrategias de autorregulación y este correcto uso de la metacognición es el mejor predictor del aprovechamiento escolar. Según Otts es la ansiedad la que potencia o inhibe el uso adecuado de estrategias metacognitivas. Spybrook (2008) estudió la relación entre ansiedad matemática y memoria de trabajo con alumnos de dos cursos de un *community college* de Carolina del Norte. Los dos cursos eran de habilidades matemáticas básicas de niveles diferentes, uno de preparación y otro de álgebra elemental.

Kesici & Erdogan (2009) exploran a un grupo de 183 estudiantes de educación superior con el fin de determinar algunos factores que pueden resultar predictivos de su ansiedad matemática, sus resultados indican que la ansiedad hacia los exámenes, la autoeficacia en el aprendizaje y en el desempeño, y la elaboración de estrategias cognitivas pueden considerarse factores predictivos.

Kargar, Tarmizi, & Bayat (2010) estudian las relaciones entre ansiedad matemática, actitudes hacia las matemáticas y pensamiento matemático (escala que incluye la medición de habilidades para el aprendizaje matemático) con una muestra de 203 estudiantes de una universidad pública de Malasia, que cursan una asignatura de cálculo básico, pertenecientes a cuatro facultades: Ciencias, Ingeniería, Ciencias de la alimentación y Ecología humana. Los autores no encuentran diferencias en media por facultades en ninguna de las escalas; sin embargo, sí que encuentran diferencias por género en las tres escalas a favor de los hombres y en pensamiento y actitudes a favor de los malayos frente a otras razas, los resultados sobre las correlaciones significativas entre las tres variables objeto de estudio fueron los habituales. También en una universidad de Malasia; Vitasari, Herawan, Wahab, Othman, & Sinnadurai (2010), a partir de una muestra de 770 alumnos y de un cuestionario de 40 ítems, encuentran cinco dimensiones en las que se manifiesta la ansiedad matemática de los estudiantes de ingeniería de facultades de distintas especialidades (química y recursos naturales, electricidad y electrónica, mecánica,...), al igual que Kargar et al. encuentran diferencias por género en media a favor de los alumnos varones. Diferencias que ya se habían detectado anteriormente, por ejemplo, Gardner (1997) muestra que las alumnas universitarias sufren más ansiedad matemática que sus compañeros. Posteriormente Pérez-Tyteca, et al. (2011) también encuentran diferencias significativas en el mismo sentido.

Sin embargo, Tapia & Marsh (2004b), buscando posibles relaciones entre ansiedad matemática y género, plantearon un modelo factorial multivariante aplicándolo

a una muestra de 134 estudiantes que recibían clases de matemáticas en una universidad estatal norteamericana. Su modelo consideraba el género y la variable ansiedad, categorizada en cuatro niveles, como factores independientes y el autoconcepto, la utilidad, el gusto y la motivación como variables dependientes, con él concluyeron que el efecto de la ansiedad era significativo en tres de las variables, todas salvo la utilidad, pero ni el efecto del género ni el de la interacción género-ansiedad eran significativos en el modelo.

Para Maloney, Waechter, Risko, & Fugelsang (2012) la relación entre género y ansiedad matemática está mediada por la capacidad de procesamiento espacial. Los autores comprobaron el resultado mediante un modelo de ecuaciones estructurales aplicado tanto a una muestra de estudiantes universitarios en una clase de psicología como a una muestra de participantes de distintos niveles educativos y edades entre 18 y 78 años.

Completaremos las referencias internacionales centrándonos en estudios que pretenden conocer desde el punto de vista de su perfil emocional matemático a los alumnos de primeros cursos de una carrera determinada.

Comenzando por carreras científico-técnicas, en estudios de **Ingeniería**, además de los ya citados (Preciado, 2008; Vitasari et al., 2010; Kargar, Tarmizi, & Bayat, 2010; López, Castro y Molina, 2013) contamos con el estudio que Berkaliyov & Kloosterman (2009) hacen acerca de las creencias sobre las matemáticas, mediante un cuestionario que entregan el primer día de clase a 254 estudiantes de ingeniería pertenecientes a 10 clases de distintas especialidades (aeroespacial, arquitectura, biomédica, química, civil, informática, eléctrica y mecánica) de una escuela de ingeniería del oeste de Estados Unidos y un estudio de actitudes con datos recogidos a lo largo del semestre completo. Los datos del estudio de creencias los comparan con un estudio anterior en el que se utilizó el mismo cuestionario con estudiantes de *college* cuyos prerrequisitos respecto a las matemáticas a la entrada eran menores, entre ellos había un grupo de estudiantes para maestros de primaria. El estudio muestra que, en muchos aspectos, las creencias de los estudiantes de ingeniería no son tan diferentes de las de las otras poblaciones, por ejemplo en el patrón de correlaciones entre creencias, aunque estas correlaciones fueron más altas en el caso de los ingenieros. También se detectó que éstos tienden a tener creencias ligeramente más fuertes con respecto a sí mismos como aprendices. Por lo que respecta a las actitudes hacia las matemáticas, los autores apuntaron que la pequeña variación del día a día sugiere que éstas están basadas en creencias arraigadas. También

en ingeniería, Álvarez y Ruíz (2010) hacen un estudio de tipo descriptivo analizando las actitudes hacia las matemáticas de los estudiantes de ingeniería de universidades autónomas venezolanas utilizando para ello una muestra de 613 participantes matriculados en el primer semestre del año 2004 y distinguiendo tres componentes: agrado, dificultad y utilidad. Los autores apuntan que la actitud de estos estudiantes es globalmente positiva, pero que no se logran alcanzar los altos niveles deseables para una carrera basada en las matemáticas, como es la ingeniería. Así, por ejemplo, a pesar de que los alumnos reconocen la importancia de las matemáticas en su formación académica y declaran sentir curiosidad e interés por resolver problemas relacionados con esta disciplina con porcentajes mayores del 70%, el 65% manifiesta que no la comprende y el 51% manifiesta incomodidad y nerviosismo ante las actividades matemáticas. En **Física**; Symonds, Lawson, & Robison (2010) muestran su preocupación por el descenso en la preparación matemática de los estudiantes en la entrada a las universidades de Reino Unido y en particular a la *Loughborough University*, por ello estudian la actitud hacia las matemáticas de los alumnos de Física de esta Universidad mediante cuestionarios abiertos y entrevistas individuales. En **Informática**; Miles, Blum, Staats, & Dean (2003) desarrollan un cuestionario de estrategias metacognitivas (MSI, *Metacognitive Skills Inventory*) que correlacionan con los resultados de un test de ansiedad. Su intención es dar un primer paso en la mejora del plan de estudios del grado en Informática abordando las habilidades metacognitivas. Los autores estaban preocupados porque muchos estudiantes abandonaban los estudios de matemáticas e informática en el *College of Charleston*, por carecer de las habilidades analíticas necesarias, a pesar del aumento en el interés nacional por los campos relacionados con la tecnología. Los resultados de Miles et al. muestran una correlación negativa elevada entre la subescala de confianza en el uso de estrategias metacognitivas y la de ansiedad matemática. Nortes y Nortes (2014) estudian la ansiedad hacia las matemáticas de los alumnos del **Grado de Matemáticas**, con una muestra de 149 alumnos de distintas universidades españolas, pero incluyendo alumnos de todos los cursos (edad media de 21 años). Por último, recordamos el estudio de Gómez-Chacón y Haines (2008) con universitarios de primer año de Ciencias Matemáticas.

Continuamos por los estudios relacionados con carreras de **Economía o Administración de Empresas**. Sánchez (2009), preocupada por los problemas de enseñanza-aprendizaje en los cursos de matemáticas para estudiantes de las licenciaturas de Administración, Economía y de Política y gestión social, trabaja con un grupo de 327

alumnos de la licenciatura de Economía de una universidad de México, ajustando a los datos proporcionados por un cuestionario y un examen, un modelo de ecuaciones estructurales para investigar el efecto que las variables latentes: utilidad, ansiedad, confianza, agrado y motivación tienen sobre el resultado del examen diagnóstico. Las conclusiones que la autora destaca a partir del modelo expresan que la motivación y confianza son suficientes para un buen logro en el resultado del examen y que la variable ansiedad matemática, causante de malos resultados, disminuye cuando hay una percepción de utilidad y agrado. También Petriz, Barona, López, y Quiroz (2010) hacen un estudio similar con 124 estudiantes de la licenciatura en Administración en una universidad mejicana, si bien Petriz et al. utilizan análisis de conglomerados para establecer las relaciones entre las actitudes hacia las matemáticas y el desempeño de estudiantes. Con esta técnica, entre otros resultados, obtienen que una dosis moderada de ansiedad en los estudiantes conduce a un desempeño mayor en matemáticas. Yenilmez, Girginer, & Uzun (2007) estudiaron la relación entre ansiedad matemática, actitudes hacia las matemáticas y éxito en matemáticas de los estudiantes de las Facultades de Economía y Administración de empresas de Turquía, la muestra de 1440 estudiantes se eligió para que tuvieran representación las universidades de todas las regiones del país, de tres departamentos (Administración de Empresas, Economía y Finanzas) y de los cuatro cursos que componen los estudios, los datos se tomaron en el semestre de otoño del curso 2003-2004. Algunos de los resultados del estudio fueron los siguientes: los autores no encontraron diferencia significativa entre el nivel medio de ansiedad matemática de alumnos y alumnas, aunque sí encontraron diferencia en la dispersión del nivel de ansiedad por género; sin embargo, sí que encontraron diferencias en media respecto al género en la escala de actitudes, las alumnas tenían actitudes más positivas hacia las matemáticas que los varones, por otro lado, los estudiantes del departamento de Finanzas tenían mayor nivel de ansiedad matemática que los alumnos de los otros dos departamentos, los autores apuntan como posible causa el hecho de que los estudiantes de finanzas tenían puntuaciones más bajas en los exámenes de ingreso a la universidad que los estudiantes de los otros dos departamentos. Cardoso, Vanegas, y Cerecedo (2012) estudiaron las actitudes hacia las matemáticas de una muestra de 107 alumnos que ingresaban en 2011 a uno de los posgrados en Administración de Empresas de tres escuelas de México. El estudio fue exploratorio y los autores concluyeron que en su muestra los alumnos percibían las matemáticas como una disciplina útil, pero difícil en el ámbito académico y laboral; asimismo, manifestaban

una actitud de desconfianza y de ansiedad en situaciones que involucran el empleo de procedimientos matemáticos, a pesar de que los estudiantes iniciaban su formación de posgrado contando con una experiencia profesional media de 10.7 años.

También encontramos este tipo de investigaciones sobre estudiantes de **Enfermería**, por ejemplo, Walsh (2008) y McMullan, Jones, & Lea (2012), preocupados por la importancia de que los estudiantes de enfermería aprendan a calcular correctamente las dosis, exploran las relaciones entre ansiedad matemática, autoeficacia y rendimiento, Walsh en un grupo de 108 estudiantes universitarios de enfermería norteamericanos y McMullan et al. en un grupo de 229 estudiantes de enfermería británicos de segundo año.

Dodera, Bender, Burrioni y Lázaro (2014) exploran los errores matemáticos más frecuentes y su relación con la actitud afectiva hacia las matemáticas y su rendimiento, con una muestra de 405 estudiantes argentinos de primer curso de Ciencias de la Salud (Medicina, Odontología, Farmacia, Bioquímica, Psicología y otras). Entre otros resultados, encuentran que los alumnos tienen dificultades para representar números racionales y para plantear matemáticamente enunciados de problemas.

Para terminar este apartado mencionaremos los estudios realizados con estudiantes de **Psicología**, cuya necesidad de conocimientos matemáticos está muy ligada precisamente a la necesidad del manejo de procedimientos estadísticos. Además del trabajo ya citado de Núñez-Peña, Suárez-Pellicioni, y Bono (2013) con estudiantes de Psicología de la Universidad de Barcelona, comentamos el trabajo de Legg & Locker (2009) que analiza las posibles relaciones entre las estrategias metacognitivas, la ansiedad matemática y el rendimiento académico; con una muestra de 56 estudiantes matriculados en una asignatura de introducción a la Psicología en la *Georgia Southern University*, la mayoría de ellos habían cursado ya una asignatura de matemáticas de nivel universitario. Sus resultados confirman que niveles elevados de conciencia metacognitiva producen una disminución de la ansiedad, mejorando por tanto los rendimientos en matemáticas; es decir, la metacognición no actúa directamente sobre la ansiedad, actúa en primer lugar sobre la confianza matemática y sobre la eficacia percibida que serían las que influirían sobre los niveles de ansiedad mejorando el rendimiento. Conclusiones muy relacionadas con las ya comentadas en el epígrafe anterior, que obtienen Jain & Dowson (2009) y posteriormente Palacios et al. (2013) con estudiantes de nivel preuniversitario.

## **3.2. Dominio afectivo-emocional estadístico**

Este marco teórico está cercano a nuestras investigaciones pero no es propiamente un marco teórico para nuestro estudio, no obstante nos hemos sentido obligados a incluirlo por su cercanía. Quizás alguien pueda pensar que hubiese sido más lógico estudiar el perfil afectivo estadístico de los estudiantes de los GEST antes que el matemático, sin embargo, desde nuestro punto de vista creemos que el estudiante de un GEST ha elegido voluntariamente los estudios de estadística como carrera universitaria y por ello se le supone una actitud positiva hacia la estadística, por otra parte, fruto de la experiencia docente en el área, creemos que presuponer una actitud positiva hacia las matemáticas no sería real.

No obstante, pudiera incluso ser interesante estudiar el perfil emocional estadístico de una parte de los estudiantes de primer curso de los GEST, sobre todo de aquellos estudiantes cuya razón para matricularse del grado es no alcanzar la nota necesaria para entrar en el grado deseado en primera opción. En cualquier caso, este no es un objetivo de la presente investigación.

Comenzaremos el apartado con una breve introducción al panorama de la Didáctica de la Estadística, tanto a nivel nacional como internacional, procurando acercarnos lo más posible al nivel universitario y para estudios lo más parecidos posible a un grado en Estadística. Para terminar el apartado hacemos un resumen de las publicaciones sobre el dominio afectivo-emocional estadístico que nos han parecido más relacionadas con nuestra investigación.

### **3.2.1. Didáctica de la Estadística.**

Como ya comentamos en el primer capítulo, Moore (1992) apunta que la estadística es una disciplina científica autónoma que tiene sus métodos específicos de razonamiento, nosotros creemos que en estas dos décadas, gracias al esfuerzo de muchos profesores e investigadores, se ha confirmado su autonomía. Algunos de estos profesores (Batanero, Barnett, Chance, Gal, Garfield, Holmes, Moore, Ottaviani, de los que ya hemos citado y/o citamos a continuación algunos trabajos de investigación) se han ocupado de que la investigación en Educación Estadística tenga hoy en día su mayoría de edad e incluso su independencia, prueba de ello son sus numerosos trabajos que podemos encontrar en revistas como el *Statistical Education Research Journal* (SERJ), el *Journal of Statistics Education* (JSE), o la más antigua, *Teaching Statistics*; o

en las numerosas publicaciones sobre la enseñanza de la matemática que publican artículos sobre la enseñanza de la probabilidad y la estadística. La propia creación de estas revistas en 2002, 1993 y 1979 respectivamente y su apoyo por parte de las organizaciones profesionales internacionales IASE, ASA y RSS son también pruebas del camino ya recorrido en Didáctica de la Estadística. Incluso podemos citar monografías como Batanero (2001), Ben-Zvi & Garfield (2004), Hulsizer & Wolf (2009), Batanero y Díaz (2011), Sánchez (2013); proyectos como ISLP o reuniones internacionales como las ICOTS y las *IASE Round Tables*, que reflejan el interés por la mejora de la enseñanza de la estadística en todos los niveles.

Las ICOTS (*International Conference of Teaching Statistics*) promovidas por la IASE, son conferencias internacionales que se celebran cada cuatro años y permiten compartir experiencias investigadoras sobre Educación Estadística. La primera, de estas conferencias, se celebró en 1982. También cada cuatro años y promovidas por IASE, comenzando en 1996 tienen lugar las *Round Tables* de carácter monográfico, la última, en 2012, ha tenido como tema “la tecnología en la enseñanza de la estadística” y la anterior fue la conferencia conjunta ICMI/IASE sobre formación del profesorado de estadística, a la que aludimos en el capítulo anterior.

IASE también ha favorecido la creación del proyecto ISLP (*International Statistical Literacy Project*). El principal objetivo del proyecto es contribuir a la promoción de la *Statistical Literacy* en todo el mundo, entre los jóvenes y los adultos, en todos los ámbitos de la vida. Wallman (1993,1) define *Statistical Literacy* como:

*la habilidad para entender y evaluar críticamente los resultados estadísticos que rodean nuestra vida cotidiana, junto con la habilidad de apreciar la contribución que el pensamiento estadístico puede hacer, en el ámbito público y en el privado, a la toma de decisiones profesionales y personales.*

En el capítulo anterior, al tratar del currículo en la estadística preuniversitaria, ya advertíamos de la importancia que el término *statistical literacy* ha tenido en las publicaciones sobre didáctica de la estadística en la última década (Batanero, 2002; Gal, 2002; Blanco, 2004; Watson, 2006; Garfield & Ben-Zvi, 2007; Ben-Zvi & Garfield, 2008; Serradó, 2013) y cómo se ha traducido al castellano por *alfabetización estadística* o *cultura estadística*.

Serradó (2013) nos presenta una recopilación actual de recursos y actividades para la enseñanza y aprendizaje de la estadística recopilados, y a veces creados por el ISLP. Otra fuente importante para estos recursos la podemos encontrar en la página web

del ICSE (*International Centre for Statistical Education*), con sede en la Universidad de Plymouth, creado en agosto de 2014 como sucesor del RSSCSE, con recursos para la enseñanza y publicaciones, tanto a nivel escolar como universitario. En español podemos consultar una recopilación de recursos recogidos por la página web del Grupo de Investigación en Educación Estadística de la Universidad de Granada.

La declaración de 2013 como Año Internacional de la Estadística (AIE) nos ha dejado una aportación interesante en el campo de la Didáctica, por ejemplo, el comité organizador del AIE creó una web que contiene recursos para la enseñanza de la estadística en primaria y secundaria, otros ejemplos son la edición de una recopilación de artículos sobre Educación Estadística en América Latina con motivo de la celebración del AIE (Salcedo, 2013) y, en nuestro país, la creación de la revista *Probabilidad Condicionada- Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria*.

Batanero (2001) apunta que el interés por la enseñanza de la Estadística puede percibirse tanto en la comunidad de educación matemática como en la propia comunidad estadística, y también en las investigaciones sobre el razonamiento estocástico que han tenido un gran auge en el campo de la psicología. La preocupación por las cuestiones didácticas, y por la formación de profesionales y usuarios de la estadística, ha sido una constante de los propios estadísticos. El objetivo principal de IASE es el desarrollo y mejora de la educación estadística en el ámbito internacional. En el plano de las colaboraciones podemos recordar el estudio conjunto en 2008 para abordar el problema de la formación del profesorado de estadística de manera coordinada desde la ICMI y la IASE.

A nivel nacional también encontramos grupos de trabajo preocupados por el tema tanto en la SEIEM (Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria) como en la SEIO (Enseñanza y Aprendizaje de la Estadística e Investigación Operativa), constituidos en 1999 y 2007 respectivamente, en el seno de las correspondientes sociedades. Cañizares, Estepa, Batanero y Vallecillos (2006) recogen toda la actividad investigadora desarrollada por el grupo de la SEIEM hasta la fecha, tanto a nivel nacional como internacional. Ortiz (2010) completa la recopilación y análisis de la investigación del grupo a partir de sus intervenciones en los simposios de la SEIEM.

Una revisión de la investigación sobre didáctica de la estadística desde diferentes disciplinas y para todos los niveles la encontramos en Garfield y Ben-Zvi (2007). Los autores hacen la revisión partiendo de los ocho principios de Garfield (1995). Nosotros aquí, a nivel general, sólo vamos a recordar las seis recomendaciones que la ASA, a

través del proyecto GAISE (*Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education*), hace con relación a la enseñanza de un curso introductorio de estadística. En 2003, la ASA fundó el proyecto GAISE para establecer las guías para la evaluación y enseñanza de la estadística, que desarrolló en dos partes: una enfocada a la educación anterior al nivel K-12 y otra enfocada a un curso introductorio de estadística a nivel universitario. El informe del grupo de nivel universitario, revisado en 2012, igual que el informe sobre educación preuniversitaria (Franklin et al., 2007) y que (Cobb, 1992 en Aliage et al., 2012, 4), hacen las siguientes recomendaciones:

1. Enfatizar la cultura estadística y el desarrollo del pensamiento estadístico.
2. Usar datos reales.
3. Hacer hincapié en el entendimiento de conceptos en lugar de en el mero conocimiento de procedimientos.
4. Fomentar el aprendizaje activo en la clase.
5. Usar la tecnología para desarrollar entendimiento conceptual y para analizar datos.
6. Usar herramientas de evaluación para mejorar y evaluar el aprendizaje estudiantil (acordes con los objetivos de aprendizaje para el curso y que tengan en cuenta tanto la evaluación sumativa como la formativa).

Éstas son las líneas que han marcado el enfoque reformista para la enseñanza de la estadística desde una visión constructivista, que tuvo sus comienzos a principios de los 90 en Estados Unidos y que, en la actualidad, son respetadas internacionalmente, y seguidas mayoritariamente por los docentes cuando sus posibilidades y su perfil lo permiten; o, al menos, ésa es la intención de los grupos preocupados por la enseñanza de la estadística en los distintos países, puesto que todavía queda mucho camino por recorrer dado el carácter interdisciplinar de la estadística y su gran dependencia de las herramientas tecnológicas para el análisis de los datos. Batanero (2001, 6) apunta la dificultad de enseñar un tema en continuo cambio y crecimiento. Nosotros no podemos estar más de acuerdo, pero, además, en la actualidad, no sólo sigue vigente la afirmación, sino que el fenómeno Big Data (Manyika et al., 2011; Rodríguez, 2013) ha hecho que el crecimiento se acelere. La continua puesta al día en el manejo de métodos y recursos hace difícil el camino.

### **3.2.2. Enseñanza de la Estadística Universitaria.**

La investigación en educación estadística en el contexto universitario es bastante reciente. Alvarado (2013) comienza haciendo una breve revisión de la investigación

sobre didáctica de la estadística en la educación superior, centrándose principalmente en la referida a los procesos de aprendizaje de los estudiantes y la forma de abordar su enseñanza. Concretamente, revisa estudios de investigación recientes sobre el teorema central del límite, sobre la relación de éste con las actividades de simulación computacional y algebraica de las distribuciones muestrales, y sobre la comprensión de los intervalos de confianza. Alvarado y Retamal, (2012); Chance, delMas y Garfield (2004); y Olivo, Batanero y Díaz (2008) son ejemplos de cada una de ellas respectivamente. Además Alvarado (2013) aporta un estudio, en este contexto, sobre la enseñanza de la distribución muestral en una asignatura inicial de Estadística, con estudiantes de ingeniería civil y de comercio, evaluando las consecuencias de su asimilación en la estimación de parámetros por intervalos de confianza, y analiza una propuesta de enseñanza de la estadística descriptiva para estudiantes de pedagogía matemática, que incluye aprendizaje por proyectos.

Ruiz (2013,12) apunta que aunque la didáctica de la estadística está emergiendo con mucha fuerza en los últimos años como área de investigación, la mayor parte de los trabajos se centran en la enseñanza primaria o secundaria o bien se aborda el tema sólo desde su perspectiva psicológica, y que, sin embargo, muchas de las dificultades de aprendizaje de conceptos básicos no han sido exploradas todavía. La autora centra su investigación en el concepto de variable aleatoria y su comprensión en el nivel universitario.

Las publicaciones sobre enseñanza de la estadística universitaria en la década de los 90 se centraron más en la reflexión curricular y en la naturaleza del conocimiento que conforma la disciplina. Ya comentamos en el primer capítulo que a finales de los años 80 se inició en las universidades de Estados Unidos un proceso de revisión de la enseñanza de la estadística. En nuestro país, Peña, Prat y Romero (1990) se incorporan a este proceso con ideas innovadoras para la enseñanza de la estadística en las ingenierías; Novales (1990) hace una revisión de la enseñanza de la estadística en las Facultades de Ciencias Económicas y Empresariales; Girón (1990) hace un análisis de la enseñanza de la estadística en la Licenciatura en Matemáticas. Este autor presenta los defectos de esta enseñanza y las nuevas perspectivas que se abren con el carácter eminentemente aplicado de los nuevos estudios de Diplomado en Estadística, que comienzan a impartirse por entonces, surgiendo el debate que se muestra en los comentarios al artículo, del que no es ajena la relación estadística-matemáticas.

### **La enseñanza de la estadística en cursos introductorios**

Probablemente sean los cursos introductorios los que han acaparado más atención dentro de las investigaciones en educación estadística a nivel universitario. Peña (1992) presentó algunas ideas sobre la organización de un curso experimental de estadística dirigida a científicos sociales o naturales, resaltó que para ellos la estadística tiene un importante papel instrumental y vio la necesidad de un método activo de aprendizaje con fuerte apoyo de medios informáticos. En este sentido señala: “*Es tan importante el contenido de lo que enseñamos como el método utilizado*” Peña (1992, 470). Otros autores españoles y bastantes más extranjeros han intentado recoger ambos aspectos, o al menos uno de ellos, para asignaturas iniciales de distintas carreras universitarias. En España: Cuadras (1990) para Medicina y Biología; Blanco (2004) para las titulaciones de Ciencias Sociales; Díaz (2007) y Cañadas (2012) para Psicología; Romero et al. (1995), Behar y Grima (2001) y Sánchez-Valverde (2012) para Ingeniería; Estrada, Batanero y Fortuny (2004), Batanero (2009) y Batanero, Arteaga, Serrano y Ruiz (2014) para los profesores de primaria en formación. Desde una perspectiva internacional citamos sólo algún ejemplo reciente: Romeu (2013) da un vistazo rápido a la literatura sobre el área de la educación estadística para ingenieros y presenta un ejemplo de curso con discusión del método pedagógico utilizado, sus resultados y su método de evaluación; Hulsizer y Woolf (2009) hacen recomendaciones didácticas para un primer curso de estadística e incluso para algún tema más avanzado, incluyendo abundante bibliografía sobre la enseñanza de la estadística para las Ciencias del Comportamiento. A nivel general, sin concretar área, Behar, Grima, Ojeda y Cruz (2013) recogen una serie de consideraciones actuales sobre el proceso de enseñanza aprendizaje de la estadística en cursos introductorios; Aliage et al. (2012), Pearl et al. (2012) y anteriormente Garfield, Hogg, Schau y Whittinghill (2002) nos permiten acercarnos a la perspectiva de la ASA sobre el tema de los cursos introductorios.

Por otra parte, la ASA ha impulsado dos iniciativas centradas en la educación estadística universitaria de grado: USEI y CAUSE. La primera, *Undergraduate Statistics Education Initiative*, comenzó su actividad en un seminario que tuvo lugar en Alexandria, Virginia, en abril del 2000, sobre el currículo de grado; se centra en la enseñanza para especialistas. La segunda iniciativa CAUSE, *Consortium for the Advancement of Undergraduate Statistics Education*, es más reciente y se ocupa de la enseñanza de la estadística, tanto para especialistas como para no especialistas. Es una organización nacional norteamericana cuya misión es apoyar y promover la educación

estadística de los grados universitarios en cuatro áreas: recursos, desarrollo profesional, divulgación e investigación. Desde 2005 esta organización promueve la celebración de los USCOTS (*United States Conference On Teaching Statistics*), conferencias nacionales bianuales que se centran en la educación estadística a nivel de grado.

### **La enseñanza de la estadística para especialistas**

Si hablamos de la enseñanza de la estadística para especialistas, es difícil encontrar publicaciones recientes, en España, más allá de las que se refieren a cuestiones curriculares como ANECA (2004) o las derivas de los proyectos piloto de innovación docente a los que nos referimos en el segundo capítulo (Menéndez et al., 2006, por ejemplo). Por ello, a continuación, citamos en primer lugar las publicaciones que surgieron en USA en torno a la iniciativa USEI y, en segundo lugar, algún ejemplo de publicaciones sobre la metodología utilizada para el aprendizaje de la estadística a un nivel de especialista.

Entre las primeras: Bryce, Gould, Notz y Peck (2001) recogen las directrices para el plan de estudios BS en Estadística (*Bachelor of Science Degrees in Statistical Science*) discutidas en el seminario celebrado en Alexandria; Tarpey, Acuna, Cobb y De Veaux (2002) recogen las directrices para el plan de estudios BA en Estadística (*Bachelor of Arts Degrees in Statistical Science*), estos últimos son grados en estadística de los que se encargan departamentos de matemáticas; Cannon, Hartlaub, Lock, Notz y Parker (2002) recogen las directrices para un *Minor in Statistical Science*. En agosto del 2000 se celebró el simposio titulado “*Improving the Workforce of the Future: Opportunities in Undergraduate Statistics Education*” en el marco del JSM (*Joint Statistical Meeting*) de Indianápolis, en el que, además de las anteriores directrices de los currículos de los grados en estadística, se presentaron los consejos y expectativas de los empleadores (Ritter, Starbuck, & Hogg, 2001) y una revisión de las reformas sobre una asignatura introductoria de estadística en la educación superior (Garfield, Hogg, Schau, & Whittinghill, 2002). Moore (2001) recoge el discurso de apertura del simposio y Scheaffer & Lee (2000) presentan ejemplos reales de los distintos perfiles profesionales para un estadístico. Bryce (2002) hace un breve resumen de las publicaciones citadas anteriormente, incluye a Higgins (1999) y Hogg (1999), ambos con discusión de otros autores, como promotores de la iniciativa que trata de dar una identidad a las titulaciones de grado en estadística, y aporta una relación de algunas de las cuestiones pendientes que quedan por abordar sobre la educación en estos grados en

Estados Unidos. La evolución de estas directrices y discusiones podemos verla actualmente en la siguiente página de la ASA:

<http://www.amstat.org/education/curriculumguidelines.cfm>. De la información que nos proporciona destacamos el documento sobre el nuevo proyecto para renovar las directrices de los grados en estadística, ASA (2014). Este documento recoge información muy interesante sobre un currículo actual para un grado en estadística. En este sentido, también es interesante el libro de Hahn & Doganaksoy (2011), que nos acerca al mundo profesional de la estadística y en el capítulo siete describe como acceder a él desde una formación académica en USA.

Entre las segundas citaremos sólo un par de ejemplos: Roback, Chance, Legler, & Moore (2006) aplican un método para el estudio colaborativo entre profesores dirigido a la mejora de los programas y de la calidad de la enseñanza de la estadística. Parten del método *Japanese Lesson Study* para la enseñanza de las matemáticas utilizado anteriormente por Curcio (2002, en Roback et al., 2006). Los autores aplican el método a un curso de Estadística Matemática, en *St. Olaf College*, a alumnos que han estudiado un curso previo de Probabilidad. En el curso utilizaron simulaciones con el programa S-Plus. Por su parte, Sowe (2001), preocupado por enseñar con el objetivo de conseguir un aprendizaje a largo plazo, propone usar, lo que denomina *striking demonstration*, en la enseñanza de la estadística y define el término como cualquier proposición, exposición, prueba, analogía, ilustración, o aplicación que a) es lo suficientemente clara y autocontenida para entenderse inmediatamente, b) es inmediatamente esclarecedora, c) despierta curiosidad y/o provoca reflexión, y d) la presentación mejora el impacto de las tres características anteriores. El autor da 30 ejemplos de *striking demonstrations*.

### **3.2.3. Algunas publicaciones sobre el dominio afectivo-emocional estadístico.**

La importancia del dominio afectivo en el ámbito de la educación estadística está, en la actualidad, ampliamente reconocida. Con objeto de evaluar la influencia del componente afectivo en la formación estadística de los estudiantes, se han elaborado en las tres últimas décadas un número considerable de instrumentos para la medición de las **actitudes** y de la **ansiedad** hacia la estadística. Estas escalas se han aplicado para evaluar actitudes en determinados grupos de estudiantes universitarios, fundamentalmente del área de Ciencias Sociales o de asignaturas introductorias, y para estudiar la

influencia en las actitudes de diversas variables. Sin embargo, no siempre se ha contado con las evidencias suficientes de validez de los instrumentos de medida (Carmona, 2004).

Como en otras áreas de investigación educativa, en el ámbito estadístico se ha justificado la necesidad de prestar atención a las actitudes de los estudiantes por considerar que éstas tienen una importante influencia sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje y sobre el rendimiento académico (Sorge y Schau, 2002; Vanhoof, 2010; Colón, 2012). Algunos autores, como Gal, Ginsburg y Schau (1997), también las consideran importantes en sí mismas, por constituir un componente importante de la formación con la que los futuros profesionales desempeñarán sus actividades y tareas laborales. Además Gal et al. apuntan que durante mucho tiempo los términos *actitud* y *sentimiento* han sido utilizados indistintamente y sugieren que algunos pensamientos o creencias pueden ser el origen del desarrollo de las actitudes hacia la estadística. Entre ellos destacan los siguientes pensamientos relacionados con la educación estadística:

- ✓ Sobre las matemáticas (“*fácil o difícil*”, “*requiere habilidades innatas*”, “*puede ser dominada por cualquiera*”).
- ✓ Sobre si es una parte de las matemáticas o si simplemente requiere habilidades matemáticas (“*la estadística es todo cálculos*”).
- ✓ Sobre el clima del aula y la práctica docente (“*los ejemplos han sido obtenidos del mundo real*”).
- ✓ Sobre uno mismo y la autopercepción del aprendizaje de estadística o matemáticas (“*soy bueno en esto*”, “*no sé nada de la materia*”).
- ✓ Sobre la utilidad o valor de la estadística y su importancia en su futuro profesional (“*nunca utilizaré esta materia y no necesito conocerla*”).

Por otra parte, Gal et al. (1997) informaron en su revisión de la literatura de la existencia de algo menos de 50 estudios sobre actitudes hacia la estadística, siete años después, Carmona (2004) identificó 112 trabajos de investigación en los que se usaba alguna medida de las actitudes o de la ansiedad hacia la estadística, incluyendo presentaciones en congresos o tesis doctorales, además de artículos publicados en revistas científicas; y 17 instrumentos para medirlas. Encontramos revisiones y análisis posteriores de los instrumentos de medida de las actitudes hacia la estadística en Blanco (2008); Bertorello, Albrecht y Tauber (2010); Emmioglu (2011); Colón (2012). Antecedentes de los estudios referidos a las actitudes hacia la estadística en profesores de

las etapas preuniversitarias los encontramos en Estrada, Bazán y Aparicio (2013, 9). Para obtener referencias específicas sobre ansiedad estadística y su medida podemos consultar Carmona (2004), Chiesi, Primi y Carmona (2011), entre otros.

Aunque nuestro estudio se apoya en los antecedentes del dominio afectivo-emocional matemático y no en el estadístico, por las razones que ya hemos comentado en la introducción de este apartado, hemos creído conveniente comentar algunos trabajos sobre actitudes y/o sobre ansiedad hacia la estadística en los que podemos encontrar ideas para apoyar nuestro estudio.

Auzmendi puede considerarse como pionera en España sobre actitudes de estudiantes universitarios hacia la estadística, en 1992 la autora publicó su libro sobre actitudes hacia la matemática/estadística, que incluye una escala multidimensional de actitudes hacia la estadística compuesta por 25 ítems y 5 dimensiones (utilidad, ansiedad, confianza, agrado y motivación), la escala fue diseñada anteriormente, en su tesis (Auzmendi, 1991 en Blanco 2008, 319), y validada con amplias muestras de estudiantes de diversas titulaciones de las universidades de Deusto y del País Vasco. En este trabajo, utilizando regresión múltiple, Auzmendi identifica como predictor significativo de las actitudes hacia la estadística al inicio del curso, entre otros, las actitudes hacia los ordenadores.

Blanco (2008, 324-325), después de su revisión de la literatura, critica la falta de definiciones teóricas sobre el tema:

*Efectivamente se han propuesto diversas estructuras para el constructo “actitudes hacia la Estadística”, sin que aparezcan justificadas por ninguna concepción teórica explícita sobre el mismo (salvo excepciones), por lo que propiamente se cuenta con un inventario de definiciones operativas tal y como éstas aparecen representadas en los instrumentos concretos de medida empleados. Así, éstos pueden incorporar, según los casos, dos, tres, cuatro o cinco dimensiones para definir un dominio que, por lo demás, frecuentemente no es analizado conceptualmente.*

Aunque reconoce que la investigación revisada contribuye a ampliar el conjunto de análisis relativos a la formación estadística de los estudiantes de orientación no matemática, y proporciona claves para el estudio de los procesos de enseñanza-aprendizaje que dicha formación conlleva. Cita la línea de trabajo de Sorge & Schau (2002) entre las excepciones que tratan de cubrir la falta de referentes teóricos. Actualmente la segunda de las autoras nos informa en la página web <http://evaluationandstatistics.com> de dicha línea de trabajo, incluyendo detalles sobre

las últimas versiones de la escala SATS (*Survey of Attitudes Toward Statistic*), una de las más utilizadas, y los trabajos de investigación que utilizan estas escalas para medir las actitudes hacia la estadística.

Sorge & Schau (2002) utilizan modelos de ecuaciones estructurales para investigar las posibles relaciones causales entre el éxito académico previo, las actitudes hacia la estadística y el aprovechamiento, en una muestra de 264 estudiantes de grado en ingeniería, matriculados en un curso introductorio de Estadística y Probabilidad, en una universidad del suroeste de Estados Unidos, las autoras destacan, como aspecto diferencial respecto de la mayoría de investigaciones en educación estadística, el bagaje matemático considerable de estos estudiantes. Utilizando al final del curso la escala SATS para las actitudes (cuatro componentes: afecto, competencia cognitiva, valor y dificultad), comprobaron que la competencia cognitiva (definida como actitudes de los estudiantes sobre su conocimiento intelectual y habilidades cuando aplican la estadística) tiene un efecto indirecto positivo pero bajo sobre el aprovechamiento, a través de la componente afectiva. Sin embargo, no se pudo establecer relación entre el valor y el aprovechamiento. Dos tercios de la varianza del aprovechamiento se asocian con el éxito previo y el tercio restante con los tres factores de las actitudes. El éxito académico previo se midió a partir de la respuesta de los estudiantes a tres ítems: rendimiento en matemáticas en cursos preuniversitarios, autoconcepto matemático y promedio actual de calificaciones.

Otros estudios de interés para nuestra investigación que continúan la línea del anterior son Schau (2003), que añade con su justificación teórica las componentes esfuerzo e interés a las cuatro ya contempladas en la escala SATS para las actitudes hacia la estadística, Emmioglu (2011) y Colón (2012). Las propiedades psicométricas de esta escala SATS están bien documentadas y justificadas mediante técnicas de análisis factorial confirmatorio, por ejemplo, en Tempelaar, Schim van der Loeff & Gijsselaers (2007).

Emmioglu (2011) hace un estudio similar al de Sorge & Schau (2002) con 247 estudiantes matriculados en cursos de estadística en una universidad de Turquía, aproximadamente dos tercios eran estudiantes de grado (cursos 2º a 4º) y un tercio de posgrado. Los participantes eran de diferentes disciplinas, en su mayoría de ingeniería y educación, pero también de economía, psicología, sociología y matemática aplicada. La autora utiliza la misma escala SATS que Schau (2003) traducida al turco. Su análisis descriptivo indica que los participantes del estudio en su mayoría tienen buenas

autopercepciones de aprovechamiento en matemáticas en el pasado, están dispuestos a utilizar la estadística en el futuro y esperan aprobar sus cursos de estadística actuales. Por lo general, sus actitudes hacia la estadística son positivas, excepto en su percepción de la dificultad como neutral y su indiferencia en términos de su interés por la estadística. En este estudio, el logro en matemáticas resulta significativamente relacionado con los resultados en estadística, pero no con las componentes de las actitudes hacia la estadística, además todas las variables de actitudes excepto dificultad correlacionan significativamente con los resultados estadísticos. Complementando los resultados anteriores los modelos de ecuaciones estructurales indican que las variables afecto, competencia cognitiva, interés y valor tienen considerables efectos en los resultados en estadística; sin embargo, el rendimiento en matemáticas, y el esfuerzo tienen pequeños efectos totales en la explicación de los resultados en estadística, y la dificultad tiene efecto no significativo en la explicación de estos resultados. Su modelo estructural de regresión consiguió explicar un 66% de la varianza de la variable resultado.

Colón (2012) trabaja con una muestra de 185 estudiantes que tomaron cursos introductorios de estadística en una universidad privada de Puerto Rico: “*Bioestadística*” o “*Introducción a la probabilidad y estadística*” en Ciencias y Tecnología, “*Métodos estadísticos I*” en Ciencias Sociales o “*Estadística Básica*” en Administración de Empresas. Los estudiantes cursaban una de las citadas asignaturas de grado en un curso entre segundo y quinto. Colón utiliza la misma escala que las autoras anteriores para medir las actitudes hacia la estadística y las relaciona con variables demográficas, académicas generales, de la metodología del curso y con el éxito en el curso de estadística. El autor, entre otros aspectos, señala que los estudiantes mostraron actitudes positivas en cinco de las seis componentes, la excepción fue la componente que medía la dificultad. Al comparar los resultados por tipo de estudios el autor encontró puntuaciones medias más altas en cuatro de las seis componentes (afectiva, competencia cognitiva, valor y dificultad) para los estudiantes de Administración de Empresas y más bajas para los estudiantes de Ciencias Sociales en las componentes afectiva, competencia cognitiva, valor e interés. A partir de un modelo de regresión logística obtuvo que las variables más determinantes para la probabilidad de tener éxito en el curso de estadística fueron el uso de datos reales y la componente competencia cognitiva.

Nos interesan, en especial, las investigaciones que incluyen bagaje matemático y conocimientos de matemáticas en los modelos que tratan de explicar el rendimiento en estadística, aunque este tipo de investigaciones podrían incluirse en el siguiente epígrafe, lo hacemos aquí para considerar también las actitudes hacia la estadística en el modelo. Chiesi y Primi (2010) investigan este tema, utilizando modelos de ecuaciones estructurales, incluyendo además de las variables anteriores, la ansiedad estadística y las actitudes hacia la estadística antes y después de un curso introductorio de estadística. Su muestra estaba constituida por 487 estudiantes del grado de psicología matriculados en los cursos de estadística de la Universidad de Florencia. Las autoras encontraron un efecto directo estadísticamente significativo de las actitudes hacia la estadística después del curso y del conocimiento matemático inicial sobre el éxito en estadística. El efecto mayor fue el del conocimiento matemático.

Para estudiantes universitarios de Ciencias Sociales, encontramos estudios que relacionan el autoconcepto o la autoeficacia en matemáticas con la ansiedad hacia la estadística. Zeidner (1991) encuentra una correlación significativa inversa entre las autopercepciones acerca de las habilidades matemáticas y la ansiedad hacia la estadística, anteriormente Benson (1989), citado en Carmona (2004, 19) estudió relaciones de este tipo. Recientemente Chiesi, Primi y Carmona (2011) encuentran relaciones inversas entre los resultados de una escala de ansiedad hacia la estadística compuesta por tres subescalas (interpretación de datos, clases y exámenes, pedir ayuda) y la habilidad matemática ( $r=-0.19$ ,  $n=410$ ), entre los resultados de dicha escala de ansiedad y la autoeficacia matemática ( $r=-0.36$ ,  $n=421$ ), y entre dichos resultados y las actitudes hacia la estadística (SATS de cuatro componentes;  $r=-0.46$ ,  $n=335$ ). También resultó significativa pero a un nivel menor la asociación entre la ansiedad y la autoeficacia estadísticas ( $r=-0.18$ ,  $n=336$ ),  $p < 0.001$  para las relaciones anteriores y  $p < 0.01$  para ésta. La muestra anterior estaba formada por estudiantes de psicología de la Universidad de Florencia, en su mayoría mujeres, 81.5%. Para estudiar la influencia del género en este tipo de modelos podemos consultar Zeidner (1991); Baloglu (2003); Rodarte-Luna & Sherry (2008); Oliver, Sancho, Galiana y Cebrià (2014), entre otros, sin embargo creemos que los antecedentes no prueban claramente la existencia de diferencias significativas, aunque en algunos casos sí se encuentran diferencias, presentando las mujeres niveles más altos.

También nos interesa especialmente el estudio de Colorado y Juárez (2009a), por ser el único del que tenemos referencias hasta el momento, que investiga las

actitudes hacia la estadística de alumnos universitarios que estudian para ser profesionales de la estadística. Los autores tratan de caracterizar y comparar dichas actitudes, utilizando tres componentes (*afectivo, cognitivo y comportamental*), en una muestra de estudiantes de la Universidad Veracruzana, 36 de la licenciatura en Estadística y 38 de la licenciatura en Informática. Encontraron diferencias significativas a favor de los estudios de Estadística en los dos primeros componentes. Lo que nos parece interesante, a pesar del escaso tamaño muestral utilizado, es relacionar esta investigación con Colorado, Cuesta, y Méndez (2009) y Colorado y Juárez (2009b), que estudian las actitudes hacia la matemática en el mismo perfil de estudiantes. Comentaremos los resultados de estas últimas en el siguiente apartado.

### **3.3. Preocupación por el perfil matemático del estudiante en los cursos de estadística en la universidad**

Dupuis et al. (2012, 5-6) se extrañan de que en la estadística universitaria, a pesar del reconocimiento generalizado de la importancia de la preparación matemática, no ocurra como en otros campos orientados cuantitativamente; por ejemplo, en economía y finanzas, en los que son bastantes las investigaciones sobre la relación de la preparación matemática de los estudiantes con el rendimiento en dichos campos. Compartimos la siguiente reflexión de estos autores:

*la práctica de la estadística es más que una simple aplicación de las matemáticas y requiere habilidades de razonamiento no necesarias en matemáticas, pero parece poco probable que la habilidad para razonar estadísticamente (y tener éxito en los cursos de estadística de la universidad) no esté relacionada con la capacidad del estudiante para razonar matemáticamente (reflejada en el rendimiento anterior en matemáticas).*

Aunque no se ha investigado en todas las áreas con la misma intensidad, algunos autores sí que han tratado de identificar las habilidades matemáticas que necesitan sus estudiantes para cursar con éxito un curso introductorio de estadística, por ejemplo, Johnson & Kuennen (2006); Green, Stone, Zegeye, & Charles (2009); Jones, Price, & Randall (2011); lo han hecho para economía y empresa. Otros autores, como Lalonde & Gardner (1993, en Hulsizer & Woolf, 2009, 17) y Galli, Chiesi, & Primi (2011), reconocen la importancia que tienen las habilidades matemáticas de los alumnos en el aprendizaje de la estadística para los psicólogos, además Galli et al. tratan de medirlas elaborando una escala para alumnos de ciencias sociales y de la salud. Dupuis et al. (2012) estudian el efecto del aprovechamiento de las matemáticas de la etapa

preuniversitaria en el nivel de dificultad de los cursos de estadística superados en instituciones de enseñanza superior y las calificaciones obtenidas, con estudiantes de distintas áreas.

Dupuis et al., en la investigación referida en el párrafo anterior, utilizan una muestra de 5296 estudiantes que cursan estudios de áreas muy variadas en 20 instituciones superiores (*community college*) de Estados Unidos, clasificando a los estudiantes según su *major* en STEM (Science, Technology, Engineering or Mathematics) o no-STEM, los autores también tienen en cuenta en sus modelos, además de las variables de aprovechamiento en matemáticas, variables demográficas (género y origen étnico) y el tipo de currículo de matemáticas en la etapa preuniversitaria (tres categorías, una de ellas incluía estadística). Entre los hallazgos de esta investigación destacamos los siguientes: los estudiantes con mayor rendimiento anterior en matemáticas, en general, toman cursos de estadística más difíciles y obtienen las mayores puntuaciones en esos cursos; los autores no encuentran relación entre el número de cursos de matemáticas de un estudiante en la escuela secundaria y el nivel de dificultad, ni con dicho número y la calificación del curso de estadística universitario, Johnson & Kuennen (2006) tampoco las encontraron con su muestra de alumnos de empresa; no se observan diferencias por origen étnico en la preparación de los estudiantes para la estadística de la universidad; sin embargo, sí que se encuentran diferencias de género en las calificaciones de estadística a favor de las mujeres; por último, un mayor contenido estadístico en secundaria no parece conducir a los estudiantes a tomar cursos de estadística más difíciles en la universidad o a obtener mejores calificaciones en dichos cursos.

Algunas interpretaciones de los autores a los resultados del párrafo anterior, que ellos mismos relacionan con otros resultados obtenidos anteriormente por otros investigadores, nos han parecido interesantes para nuestro trabajo. Así, los autores advierten que sus investigaciones están de acuerdo con las obtenidas por Johnson & Kuennen (2006) cuando examinan el impacto de la habilidad matemática de los estudiantes (básica y más avanzada) y de las asignaturas de matemáticas cursadas en la universidad en las calificaciones obtenidas en un curso de introducción a la estadística empresarial. Johnson y Kuennen obtienen que las puntuaciones de los estudiantes en una prueba básica de habilidad matemática son un predictor significativo de las notas en estadística, mientras que las puntuaciones en la parte de matemáticas del examen de ingreso a la universidad y el hecho de que el estudiante haya cursado cálculo en la

universidad no son predictores significativos. Johnson y Kuennen concluyen que podría ocurrir que una sólida formación en temas de matemática avanzada, como el cálculo universitario, no es necesario para tener éxito en estadística aplicada, pero las habilidades matemáticas básicas sí son importantes; aunque, teniendo en cuenta la investigación de Green et al. (2009), Dupuis et al. matizan que es necesaria cierta habilidad matemática para conseguir buenos resultados en la estadística universitaria, pero el papel de las habilidades matemáticas más avanzadas es menos claro. Según las investigaciones de Green et al., los estudiantes que habían tomado una secuencia rigurosa de cursos de matemáticas en la universidad (incluyendo cálculo) tenían el doble de probabilidades de recibir una A en un curso obligatorio en estadística de la empresa que los estudiantes que había tomado el mínimo número de cursos de matemáticas indicado en los requisitos previos (que no incluía cálculo). Otra de las interpretaciones, que han llamado nuestra atención, es la relativa a la diferencia de género, según Dupuis et al., puesto que la diferencia es en sentido contrario a la observada más frecuentemente en relación a las matemáticas, donde son los alumnos los que superan a las alumnas, el resultado puede estar relacionado con que en los cursos de estadística se dé menos énfasis en la abstracción formal y mayor importancia a las aplicaciones en un contexto determinado. Por último, hacer notar que compartimos la siguiente visión de Dupuis et al. (2012, 17) en la discusión de su trabajo:

*Es posible que las habilidades matemáticas que los estudiantes obtienen en un curso de cálculo no sean directamente aplicables a un curso de introducción a la estadística (en particular en un curso aplicado), pero el haber cursado cálculo está relacionado con un estudiante que tiene una actitud más positiva y menos ansiedad hacia las matemáticas, lo que se traduce en que estos estudiantes tienen menos ansiedad hacia la estadística que los estudiantes con cursos menos avanzados en matemáticas.*

Además, los autores proponen una investigación futura sobre la detección de los aspectos de la competencia matemática que contribuyen a una mejor comprensión de los conceptos estadísticos específicos.

Desde otra perspectiva, que incluye las actitudes hacia la estadística como intermediarias, se ha observado también la influencia de las habilidades matemáticas adquiridas en la etapa preuniversitaria en los logros obtenidos en la estadística universitaria, lo hemos comentado en algunos de los trabajos de investigación del apartado anterior (Sorge & Schau, 2002; Emmioglu, 2011; Chiesi & Primi, 2010).

Nosotros proponemos partir del estudio del perfil afectivo-emocional matemático junto con las habilidades matemáticas básicas anteriormente adquiridas por el estudiante para detectar posibles necesidades de intervención, puesto que la literatura revisada y la experiencia docente nos permiten asegurar la influencia de éstas en el rendimiento en la estadística universitaria. En esta línea, Hulsizer & Woolf (2009, 23) en un epígrafe titulado “*Ayudando a tus estudiantes a sobrevivir a la estadística*”, hacen la recomendación para los profesores de cursos de estadística en la universidad de incorporar estrategias dirigidas a reducir la ansiedad matemática y mejorar la autoeficacia en la estructura del curso desde el primer día de clase y dedican el capítulo cuatro de su libro a las estrategias para conseguirlo. También, en la comunidad educativa china, Shi, He y Tao (2009) están preocupados por el hecho de que la ansiedad matemática ocurre comúnmente entre los estudiantes de estadística desde los primeros niveles hasta la universidad. Acercándonos a nuestra población objeto de estudio, los estudiantes de grados en estadística, encontramos el trabajo de Colorado, Cuesta y Méndez (2009), que estudian las actitudes hacia la matemática en estudiantes de estadística e informática de la Universidad Veracruzana en México, y el trabajo complementario de Colorado y Juárez (2009b), que estudian patrones de actitudes hacia la matemática en los mismos estudiantes. Los primeros autores no encuentran diferencias significativas entre futuros informáticos y estadísticos en lo que se refiere a la actitud hacia la matemática medida con una escala de cuatro dimensiones: *afectividad* (agrado/desagrado), *aplicabilidad* (valoración al curso de matemáticas), *habilidad* (autoconfianza) y *ansiedad* (frente al curso de matemáticas), no obstante, las mayores diferencias se dan en *aplicabilidad* y *habilidad* (desde los estudiantes de estadística se valora más el curso de matemáticas y los alumnos de informática tienen mayor autoconfianza), el mayor inconveniente de esta investigación es el escaso tamaño muestral (28 estudiantes de estadística y 46 de informática). Colorado y Juárez mediante un análisis de conglomerados, con la misma muestra que la investigación anterior (72 estudiantes de estadística o informática), encuentran cuatro grupos homogéneos en cuanto al perfil resultante de aplicar la misma escala de actitudes hacia la matemática: un primer grupo que muestra dominancia de los rasgos de *aplicabilidad* y *habilidad*, un segundo grupo que presenta dominancia moderada de los rasgos de *afectividad* y *ansiedad*, un tercer grupo que sólo no presenta dominancia en *habilidad*, y un cuarto grupo que sólo no presenta dominancia en *ansiedad*.

Consideramos que, en cierta medida, el hecho de que la investigación de Colorado y Juárez (2009a) sobre actitudes hacia la estadística con estudiantes de estadística e informática muestre diferencias significativas a favor de los estudiantes de estadística frente a los de informática, junto con los resultados que acabamos de comentar respecto a las actitudes hacia la matemática, apoya nuestra decisión de empezar por estudiar el perfil emocional matemático de nuestros alumnos de grados en estadística en lugar del perfil emocional estadístico. Puesto que sospechamos que los posibles problemas de actitud vendrán fundamentalmente de la parte matemática. Rodríguez del Tío, Hidalgo y Palacios (2012), estudiando la ansiedad matemática en alumnos de primer curso de grados en estadística en España, detectan que los alumnos de grados en Estadística y Empresa que han cursado Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales en Bachillerato presentan un nivel de ansiedad matemática preocupante.

Otra investigación, comentada ya en un apartado anterior, que puede apoyar nuestro enfoque del presente estudio, es el trabajo de Núñez-Peña, Suárez-Pellicioni y Bono (2013). Puesto que los resultados del estudio de los efectos de la ansiedad matemática y las actitudes hacia las matemáticas en estudiantes matriculados en la asignatura *Diseño de Investigaciones*, con abundante contenido estadístico, confirman que el bajo rendimiento en la asignatura está relacionado con la ansiedad matemática y las actitudes negativas hacia las matemáticas.

### **3.4. Competencias matemáticas. Evaluación PISA/OCDE**

El concepto de competencia surgió en el mundo empresarial, en la década de los 70, para referirse a los factores que son necesarios para el éxito en el desempeño profesional. Posteriormente, en los años 90, la unión europea insta a sus gobiernos a mejorar los sistemas educativos para promover la sociedad del conocimiento, para ello se pretende crear un sistema que permita evaluar competencias básicas y compararlas. Desde el año 2000, en un marco más amplio, el de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), se lleva a cabo la evaluación correspondiente al proyecto PISA (*Programme for International Student Assessment*) con el objetivo de comparar los resultados educativos entre los diferentes países. El principal objetivo de la evaluación PISA/OCDE consiste en establecer indicadores que expresen el modo en que los sistemas educativos preparan a los estudiantes de 15 años para afrontar los retos de la vida cotidiana adulta. Las competencias en matemáticas se consideran parte

principal de esa preparación y, por ello, la evaluación en matemáticas es una componente del programa, junto con la evaluación en lectura, ciencias y solución de problemas. La evaluación PISA se ha repetido cada tres años y en cada una de ellas se ha profundizado especialmente en una materia (2000: lectura; **2003: matemáticas**; 2006: ciencias; 2009: lectura; **2012: matemáticas**).

En España, la comunidad investigadora es consciente de la distancia entre lo que el programa PISA evalúa: las competencias (habilidades para utilizar el conocimiento para enfrentarse a los desafíos de la vida real), y lo que se enseña y se evalúa actualmente en las aulas: el dominio de los contenidos de un currículo escolar específico que hasta hace muy poco no se ha especificado en términos de competencias. Por ello, las últimas leyes orgánicas de educación se han ido haciendo eco de esta nueva orientación y tanto el currículo de Educación Primaria como el de Educación Secundaria Obligatoria en la LOE se han intentado formular en estos términos (MEC, 2006a, 2006b), de modo especial la LOMCE pretende sentar las bases para la introducción del nuevo enfoque que descansa en el aprendizaje por competencias como complemento al tradicional aprendizaje por contenidos (MEC, 2014).

El “*Danish KOM Project*” (proyecto sobre las competencias y el aprendizaje de las matemáticas), iniciado por el Ministerio de Educación danés, con el matemático Mogens Niss como director, ha tenido un gran impacto internacional en relación con su descripción de la competencia matemática, compuesta a su vez por una serie de competencias (Niss, 1999, en OECD, 2003, 40), en la cual están basados los criterios de la evaluación PISA/OCDE 2003. Más detalles sobre el proyecto KOM podemos consultarlos en Niss & Jensen (2011), traducción y actualización del informe del proyecto editado en 2002, en danés.

En INECSE (2005,14), encontramos la siguiente definición del concepto que nos ocupa: “*competencia matemática es la capacidad de un individuo para identificar y entender el papel que las matemáticas tienen en el mundo, hacer juicios bien fundados y usar e implicarse con las matemáticas en aquellos momentos en que se presenten necesidades para su vida individual como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo*”. Para tratar de medir estas competencias el estudio PISA/OCDE prepara un conjunto de ítems que evalúan diferentes partes del proceso necesario para utilizar el razonamiento matemático en la solución de problemas de la vida cotidiana. Cada uno de estos ítems propone una tarea vinculada a un contexto y que puede tratarse como un problema matemático. Los ítems se clasifican según este **contexto** en el que se localiza

el problema (situación personal, educativa o laboral, pública, o científica); según el **contenido** matemático (cantidad, espacio y forma, cambio y relaciones, o incertidumbre); y según el **nivel de complejidad** cognitiva (reproducción, conexión o reflexión). Una tabla con la clasificación de los ítems liberados de PISA 2003, según estas tres variables y el formato de respuesta (abierta, cerrada, corta, elección múltiple o elección múltiple compleja), la encontramos en INECSE (2005, 24).

La tabla 3.3., elaborada a partir de Zamora (2014, 53-55), muestra las siete<sup>1</sup> competencias (pensar y razonar; argumentar; comunicar; modelar; plantear y resolver problemas; representar; y utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones) que se tratan de evaluar mediante la respuesta a los ítems correspondientes, cada ítem cubre varias competencias. Además, para cada una de estas competencias se muestran los indicadores de las tareas en cada una de las tres categorías o niveles de complejidad definidos como sigue:

- ✓ **Reproducción del conocimiento estudiado:** Conocimientos ya practicados, representaciones de problemas comunes, reconocimiento de equivalentes, ejecución de problemas rutinarios, aplicación de destrezas técnicas y de algoritmos habituales, manejo de expresiones y fórmulas establecidas y realización de cálculos.
- ✓ **Conexión:** Problemas que reproducen situaciones similares, pero que ya no son de mera rutina.
- ✓ **Reflexión** por parte del estudiante para planificar estrategias y aplicarlas en la resolución de un problema que contenga elementos inusuales.

---

<sup>1</sup> OECD (2003) incluye una competencia más: ser capaz de usar ayudas y herramientas técnicas, siguiendo el trabajo de Niss y sus colegas daneses.

Tabla 3.3.

*Categorías de análisis de competencias*

<b>COMPETENCIAS/ COMPLEJIDAD</b>	<b>Reproducción</b> (procedimientos rutinarios)	<b>Conexión</b> (problemas estándar)	<b>Reflexión</b> (problemas originales)
<b>Pensar y razonar</b>	Reconoce representaciones de los datos del ejercicio. Plantea los algoritmos correspondientes. Asocia con fórmulas establecidas y realiza los cálculos.	Piensa en el tratamiento matemático necesario. Comprende que tiene que emplear conceptos matemáticos intermedios. Aplica conceptos matemáticos apropiados.	Elabora estrategias no rutinarias conexas con problemas reales. Aplica estrategias no rutinarias.
<b>Argumentar</b>	Identifica el problema. Expone el proceso de cálculo. Justifica las fórmulas utilizadas y los resultados.	Razona matemáticamente de manera simple. Sigue el encadenamiento de argumentos matemáticos particulares. Evalúa el encadenamiento de argumentos matemáticos particulares.	Razona de forma sencilla, distinguiendo formas más amplias de argumentación. Elabora encadenamientos de argumentos de diferentes tipos.
<b>Comunicar</b>	Comprende la expresión escrita. Realiza explicaciones sencillas. Describe los resultados obtenidos.	Sabe expresarse sobre cuestiones matemáticas. Explica los cálculos y sus propiedades. Interpreta las relaciones implicadas.	Sabe explicar cuestiones matemáticas, cálculos y resultados. Explica asuntos que implican relaciones complejas.
<b>Modelizar</b>	Identifica que un modelo es similar a otros modelos vistos con anterioridad. Pasa sucesivamente de los modelos concretos a la realidad (fórmulas) y viceversa. Comunica de manera elemental los resultados del modelo.	Estructura la situación que debe modelizar. Traduce en la práctica el modelo a seguir que es algo diferente de los estudiados. Sabe interpretar y alternar diferentes modelos y comunicar los resultados.	Estructura la situación de la que hay que realizar un modelo, traduciendo la realidad. Reflexiona llevando a cabo una comunicación sobre la construcción del modelo.
<b>Resolver problemas</b>	Reconoce problemas ya practicados. Reproduce problemas ya practicados de manera cerrada. Resuelve problemas rutinarios estandarizados.	Desarrolla procedimientos intuitivos ya practicados, pero no rutinarios. Elige estrategias apropiadas más independientes que conecten áreas matemáticas. Aplica las estrategias apropiadas más independientes.	Expone problemas más allá de la reproducción de los ya practicados. Resuelve problemas estableciendo conexiones entre las distintas áreas matemáticas.
<b>Representar</b>	Usa un único tipo de representación estándar ya utilizada. Interpreta representaciones estándar de objetos matemáticos. Pasa establecido de una representación a otra.	Interpreta formas de representación. Selecciona y cambia entre las diferentes formas de representación. Traduce y diferencia entre distintas formas de representación.	Interpreta y cambia entre diferentes formas de representación de las situaciones matemáticas. Combina representaciones de forma creativa e inventa nuevas.
<b>Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones</b>	Realiza operaciones elementales en contextos conocidos. Interpreta el lenguaje formal y simbólico rutinario. Maneja procedimientos y fórmulas, resolviendo y calculando.	Interpreta el lenguaje formal y simbólico básico, en situaciones menos conocidas. Maneja afirmaciones sencillas y expresiones con símbolos y fórmulas no rutinarias. Utiliza variables, y realiza ecuaciones y cálculos mediante procedimientos familiares.	Interpreta el lenguaje formal y simbólico en situaciones y contextos desconocidos. Sabe tratar con expresiones complejas y con lenguaje simbólico o formal inusual.

Las competencias de solución de problemas de tipo interdisciplinar se distinguen, en PISA 2003, de las competencias relacionadas con otras áreas de conocimiento (matemáticas, ciencias y lectura) y se da la siguiente definición sobre **resolución de problemas** (OECD, 2003, 156): “*es la capacidad que tiene una persona de emplear los procesos cognitivos para enfrentarse a y resolver situaciones interdisciplinarias reales en las que la vía de solución no resulta obvia de modo inmediato y en las que las áreas de conocimiento o curriculares aplicables no se enmarcan dentro de una única área de matemáticas, ciencias o lectura*”. Para medir estas competencias en PISA 2003 se han seleccionado tres tipos de problemas: toma de decisiones, análisis y diseño de sistemas, y tratamiento de disfunciones. La resolución de problemas complementa las áreas de conocimiento principales, matemáticas, ciencias y lectura, del proyecto OCDE/PISA.

Algunos autores se han preocupado por medir las competencias matemáticas en la entrada de los estudiantes a la universidad. En Reino Unido, Lawson (2003), a partir de los datos de las pruebas diagnósticas sobre matemáticas que alumnos de la Universidad de Coventry realizan durante la primera semana del curso académico, comprueba que a lo largo del periodo 1991-2001 las competencias matemáticas básicas cambian, sufriendo un descenso significativo en muchas habilidades matemáticas que se consideran esenciales, en educación superior, para la realización de grados con un contenido matemático significativo. En España, Escolano et al. (2012) miden las competencias matemáticas de 334 estudiantes de Magisterio de diversas comunidades autónomas, utilizando como instrumento dos cuestionarios elaborados a partir de pruebas liberadas del Informe PISA 2003, estos autores estudian la relación entre las competencias de los estudiantes medidas de este modo, sus creencias sobre la naturaleza de las matemáticas y sobre su competencia como profesores de matemáticas.

El término *competencia* también está presente en la vida universitaria española actual, se introdujo en el marco del EEES. Según Bolívar (2008, 1), “*el discurso de las competencias ha entrado en España, casi al tiempo, para la Educación Básica y Superior, aún cuando los orígenes, el modo de plantearse y el papel que puedan jugar, en uno y otro nivel educativo, sean distintos. Sin embargo, confluyen en querer orientar la enseñanza al desarrollo de habilidades complejas, más allá del aprendizaje de contenidos escolarizados, necesarias en la sociedad de la información*”. Acercándonos al tema que nos interesa en este trabajo, por ejemplo, el Libro Blanco del Grado en Estadística incluye como competencia específica del Grado *el pensamiento y*

*razonamiento cuantitativo*, la memoria para la verificación del Título de Grado en Estadística de la Universidad de Granada incluye *Comprender y utilizar básicamente el lenguaje matemático* y la del Grado en Estadística por la Universitat de Barcelona y la Universitat Politècnica de Catalunya considera como competencias específicas: *la capacidad para utilizar el razonamiento lógico y los instrumentos matemáticos en un contexto aplicado*, y *la capacidad de utilizar los procedimientos matemáticos específicos habituales en Estadística e Investigación Operativa*. Estos son algunos ejemplos de las alusiones más concretas a competencias matemáticas, que hemos encontrado como competencias específicas en las memorias de verificación de los Grados en Estadística.



# Capítulo 4

## Metodología de la investigación

Este capítulo recoge los objetivos e hipótesis de la investigación y los aspectos de la misma relacionados con la metodología cuantitativa utilizada para llevarla a cabo. Detallamos cómo está formada la muestra de participantes y los datos que tenemos sobre la población objeto de estudio, qué instrumentos se han utilizado, y cómo se han recogido y codificado. Además, se indica qué técnicas y software se utilizan para el análisis de los datos.

### 4.1. Objetivos e hipótesis

Nuestros objetivos se orientan a conseguir información del estudiante de estadística, futuro especialista en la materia, sobre su conocimiento y destrezas matemáticas a nivel de secundaria y sobre sus actitudes, creencias y emociones hacia las matemáticas. Nos interesa el perfil matemático del estudiante tanto en la entrada al Grado, como su posible evolución después del abandono o cambio de estudios que se da en todas las titulaciones universitarias en primer curso.

Suponemos que el estudiante tiene una actitud positiva hacia la estadística, y por ello ha elegido cursar estos estudios, bajo esta hipótesis centramos nuestro interés en investigar cual es su perfil matemático, porque el conocimiento de dicho perfil nos parece necesario para tener en cuenta en la docencia de muchas de las asignaturas que tendrá que cursar el estudiante en el Grado en Estadística y para dar información veraz al estudiante que tiene interés por comenzar estudios de estadística a nivel profesional.

La documentación analizada, a la que hemos hecho referencia en los capítulos anteriores, junto con la experiencia de la investigadora en el ámbito de la docencia en el

Grado en Estadística y en la, ya extinguida, Diplomatura en Estadística nos permite enunciar los siguientes objetivos para este trabajo de investigación:

- O1. Conocer el perfil matemático del estudiante de un Grado en Estadística en España, tanto a nivel de destrezas como a nivel afectivo.
- O2. Estudiar posibles diferencias en el perfil matemático del estudiante dependiendo de que el perfil del GEST elegido sea general o empresa.
- O3. Estudiar posibles diferencias en el perfil matemático del estudiante dependiendo de que el estudiante haya cursado en Bachillerato las asignaturas *MCCSS I y II* ó *Matemáticas I y II*.

A partir de estos objetivos surgen las hipótesis de investigación que se enuncian a continuación. Éstas fijan la posición previa del equipo investigador, el desarrollo de la investigación permitirá rebatirlas o explicar su verificación con los matices oportunos para cada una de ellas.

- H1. El perfil matemático del estudiante de un Grado en Estadística en España es distinto que el de un estudiante de un Grado en Matemáticas, tanto a nivel de destrezas como a nivel afectivo.
- H2. Existe asociación entre el perfil afectivo matemático y las destrezas en matemáticas para un estudiante de GEST.
- H3. El perfil matemático del estudiante de un Grado en Estadística en España es distinto dependiendo de que el perfil del GEST cursado sea general o empresa.
- H4. El perfil matemático del estudiante de un GEST es distinto dependiendo de que el estudiante haya cursado en Bachillerato las asignaturas *MCCSS I y II* ó *Matemáticas I y II*.
- H5. El perfil matemático del estudiante de un GEST es distinto dependiendo del género.
- H6. El perfil matemático del estudiante de un GEST es distinto para un estudiante de nuevo ingreso en la universidad o en el GEST que para uno que no lo es.
- H7. El perfil matemático de un estudiante de nuevo ingreso en GEST que apunta LP como razón para estudiar el grado es distinto que el de un estudiante que tiene otras motivaciones para elegir los estudios.
- H8. Se pueden distinguir distintos tipos de perfiles matemáticos entre los estudiantes de un GEST en España.

## **4.2. Diseño**

Para tratar de confirmar o desmentir las hipótesis anteriores utilizaremos un diseño metodológico cuantitativo no experimental, este tipo de investigación se conoce como descriptivo. Hernández, Fernández-Collado y Baptista (2006, 205) la caracterizan por la observación de fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

Según McMillan y Schumacher (2005) se pueden distinguir dos modalidades de investigación educativa no experimental, la investigación por encuesta y la correlacional. En la primera, el investigador selecciona una muestra de sujetos y les administra un cuestionario para recoger los datos, la encuesta es útil para caracterizar actitudes en la investigación educativa. La segunda se ocupa de establecer relaciones entre dos o más variables y por tanto entre las dimensiones implicadas. En nuestra investigación nos ocuparemos de las dos modalidades.

Buendía (1999) señala que el cuestionario ha sido la técnica de recogida de datos más utilizada en la investigación por encuesta. Se utiliza para conocer lo que piensan u opinan los encuestados mediante preguntas realizadas por escrito. Además, como hemos visto en el capítulo tres, son muchos los autores que han hecho uso del cuestionario para describir y analizar las creencias y actitudes de estudiantes hacia las matemáticas.

Gairín (1990) indica ciertas ventajas del cuestionario como instrumento de recogida de datos:

- ✓ Se puede administrar a muchas personas simultáneamente.
- ✓ Permite el anonimato.
- ✓ Proporciona uniformidad.
- ✓ Puede ser administrado por terceras personas sin pérdida de fiabilidad de los resultados.
- ✓ Proporciona tiempo al encuestado para pensar acerca de las respuestas
- ✓ Los datos obtenidos se pueden analizar más fácilmente que los datos extraídos de respuestas orales.

Nosotros investigamos las características de la muestra, obtenidas mediante la administración de varios cuestionarios, en un momento temporal concreto, por tanto nuestro diseño es transversal. Estudiaremos ciertas diferencias entre cursos pero no podemos estudiar la naturaleza evolutiva de las características, que nos interesan, de los estudiantes a lo largo de sus estudios de grado, puesto que el diseño no es longitudinal.

## 4.3. Población y muestra

### 4.3.1. Población objeto de estudio.

La población objeto de estudio en esta investigación son los alumnos de primero y segundo curso de Grados en Estadística en España. Entendiendo por “*Grados en Estadística*” (GEST, a partir de ahora) los doce Grados que mencionamos en el capítulo 2, a los que nos referiremos con los identificadores que se señalan en la tabla 2.1. Seis de ellos de la rama Ciencias Sociales y Jurídicas (CSJ) y otros seis de la rama Ciencias (CC). Impartidos por once universidades distintas, en seis Comunidades Autónomas. En las siguientes tablas, elaboradas a partir de la información proporcionada por las estadísticas universitarias de MECD, se incluyen los datos de matrícula de GEST y de los antiguos títulos de Diplomado en Estadística, centrándonos en los cursos académicos 2010/11 y 2011/12, en los que se recogieron los datos para nuestro trabajo. Recordamos que en el curso 2010/11, en el que se recogieron la mayor parte de los datos, seis GEST (JAEN, UGR, US, UABV, UMH y UNEX) comenzaban a cursarse en primero de grado en ese curso académico, de ellos sólo UABV comenzó simultáneamente la docencia en los cuatro cursos; UC3M inauguró el grado el curso 2008/09 y los otros cinco GEST el curso 2009/10. Con las siguientes tablas se pretende dar una idea del tamaño y características de la población en dichos cursos académicos y niveles.

Las tablas 4.1. y 4.2. muestran el número de alumnos de nuevo ingreso por preinscripción matriculados en GEST entre los cursos 10/11 y 13/14, también se incluyen estos números para los cursos 2008/09 y 2009/10; sin embargo, para ellos no se tiene la información precisa “*por preinscripción*”. La tabla 4.1. distingue los alumnos por *Perfil* del GEST, clasificación explicada en el segundo capítulo, apartado 2.1.1, y la tabla 4.2. por Comunidad Autónoma, agrupando como *Resto* las comunidades con menos alumnos (Castilla y León , Extremadura y C. Valenciana). También se incluyen porcentajes por columna a partir de 2010/11, primer curso académico a partir del que se imparten los doce GEST.

Tabla 4.1.

*Matrícula de nuevo ingreso en GEST por Perfil del Grado y curso académico*

Perfil	Nº alumnos de nuevo ingreso por preinscripción				nuevo ingreso	
	2013/14	2012/13	2011/12	2010/11	2009/10	2008/09
Empresa	121 (25%)	124 (26%)	<b>95</b> (23%)	<b>122</b> (31%)	53	33
Matemáticas	46 (9%)	58 (12%)	<b>32</b> (8%)	<b>31</b> (8%)	44	-
General	326 (66%)	289 (61%)	<b>282</b> (69%)	<b>243</b> (61%)	113	-
<b>Total Grado</b>	493 100%	471 100%	<b>409</b> 100%	<b>396</b> 100%	210	33

Tabla 4.2.

*Matrícula de nuevo ingreso en GEST por Comunidad Autónoma y curso académico*

Comunidad Autónoma	Nº alumnos de nuevo ingreso por preinscripción				nuevo ingreso	
	2013/14	2012/13	2011/12	2010/11	2009/10	2008/09
Andalucía	178 (36%)	152 (32%)	<b>152</b> (37%)	<b>153</b> (39%)	-	-
Cataluña	106 (22%)	100 (21%)	<b>100</b> (24%)	<b>86</b> (22%)	46	-
Madrid	151 (31%)	155 (33%)	<b>115</b> (28%)	<b>119</b> (30%)	143	33
Resto	58 (12%)	64 (14%)	<b>42</b> (10%)	<b>38</b> (10%)	21	-
<b>Total Grado</b>	493	471	<b>409</b>	<b>396</b>	210	33

Las tablas 4.3. y 4.4. muestran el número de alumnos de nuevo ingreso por preinscripción, matriculados en GEST entre los cursos 10/11 y 13/14 y el porcentaje de esa matrícula en primera opción (entre paréntesis), de nuevo clasificando los GEST por perfil y por Comunidad Autónoma, respectivamente.

Tabla 4.3.

*Porcentaje de nuevo ingreso en primera opción por Perfil de GEST y curso académico*

Perfil	Nº alumnos de nuevo ingreso por preinscripción (% en primera opción)			
	2013/14	2012/13	2011/12	2010/11
Empresa	121 (50%)	124 (41%)	95 ( <b>43%</b> )	122 ( <b>43%</b> )
Matemáticas	46 (67%)	58 (53%)	32 ( <b>56%</b> )	31 ( <b>42%</b> )
General	326 (65%)	289 (64%)	282 ( <b>62%</b> )	243 ( <b>63%</b> )
<b>Total Grado</b>	493 (61%)	471 (57%)	409 ( <b>57%</b> )	396 ( <b>55%</b> )

Tabla 4.4.

*Porcentaje de nuevo ingreso en primera opción por Comunidad Autónoma y curso académico*

Comunidad Autónoma	Nº alumnos de nuevo ingreso por preinscripción (% en primera opción)			
	2013/14	2012/13	2011/12	2010/11
Andalucía	178 (44%)	152 (38%)	152 ( <b>38%</b> )	153 ( <b>46%</b> )
Cataluña	106 (85%)	100 (88%)	100 ( <b>91%</b> )	86 ( <b>74%</b> )
Madrid	151 (60%)	155 (46%)	115 ( <b>49%</b> )	119 ( <b>48%</b> )
Resto	58 (78%)	64 (78%)	42 ( <b>67%</b> )	38 ( <b>74%</b> )
<b>Total Grado</b>	493 (61%)	471 (57%)	409 ( <b>57%</b> )	396 ( <b>55%</b> )

En las tablas anteriores observamos que el perfil empresa es el que tiene el menor porcentaje de matrícula de nuevo ingreso por preinscripción en su primera opción, así como las comunidades de Andalucía y Madrid. Por ello, teniendo en cuenta el porcentaje de matrícula en primera opción en el/los curso/s académicos en el/los que se pasó la encuesta en cada grado, hemos clasificado los doce grados en las tres categorías siguientes y a la variable la denotaremos PPO:

- ✓ Bajo (menor del 50%): grados del perfil empresa (UC3M, JAEN, UMH).
- ✓ Medio (entre el 50% y el 60%): grados de Andalucía y Madrid que no son de perfil empresa (UGR, US, UCME, UCMF).
- ✓ Alto (mayor del 70%): grados de Cataluña y resto de comunidades que no son de perfil empresa (UABV, UPCB, USAL, UVA, UNEX).

Según esta clasificación, la matrícula de nuevo ingreso en GEST se distribuiría como se muestra en la tabla 4.5.

Tabla 4.5.

*Matrícula de nuevo ingreso en primera opción en GEST por PPO y curso académico*

PPO del GEST	Nº alumnos de nuevo ingreso por preinscripción (% en primera opción)			
	2013/14	2012/13	2011/12	2010/11
Bajo	121 (50%)	124 (41%)	95 ( <b>43%</b> )	122 ( <b>43%</b> )
Medio	228 (54%)	208 (46%)	185 ( <b>43%</b> )	165 ( <b>50%</b> )
Alto	144 (83%)	139 (88%)	129 ( <b>88%</b> )	109 ( <b>78%</b> )
<b>Total Grado</b>	493 (61%)	471 (57%)	409 ( <b>57%</b> )	396 ( <b>55%</b> )

Pensando, sobre todo, en hacernos una idea de la población de segundo curso, incluimos en las tablas 4.6 y 4.7 la matrícula total en GEST, por Perfil y Comunidad Autónoma, desde que comenzó cada grado. Además se incluye, entre paréntesis, el porcentaje de mujeres, que en la mayoría de los grupos, ronda el 50%.

Tabla 4.6.

*Matrícula en GEST por Perfil de Grado y curso académico*

Perfil	Nº de alumnos matriculados (% mujeres)					
	2013/14	2012/13	2011/12	2010/11	2009/10	2008/09
Empresa	327 (51%)	285 (54%)	<b>235</b> (55%)	<b>177</b> (56%)	<b>70</b> (54%)	33 (49%)
Matemáticas	139 (50%)	121 (53%)	<b>95</b> (51%)	<b>76</b> (46%)	<b>48</b> (54%)	-
General	973 (42%)	861 (47%)	<b>717</b> (45%)	<b>548</b> (45%)	<b>304</b> (49%)	-
<b>Total Grado</b>	1439 (45%)	1267 (49%)	<b>1047</b> (48%)	<b>801</b> (47%)	<b>422</b> (50%)	33 (49%)

Tabla 4.7.  
Matrícula en GEST por Comunidad Autónoma y curso académico

Comunidad Autónoma	Nº de alumnos matriculados (% mujeres)					
	2013/14	2012/13	2011/12	2010/11	2009/10	2008/09
Andalucía	399 (46%)	306 (44%)	<b>239</b> (42%)	<b>167</b> (46%)	-	-
Cataluña	298 (35%)	252 (40%)	<b>210</b> (42%)	<b>153</b> (42%)	<b>52</b> (46%)	-
Madrid	546 (48%)	535 (54%)	<b>476</b> (50%)	<b>418</b> (49%)	<b>347</b> (50%)	33 (49%)
Resto	196 (49%)	174 (56%)	<b>122</b> (61%)	<b>63</b> (51%)	<b>23</b> (65%)	-
<b>Total Grado</b>	1439 (45%)	1267 (49%)	<b>1047</b> (48%)	<b>801</b> (47%)	<b>422</b> (50%)	33 (49%)

También nos ha parecido interesante para nuestro estudio recoger datos de los alumnos de segundo curso de los estudios de Diplomado en Estadística de las universidades que comenzaron el Grado en el curso 2010/11, en ellas había 308 alumnos matriculados en los estudios de Diplomado en Estadística en ese curso académico (191 en Andalucía, 50 en UAB y 67 entre UMH y UEX), 56% mujeres, de ellos 71 terminaron los estudios ese mismo curso, y sabemos que el curso anterior **ingresaron 124 alumnos en esas diplomaturas** (74 en Andalucía, 35 en UAB, y 15 entre UMH y UEX). En el curso 2008/09 hubo 225 alumnos de nuevo ingreso entre todas las diplomaturas, incluyendo la de Zaragoza, cuya diplomatura no se transformó en grado; hacemos notar que en ese curso comenzó el Grado UC3M, por lo que no hubo ingreso en los estudios de diplomado en estadística de dicha universidad. En la tabla 4.8. se muestra el número de alumnos matriculados y egresados en las diplomaturas españolas (salvo la de Zaragoza) en los tres cursos académicos comprendidos entre 2010 y 2013, distinguiendo los alumnos según que el comienzo del grado en estadística en su universidad haya sido en 2010/11 o anterior.

Tabla 4.8.  
Matrícula en los estudios de Diplomado en Estadística por comienzo de GEST y curso académico

Curso en el que comenzó el Grado que sustituye a los correspondientes estudios de Diplomado	Nº de alumnos matriculados ( <b>egresados</b> ) en los estudios de Diplomado		
	2012/13	2011/12	2010/11
<b>2010/11</b>	95 ( <b>25</b> )	201 ( <b>71</b> )	308 ( <b>71</b> )
<b>Anterior a 2010/11</b>	59 ( <b>28</b> )	129 ( <b>47</b> )	206 ( <b>72</b> )

Con objeto de hacer comparaciones, también hemos incorporado al estudio a alumnos de los Grados en Matemáticas (UCMM) y en Ingeniería Matemática (UCMI) de la Universidad Complutense de Madrid que cursan primero y segundo curso con los alumnos del Grado en Matemáticas y Estadística (UCMF), así como a alumnos de primer curso del Grado en Matemáticas de la Universidad de Valladolid (UVAM). Los

datos de matrícula total y de nuevo ingreso de estos alumnos para los cursos académicos de interés, de los que disponemos a partir de MECD, se recogen en la tabla 4.9.

Tabla 4.9.  
*Matrícula total y de nuevo ingreso en los Grados en Matemáticas de UCM y UVA por curso académico*

Grados en Matemáticas	Nº de alumnos matriculados y nuevo ingreso por preinscripción				Nº de alumnos matriculados y nuevo ingreso	
	2011/12		2010/11		2009/10	
	total	nuevos	total	nuevos	total	nuevos
UCMF	89	30	72	28	48	44
UCMI + UCMM	570	-	389	-	236	190
UVA	67	-	39	19	28	25

### 4.3.2. Participantes.

En este estudio se ha empleado un muestreo por conveniencia, no probabilístico, adaptándonos a las limitaciones derivadas del tiempo necesario para que los alumnos rellenaran los cuestionarios, de las posibilidades de contactar con ellos y de los gastos de los desplazamientos.

#### Muestra de primer curso

En cuanto a la muestra de primer curso, se han conseguido datos de alumnos de los doce grados que constituyen la población (véase tabla 4.17.), aunque para ello haya sido necesario emplear dos cursos académicos. Problemas puntuales en el trabajo de campo, principalmente en los GEST que imparten primer curso conjuntamente con otros grados, han impedido que, como hubiera sido deseable, los participantes de este nivel hayan podido considerarse un censo de los alumnos que asistieron habitualmente a las clases de primero de alguno de los GEST, durante el curso 2010/11. En dicho curso se obtuvo la información necesaria para 211 alumnos (el 72% de la muestra final de primero), pero no estaban representados los alumnos de UMH, ni de UCMF, por lo que el perfil *matemáticas* no estaba suficientemente representado y del perfil *empresa* faltaba uno de los tres grados, por ello, el curso siguiente se completó la muestra de primero con 84 alumnos, 8 de ellos de UCMF y 5 de UMH. A pesar de ello, como se muestra en la tabla 4.10., de los **295 alumnos que constituyen la muestra de primero de GEST**, sólo el 4% estudiaba un grado de los calificados como perfil *matemáticas*, bajo porcentaje si consideramos como referencia que el 8% de los matriculados por preinscripción en un GEST el curso 2010/11, así como en el 2011/12, lo hacían en dicho

perfil. El resto de perfiles consideramos que estaban representados suficientemente atendiendo a los porcentajes de nuevo ingreso de la tabla 4.1. comparados con los de la muestra, incluidos en la tabla 4.10.

Tabla 4.10.  
Muestra 1º curso GEST por Perfil del Grado y Curso académico

Perfil	Alumnos muestra 1º curso		
	2011/12	2010/11	Total (%)
Empresa	5	66	<b>71</b> (24%)
Matemáticas	8	3	<b>11</b> (4%)
General	71	142	<b>213</b> (72%)
<b>Total muestra 1º</b>	84	211	<b>295</b>

La baja representación del perfil *matemáticas*, junto con la idea de establecer un punto de referencia en el perfil matemático de un estudiante universitario, nos llevaron a formar una muestra de referencia compuesta por alumnos de los Grados en Matemáticas citados en el apartado anterior (UCMM, UCMI, UVAM). La **muestra de referencia de primer curso está formada por 63 estudiantes** cuyos datos se recogieron en el curso 2011/12 (13 alumnos de UCMI, 26 de UCMM y 24 de UVAM).

La tabla 4.11. incluye la composición de la muestra de primer curso por Comunidad Autónoma, los porcentajes de cada comunidad no difieren mucho en conjunto de los presentados en la tabla 4.2. para alumnos de nuevo ingreso en GEST, aunque Cataluña tiene un porcentaje aproximadamente diez puntos más bajo en la muestra mientras que en Madrid ocurre lo contrario. Por último, para observar la distribución de la muestra según el PPO del GEST en el que está matriculado el alumno adjuntamos la tabla 4.12, los porcentajes de la última columna de dicha tabla comparados con los calculados a partir de los datos de la tabla 4.5. para nuevos alumnos matriculados en GEST en el curso 2010/11: 30% en GEST con PPO bajo, 42% medio y 28% alto, reflejan una representación de los GEST con PPO medio en la muestra, mayor de lo que correspondería.

Tabla 4.11.  
Muestra 1º curso GEST por Comunidad Autónoma y Curso académico

Comunidad Autónoma	Nº alumnos muestra 1º curso		
	2011/12	2010/11	Total (%)
Andalucía	0	103	<b>103</b> (35%)
Cataluña	0	33	<b>33</b> (11%)
Madrid	68	59	<b>127</b> (43%)
Resto	16	16	<b>32</b> (11%)
<b>Total muestra 1º</b>	84	211	<b>295</b>

Tabla 4.12.

*Muestra 1º curso GEST por PPO y Curso académico*

PPO del GEST	Nº alumnos muestra 1º curso		
	2011/12	2010/11	Total (%)
Bajo	5	66	<b>71</b> (24%)
Medio	68	96	<b>164</b> (56%)
Alto	11	49	<b>60</b> (20%)
<b>Total muestra 1º</b>	84	211	<b>295</b>

Por las respuestas de los alumnos a preguntas del cuestionario, que más adelante detallamos, sabemos que de la muestra de primero de GEST en torno a un 75% son alumnos de nuevo ingreso en la universidad, un 8% tienen ya una titulación universitaria, aproximadamente un 5% ha cursado ya asignaturas del grado el curso académico anterior y el 12% restante provienen de la Diplomatura de Estadística ó de otras titulaciones que no han concluido. Entre los titulados universitarios de la muestra podemos citar como ejemplo algunas titulaciones de las que tenemos constancia: Biología, Medicina, Química, Psicopedagogía, Relaciones Laborales y Estadística (Diplomado).

### **Muestra de segundo curso**

Respecto a la muestra de estudiantes de segundo curso, la composición podemos verla en las tablas 4.13 y 4.14. Al comienzo de los cursos académicos 2010/11 y 2011/12, se pasó el cuestionario a **70 alumnos asistentes a las clases de segundo curso de alguno de los GEST**, hacemos notar que en esta muestra no están representados los tres GEST de Andalucía ni el GEST de Extremadura pero sí las otras ocho, el motivo es que cuando se pasó el cuestionario en estas Comunidades Autónomas, curso 2010/11, no había comenzado en ellas segundo curso del GEST. Como apuntábamos en el apartado anterior, nos ha parecido interesante incluir una muestra de **44 alumnos de segundo curso de los estudios de Diplomado en Estadística** procedentes de estas dos CCAA junto a la Comunidad Valenciana (en UMH, el curso 2010/11, se pasó el cuestionario a 9 estudiantes de la Diplomatura y a 6 estudiantes del GEST el curso 2011/12) y a la Catalana (en el curso 2010/11, en la UAB asistían a clase de segundo curso estudiantes del Grado y de la Diplomatura).

También en segundo hemos incorporado una muestra de referencia de perfil matemático compuesta por 67 alumnos de los Grados en Matemáticas, UCMM y UCMI, que asistían a clase junto a los alumnos de segundo curso de UCMF, pero en este caso

hemos creído conveniente incluir en ella a los 7 alumnos del GEST UCMF para los análisis posteriores. Para completar los **80 estudiantes de la muestra de referencia de segundo curso**, falta citar a los 6 alumnos de la doble titulación *Licenciatura en Matemáticas/Diplomatura en Estadística*, que asistían a la misma clase en la que se pasaron los cuestionarios a los alumnos de UABV, en el curso 2010/11.

Los datos para la muestra de segundo se recogieron a comienzos de los cursos académicos 2010/11 y 2011/12 como se indica en la tabla 4.13., mayoritariamente en el primero de ellos. En ella vemos que entre los 63 estudiantes que trataremos separadamente como alumnos de GEST, el 33% estudian un grado de perfil *empresa* y el otro 67% uno de perfil *general*, como hemos dicho, los 7 estudiantes del GEST de perfil *matemáticas* los incluimos como muestra de referencia. La distribución de la muestra por CCAA podemos verla en la tabla 4.14.

Tabla 4.13.  
Muestra 2º curso por Perfil2 y Curso académico

Perfil2	Nº alumnos muestra 2º curso		
	2011/12	2010/11	Total
Empresa	6	15	<b>21</b> (33%)
General	0	42	<b>42</b> (67%)
Diplomatura	0	44	<b>44</b>
Referencia	44	36	<b>*80</b>
<b>Total muestra 2º</b>	50	137	<b>187</b>

\*Se incluyen 7 alumnos de UCMF

Tabla 4.14.  
Muestra 2º curso Grado por Comunidad Autónoma y Perfil2

Comunidad Autónoma	Perfil2				Total
	Empresa	General	Diplomatura	Referencia	
Andalucía	-	-	19	-	19
Cataluña	-	17	7	6	30
Madrid	15	14	-	*74	103
Resto	6	11	18	-	35
<b>Total muestra 2º</b>	21	42	44	80	187

\*Se incluyen 7 alumnos de UCMF

### Muestra total

En resumen, los 545 participantes (358 de primero y 187 de segundo), se reparten por Comunidad autónoma y tipo de muestra (GEST, Referencia, Diplomatura) como se indica en la tabla 4.15. El género se recogió en una pregunta que contestaron los propios estudiantes, la respuesta de los 526 que contestaron a esa pregunta se recoge en la tabla 4.16. por Perfil-Curso. En primer curso hay mayoría de hombres en la

muestra de referencia (66%) pero en GEST se reduce la mayoría (55%), incluso en los GEST de perfil empresa, tanto en primero como en segundo curso, el porcentaje de hombres es menor del 50%. La muestra de la diplomatura tiene el menor porcentaje de hombres (31%). Por otro lado, los porcentajes de mujeres en la muestra de primero para empresa y general (56% y 41%) son comparables con los de la tabla 4.6 para el porcentaje de alumnas matriculadas en dichos perfiles, por ejemplo, en el curso 2010/11 (56% y 45%); en el perfil matemáticas la muestra es demasiado pequeña para hacer tales comparaciones y el porcentaje de mujeres matriculadas varía según el curso académico del 46% al 54%.

Tabla 4.15.  
*Muestra por Comunidad Autónoma y Tipo*

Comunidad Autónoma	Tipo de Muestra					Total
	1º GEST	1º Referenc.	2º GEST	2º Diplom.	2º Referenc.	
Andalucía	103	-	-	19	-	122
Cataluña	33	-	17	7	6	63
Madrid	127	39	29	-	*74	269
Resto	32	24	17	18	-	91
<b>Total muestra</b>	295	63	63	44	80	545

\*Se incluyen 7 alumnos de UCMF

Tabla 4.16.  
*Muestra por Sexo y Perfil-Curso*

Sexo	Tipo de Muestra								Total
	1º Empr.	1º Gener.	1º Mat.	1º Ref.	2º Empr.	2º Gener.	2º Diplo.	2º Ref.	
% Hombres	44%	59%	46%	66%	38%	34%	31%	50%	270 (51%)
% Mujeres	56%	41%	54%	34%	62%	66%	69%	50%	256 (49%)
<b>Total muestra</b>	61	210	11	62	21	41	42	*78	526

\*Se incluyen 7 alumnos de UCMF

El detalle de la composición de la muestra por estudios que cursa el alumno, junto con el porcentaje de mujeres, según respuesta a la pregunta del cuestionario, puede verse a continuación en la tabla 4.17.

Tabla 4.17.

Composición de la muestra por estudios que cursa el alumno/a y porcentaje de mujeres según pregunta

Curso/ Perfil	Denominación Estudios	Universidad/es	Acrónimo	Nº estudiantes en la muestra	Nº mujeres según respuesta		
					Nº respuestas		
					% mujeres según respuesta		
1º GEST Empresa	Graduado/a en Estadística y Empresa	Jaén	JAEN	43	23	40	58%
	Graduado/a en Estadística y Empresa	Carlos III	UC3M	23	7	16	44%
	Graduado/a en Estadística Empresarial	Miguel Hdez.	UMH	5	4	5	80%
1º GEST General	Graduado/a en Estadística Aplicada	Autónoma de Barcelona/ Vic	UABV	8	3	8	38%
	Graduado/a en Estadística Aplicada	Complutense Madrid	UCME	96	41	94	44%
	Graduado/a en Estadística	Granada	UGR	46	15	46	33%
	Graduado/a en Estadística	Barcelona/ P. Cataluña	UPCB	25	10	24	42%
	Graduado/a en Estadística	Sevilla	US	14	9	14	64%
	Graduado/a en Estadística	Salamanca	USAL	9	5	9	56%
	Graduado/a en Estadística	Valladolid	UVA	15	4	15	27%
1º GEST Mat.	Graduado/a en Matemáticas y Estadística	Complutense Madrid	UCMF	8	3	8	38%
	Graduado/a en Estadística	Extremadura	UNEX	3	3	3	100%
1º Ref.	Graduado/a en Ingeniería Matemática	Complutense Madrid	UCMI	13	6	13	46%
	Graduado/a en Matemáticas	Complutense Madrid	UCMM	26	6	25	24%
	Graduado/a en Matemáticas	Valladolid	UVAM	24	9	24	38%
2º GEST Empresa	Graduado/a en Estadística y Empresa	Carlos III	UC3M	15	10	15	67%
	Graduado/a en Estadística Empresarial	Miguel Hdez. de Elche	UMH	6	3	6	50%
2º GEST General	Graduado/a en Estadística Aplicada	Autónoma de Barcelona/ Vic	UABV	8	5	7	71%
	Graduado/a en Estadística Aplicada	Complutense Madrid	UCME	14	7	14	50%
	Graduado/a en Estadística	Barcelona/ P. Cataluña	UPCB	9	7	9	78%
	Graduado/a en Estadística	Salamanca	USAL	6	4	6	67%
	Graduado/a en Estadística	Valladolid	UVA	5	4	5	80%
2º Diplom.		Jaen		3	2	3	67%
		A. Barcelona		7	6	7	86%
	Diplomado en Estadística	Granada		9	5	9	56%
		Miguel Hdez.		9	5	8	63%
		Extremadura		9	6	9	67%
	Sevilla		7	5	6	83%	
2º Ref.	Doble Título Licenciado en Matemáticas/ Diplomado en Estadística	Autónoma de Barcelona	UABM	6	3	6	50%
	Graduado/a en Matemáticas y Estadística	Complutense Madrid	UCMF				
	Graduado/a en Ingeniería Matemática	Complutense Madrid	UCMI	74	36	72	50%
	Graduado/a en Matemáticas	Complutense Madrid	UCMM				

## 4.4. Instrumentos de medida

Los datos se han tomado a partir de un cuestionario compuesto por 6 pruebas liberadas de PISA 2003, que tratan de medir los conocimientos y habilidades matemáticas del estudiante, y 50 ítems divididos en tres partes diferenciadas, que constituyen las tres escalas tipo Likert de cinco puntos, las cuales miden aspectos relacionados con las emociones, creencias y actitudes del estudiante hacia las matemáticas. Además, para complementar los resultados que nos proporcionan las escalas tipo Likert sobre el perfil afectivo matemático del estudiante, se han formulado en el cuestionario dos preguntas abiertas:

- ✓ *¿Porqué te has matriculado en el Grado que estás cursando en la actualidad?*
- ✓ *Con qué asocias la palabra “Matemáticas”*

### 4.4.1. Medida del conocimiento matemático del estudiante.

A continuación detallamos la medida que usamos para los conocimientos y habilidades matemáticas del estudiante. Para ello comenzamos por describir los cinco ítems liberados de PISA 2003 correspondientes a pruebas de *Matemáticas* más uno correspondiente a *Resolución de Problemas*, que se han utilizado en esta investigación y que denotaremos como preguntas CM. Estas seis preguntas se incluyen en la primera parte del anexo III, tal como se administraron a los estudiantes, con las ilustraciones que las acompañaban. En la tabla 4.18. podemos leer sus enunciados con los cambios necesarios por la omisión de las ilustraciones. Sus características enunciadas con la terminología PISA 2003 (INECSE, 2005, 24) pueden verse en la tabla 4.19.

Los criterios de corrección utilizados para estas preguntas, que adjuntamos en la segunda parte del anexo III, son fundamentalmente los que se detallan en INECSE (2005). Según estos criterios, las puntuaciones posibles para una pregunta varían de 0 a 3 puntos, siempre en unidades enteras, sin decimales. Las preguntas de respuesta cerrada tienen una puntuación máxima de 1 punto (pregunta 4) y las preguntas abiertas, dependiendo del nivel de dificultad, reciben una puntuación máxima de 2 ó 3 puntos (3 puntos para la pregunta 2, y 2 puntos para las preguntas 1, 3, 5 y 6). En algunos casos se asignan puntuaciones parciales (preguntas 2, 3 y 6), reguladas por códigos que indican patrones de respuesta (un tipo de error habitual o una estrategia concreta). Nosotros hemos seguido estos criterios, añadiendo un código de puntuación parcial 2 a la pregunta *Caminar 2* y dos de puntuación parcial 1 a la pregunta *Niveles de CO<sub>2</sub>*, según se indica en la segunda parte del anexo III. Hemos creído conveniente añadir estos

códigos para la corrección porque en los resultados de nuestra muestra se han detectado patrones de respuesta distintos a las regularidades típicas identificadas por los códigos PISA 2003 incluidos en el anexo.

Tabla 4.18.  
Enunciados de las preguntas CM sin ilustraciones

<i>Contexto Preguntas 1 y 2</i>	Una foto muestra las huellas de un hombre caminando. La longitud del paso <i>P</i> se marca como la distancia entre los extremos posteriores de dos huellas consecutivas. Para los hombres, la fórmula $n/P=140$ da una relación aproximada entre <i>n</i> y <i>P</i> donde <i>n</i> = número de pasos por minuto y <i>P</i> = longitud del paso en metros.																																							
<b>Pregunta 1</b>	Si se aplica la fórmula a la manera de caminar de Enrique y éste da 70 pasos por minuto, ¿cuál es la longitud del paso de Enrique? Muestra tus cálculos.																																							
<b>Pregunta 2</b>	Bernardo sabe que sus pasos son de 0,80 metros. El caminar de Bernardo se ajusta a la fórmula. Calcula la velocidad a la que anda Bernardo en metros por minuto y en kilómetros por hora. Muestra tus cálculos.																																							
<i>Contexto Pregunta 3</i>	Se muestra un diagrama de barras múltiple. En él puede observarse que en Estados Unidos las emisiones de CO <sub>2</sub> fueron de 6049 millones de toneladas en 1990 y de 6727 millones de toneladas en 1998.																																							
<b>Pregunta 3</b>	En el diagrama se puede leer que el aumento de emisiones de CO <sub>2</sub> en Estados Unidos entre 1990 y 1998 fue del 11%. Escribe los cálculos para demostrar cómo se obtiene este 11%.																																							
<i>Contexto Pregunta 4</i>	Se muestran cuatro recortes en forma de T con puntos en las seis caras, tales que doblándoles se pueden utilizar para hacer dados.																																							
<b>Pregunta 4</b>	¿Cuál de las siguientes figuras se puede doblar para formar un cubo que cumpla la regla de que la suma de caras opuestas sea 7? Para cada recorte se debe contestar sí o no.																																							
<b>Pregunta 5</b>	En Zedlandia, se realizaron varios sondeos de opinión para conocer el nivel de respaldo al Presidente en las próximas elecciones. Cuatro periódicos hicieron sondeos por separado en toda la nación. Los resultados de los sondeos de los cuatro periódicos se muestran a continuación: Periódico 1: 36,5% (sondeo realizado el 6 de enero, con una muestra de 500 ciudadanos elegidos al azar y con derecho a voto). Periódico 2: 41,0% (sondeo realizado el 20 de enero, con una muestra de 500 ciudadanos elegidos al azar y con derecho a voto). Periódico 3: 39,0% (sondeo realizado el 20 de enero, con una muestra de 1.000 ciudadanos elegidos al azar y con derecho a voto). Periódico 4: 44,5% (sondeo realizado el 20 de enero, con 1.000 lectores que llamaron por teléfono para votar). Si las elecciones se celebraran el 25 de enero, ¿cuál de los resultados de los periódicos sería la mejor predicción del nivel de apoyo al presidente? Da dos razones que justifiquen tu respuesta.																																							
<b>Pregunta 6</b>	Una escuela técnica ofrece las siguientes 12 asignaturas para una carrera de 3 años en la que la duración de cada asignatura es de un año: <table border="1" data-bbox="518 1415 1165 1765"> <thead> <tr> <th></th> <th>Código de la asignatura</th> <th>Nombre de la asignatura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>M1</td><td>Mecánica. Nivel 1</td></tr> <tr><td>2</td><td>M2</td><td>Mecánica. Nivel 2</td></tr> <tr><td>3</td><td>E1</td><td>Electrónica. Nivel 1</td></tr> <tr><td>4</td><td>E2</td><td>Electrónica. Nivel 2</td></tr> <tr><td>5</td><td>B1</td><td>Estudios empresariales. Nivel 1</td></tr> <tr><td>6</td><td>B2</td><td>Estudios empresariales. Nivel 2</td></tr> <tr><td>7</td><td>B3</td><td>Estudios empresariales. Nivel 3</td></tr> <tr><td>8</td><td>C1</td><td>Sistemas de ordenadores. Nivel 1</td></tr> <tr><td>9</td><td>C2</td><td>Sistemas de ordenadores. Nivel 2</td></tr> <tr><td>10</td><td>C3</td><td>Sistemas de ordenadores. Nivel 3</td></tr> <tr><td>11</td><td>T1</td><td>Gestión de Tecnología e Información. Nivel 1</td></tr> <tr><td>12</td><td>T2</td><td>Gestión de Tecnología e Información. Nivel 2</td></tr> </tbody> </table>		Código de la asignatura	Nombre de la asignatura	1	M1	Mecánica. Nivel 1	2	M2	Mecánica. Nivel 2	3	E1	Electrónica. Nivel 1	4	E2	Electrónica. Nivel 2	5	B1	Estudios empresariales. Nivel 1	6	B2	Estudios empresariales. Nivel 2	7	B3	Estudios empresariales. Nivel 3	8	C1	Sistemas de ordenadores. Nivel 1	9	C2	Sistemas de ordenadores. Nivel 2	10	C3	Sistemas de ordenadores. Nivel 3	11	T1	Gestión de Tecnología e Información. Nivel 1	12	T2	Gestión de Tecnología e Información. Nivel 2
	Código de la asignatura	Nombre de la asignatura																																						
1	M1	Mecánica. Nivel 1																																						
2	M2	Mecánica. Nivel 2																																						
3	E1	Electrónica. Nivel 1																																						
4	E2	Electrónica. Nivel 2																																						
5	B1	Estudios empresariales. Nivel 1																																						
6	B2	Estudios empresariales. Nivel 2																																						
7	B3	Estudios empresariales. Nivel 3																																						
8	C1	Sistemas de ordenadores. Nivel 1																																						
9	C2	Sistemas de ordenadores. Nivel 2																																						
10	C3	Sistemas de ordenadores. Nivel 3																																						
11	T1	Gestión de Tecnología e Información. Nivel 1																																						
12	T2	Gestión de Tecnología e Información. Nivel 2																																						

Cada estudiante cursará 4 asignaturas por año para así aprobar 12 asignaturas en 3 años.

Un estudiante sólo puede cursar una asignatura de nivel superior si ha aprobado el año anterior la misma asignatura del nivel o niveles inferiores. Por ejemplo, sólo se puede cursar Estudios Empresariales de Nivel 3 después de haber aprobado Estudios Empresariales de Nivel 1 y Nivel 2.

Además, sólo puede elegirse Electrónica de Nivel 1 después de aprobar Mecánica de Nivel 1, y sólo puede elegirse Electrónica de Nivel 2 después de aprobar Mecánica de Nivel 2.

Se pide completar una tabla con las asignaturas que deberían ofrecerse en cada curso, escribiendo en la tabla los códigos de cada asignatura. La tabla tiene una fila para cada curso y una columna para cada asignatura (tabla 3×4) en blanco.

Tabla 4.19.

*Características de las preguntas CM incluyendo niveles de dificultad PISA 2003 para la puntuación máxima*

<i>Pregunta</i>	<i>Prueba de/</i>	<i>Título/ Nivel Dificultad</i>	<i>Contenido</i>	<i>Situación</i>	<i>Competencia</i>	<i>Formato de respuesta</i>
1	Matemáticas	Caminar 1/ <b>5 de M.</b>	Cambio y relaciones	Personal	Reproducción	Abierta
2	Matemáticas	Caminar 2/ <b>6 de M.</b>	Cambio y relaciones	Personal	Conexiones	Abierta
3	Matemáticas	Niveles de CO <sub>2</sub> / -	Cantidad	Científica	Conexiones	Abierta
4	Matemáticas	Dados/ <b>3 de M.</b>	Espacio y forma	Personal	Conexiones	Elección compleja
5	Matemáticas	Respaldo al presidente/ <b>5 de M.</b>	Incertidumbre	Pública	Conexiones	Abierta
6	Resolución de problemas	Programación de la Carrera/ <b>3 de S.P.</b>		<b>Tipo</b> Análisis y diseño de sistemas		Abierta

Los niveles de dificultad para cada ítem, en PISA, se miden reescalando las puntuaciones siguiendo la metodología TRI (Teoría de Respuesta al Ítem), la mayor dificultad se entiende como menor probabilidad de obtener una respuesta correcta para la población a la que va destinada la evaluación de PISA (estudiantes de 15 años). La escala para medir la *dificultad* de los ítems de *Matemáticas* se ha construido de modo que la media correspondiente a las puntuaciones de los países de la OCDE en PISA 2003 es 500 y su desviación típica 100. Esta escala se usa tanto para medir la competencia de los alumnos como para medir la dificultad de los ítems. El rango de puntuaciones en esta escala se divide en seis niveles de dificultad, siete contando preguntas que, por su sencillez, ni siquiera llegan al nivel 1. Para las preguntas de *Resolución de Problemas* también se establece una escala de *dificultad* propia con la misma metodología, pero en este caso se establecen sólo tres niveles. En las tablas 4.19 y 4.20 se han incluido, en negrita, los niveles de dificultad de las puntuaciones máximas a cada una de las preguntas CM, en la última tabla se incluye también el valor del ítem en la escala de *dificultad* correspondiente. Estos niveles varían entre 3 y 6 para cuatro de los ítems de matemáticas, el ítem 3 corresponde a prueba piloto por lo que no se han publicado resultados, y nivel máximo de 3 para el único ítem de Solución de Problemas. Los niveles de dificultad, publicados, de las preguntas que admiten puntuaciones parciales se incluyen en la última columna de la tabla 4.20 junto a su puntuación de dificultad.

Tabla 4.20.

Niveles de dificultad PISA 2003 de las preguntas CM que admiten puntuaciones parciales

Pregunta	Prueba de/	Título/Dificultad/Nivel	Puntuación máxima	Puntuación parcial	Dificultad escala PISA	Nivel p. parcial
1	Matemáticas	Caminar 1/ 611 /5 de M.	2	no	-	-
2	Matemáticas	Caminar 2/ 723/ 6 de M.	3	1 2	605 666	4 de M. 5 de M.
3	Matemáticas	Niveles de CO <sub>2</sub> / -/ -	2	1	-	-
4	Matemáticas	Dados/ 503/ 3 de M.	1	no	-	-
5	Matemáticas	Respaldo al presidente/ 615/ 5 de M.	2	no	-	-
6	Resolución de problemas	Programación de la Carrera/ 629/ 3 de S.P.	2	1	602	3 de S.P.

En la segunda parte del anexo III se incluyen los porcentajes de aciertos para cada una de las puntuaciones de las pregunta CM en los países de la OCDE, en España y en las Comunidades Autónomas que ampliaron su muestra lo suficiente como para obtener datos desagregados con suficiente precisión en PISA 2003 (Castilla y León, Cataluña y País Vasco). Estos porcentajes nos servirán para la comparación con nuestros resultados.

Para tener puntos de referencia sobre la escala PISA que mide la dificultad de los ítems y la competencia matemática de los alumnos, y como consecuencia ser conscientes del nivel de las preguntas CM, incluimos la tabla 4.21 que contiene los rendimientos medios, con el error típico correspondiente, en Matemáticas y en los cuatro campos de contenido, para España y promedio de países de la OCDE, tanto en PISA 2003 como 2012. La dificultad de todas las preguntas CM está por encima de estas medias, incluso para la pregunta de menor dificultad (503 para *datos*). Respecto a la escala para Resolución de Problemas, España en PISA 2003 obtuvo una media de 482 (error típico 2.7), nuestra pregunta es de dificultad 629 y 602 para la puntuación parcial, claramente por encima del promedio español, incluso del promedio 500 (0.6) OCDE.

Tabla 4.21.

Rendimiento medio y error típico en Matemáticas y Campos de Contenido en PISA 2003 y 2012

	Matemáticas	ET	Cantidad	ET	Cambio y relaciones	ET	Espacio y forma	ET	Incertidumbre	ET
Promedio OCDE 2012	494.0	0.5	495.1	0.5	492.6	0.6	489.6	0.5	493.1	0.5
Promedio OCDE 2003	500.0	0.6	501.0	0.6	499.0	0.7	496.0	0.6	502.0	0.6
España 2012	484.3	1.9	490.8	2.3	481.8	2.0	476.9	2.0	486.8	2.3
España 2003	485.0	2.4	492.0	2.5	481.0	2.8	476.0	2.6	489.0	2.4

Tabla de elaboración propia a partir de: Instituto de Evaluación (2008); INEE (2013).

Como complemento a las puntuaciones asignadas a cada individuo de la muestra por sus respuestas a las preguntas CM, disponemos de las respuestas de los estudiantes a la pregunta incluida en el cuestionario acerca de cuántos minutos ha empleado para responder a las seis preguntas. El tiempo máximo de 30 minutos asignado para responder a las preguntas CM se determinó a partir de la experiencia en una prueba piloto con una pequeña muestra de alumnado universitario (18 alumnos asistentes a la clase de la asignatura *Matemáticas y Computación* de primer curso del *Grado en Ingeniería de Industrias Agrarias y Alimentarias* de la UVA, GIIAA).

#### **4.4.2. Escalas relacionadas con el dominio afectivo matemático.**

Ahora pasamos a describir las tres escalas tipo Likert de cinco puntos (valores de 0 a 4, correspondientes a “desacuerdo total”, “en desacuerdo”, “de acuerdo”, “bastante de acuerdo” y “acuerdo total”, respectivamente) que utilizamos para medir distintos aspectos del dominio afectivo matemático del estudiante. Siguiendo a McLeod (1992) y Gómez-Chacón (1997) decidimos partir de las tres grandes componentes del constructo *dominio afectivo matemático* para construir nuestras escalas: actitudes, creencias y emociones. Por ello se eligió un cuestionario relacionado con cada uno de los subdominios anteriores: actitudes, autoconcepto y ansiedad, respectivamente. En el caso de las creencias, en la escala tipo Likert nos centramos en aquellas en las que el objeto de creencia es uno mismo como aprendiz (escala de autoconcepto), y en las respuestas a la pregunta abierta *Con qué asocias la palabra “Matemáticas”* tratamos de considerar también otro tipo de creencias en las que el objeto de la creencia sea la enseñanza de la matemática, el contexto de la educación matemática o la propia matemática. Incluso en las respuestas de algunos estudiantes de los GEST a la segunda pregunta abierta *¿Por qué te has matriculado en el Grado que estás cursando en la actualidad?* se manifiestan algunas de estas creencias acerca de las matemáticas, y por supuesto, también en las respuestas a esta pregunta de algunos estudiantes de Grados en Matemáticas.

Concretamente, para la construcción de estas tres escalas: ansiedad, autoconcepto y actitud, que son sumativas, se partió de cuestionarios similares a los utilizados por Hidalgo, Maroto y Palacios (2005) e Hidalgo, Maroto, Ortega y Palacios (2008). Entre estos cuestionarios se seleccionaron las preguntas más pertinentes por su *relevancia* (los ítems deberían estar claramente relacionados con el objeto de estudio y el tipo de alumnos a los que iba destinado el cuestionario) y *claridad* (fácilmente

comprensibles, con afirmaciones simples). Los ítems, en origen, proceden de las escalas que se citan en la tabla 4.30., cuya revisión de la literatura se hizo en el apartado 3.1.1 del capítulo anterior. Con los primeros borradores de pruebas se realizó un ensayo piloto con la muestra de alumnos del GIIAA, para asegurar la comprensión de las preguntas y calcular el tiempo adecuado para llevar a cabo la prueba. Los detalles sobre estas escalas y las dimensiones medidas por ellas se describen a continuación.

### Escala de ansiedad hacia las matemáticas

Para medir el nivel de ansiedad hacia las matemáticas se ha utilizado una escala con 15 ítems (numerados de 1 a 15 se muestran en la tabla 4.22), cuyo objetivo es medir el grado de desasosiego o miedo hacia las matemáticas así como las conductas de evitación asociadas con esta materia. Las preguntas originales están basadas en el trabajo de Richardson y Suinn (1972). Hacemos notar que, a diferencia de la mayoría de las escalas revisadas en la tabla 3.2 del capítulo anterior, en nuestra escala de ansiedad hacia las matemáticas ninguno de los ítems se refiere expresamente a exámenes o evaluaciones. Tras el análisis factorial, por el método de extracción de *Componentes Principales* (ACP) aplicado a los 498 casos de respuesta completa en los 15 ítems, se obtuvo que una solución con tres factores explicaría un 60.3%, con dos factores un 53.6% y con un sólo factor un 44.5 % de la varianza.

Tabla 4.22.

*Preguntas de la escala de ansiedad hacia las matemáticas*

- 
- A1\*.- Las matemáticas son un reto positivo para mí
  - A2.- La matemática es una de las disciplinas que más temo
  - A3\*.- Estoy calmado y tranquilo cuando me enfrento a un problema de matemáticas
  - A4\*.- Estudiar o trabajar con las matemáticas no me asusta en absoluto
  - A5.- Las matemáticas hacen que me sienta incómodo y nervioso
  - A6\*.- Las matemáticas pueden ser entretenidas
  - A7.- Me dan miedo las matemáticas.
  - A8.- Si por mí fuera, evitaría tener que enfrentarme a la resolución de problemas matemáticos
  - A9.- La palabra matemáticas me sugiere terror y pánico
  - A10.- Cuando estudio matemáticas estoy más tenso que cuando lo hago con otras disciplinas
  - A11\*.- Me siento cómodo resolviendo problemas de matemáticas
  - A12.- Toca clase de matemáticas ¡Qué horror!
  - A13.- Me siento generalmente inseguro cuando hago problemas de matemáticas
  - A14.- En matemáticas sufro con frecuencia “bloqueos mentales” (no sé por dónde tirar)
  - A15.- Las matemáticas son, para mí, un problema
- 

*\*Estos ítems están formulados en negativo por tanto su puntuación se invertirá para que, al sumar puntuaciones, mayor puntuación indique mayor nivel de ansiedad.*

Un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) posterior hizo que nos decantáramos por el modelo con un factor único con los resultados que presentamos en la tabla 4.23, en ella se presentan los resultados del ajuste al modelo unifactorial para la escala de

ansiedad hacia las matemáticas, realizado con AMOS 20, utilizando tres métodos distintos de estimación identificados por sus siglas en inglés (Arbuckle, 2011): Distribución libre asintóticamente (ADF), Mínimos cuadrados no ponderados (ULS) y Máxima verosimilitud (ML). Los dos primeros no requieren normalidad de las variables que intervienen pero el tercero sí que requiere dicha hipótesis. En la última fila de la tabla se añaden los criterios de referencia que suelen utilizarse para considerar bueno un ajuste (Ruiz, Pardo y San Martín, 2010, 43). Si nos fijamos en los resultados de la tabla 4.23, por el método de estimación ULS, se obtiene que nuestro modelo alcanza un ajuste aceptable, que además tiene todos los coeficientes y varianzas muy significativos ( $p < .01$ ), lo que proporciona evidencias de la validez de todos los ítems de la escala. Por otro lado, en cuanto a la fiabilidad, la escala obtuvo un alfa de Cronbach de .91, valor que asegura una alta fiabilidad.

Tabla 4.23.

*Evaluación de la escala de ansiedad hacia las matemáticas mediante AFC, factor único*

Método de estimación	Chi-cuadrado (gl) (p)	Chi-cuadrado/gl	RMSEA	RMR	NFI	PNFI	CFI	AGFI
ADF	249.48 (90) (p = 0.00)	2.77	.06	.17	.58	.50	.68	.82
<b>ULS</b>	<b>218.64 (90)</b>	-	-	<b>.06</b>	<b>.97</b>	<b>.83</b>	-	<b>.97</b>
ML	562.79 (90) (p = 0.00)	6.25	.10	-	.83	.71	.86	-
Criterios de referencia	Sensible al tamaño muestral	< 3	<.08	Prox. 0	>.95	Prox. 1	>.95	>.95

### **Escala de autoconcepto matemático**

Para medir el autoconcepto matemático se ha utilizado una escala con 13 ítems (numerados de 1 a 12 y 14 en la tabla 4.24), se comenzó con 15 pero dos de ellos se han eliminado en el análisis de fiabilidad por presentar la escala de 15 ítems un alfa de Cronbach de 0.88, que aumentó a 0.89 al eliminar los ítems B13 y B15. El objetivo de la escala es medir la percepción de eficacia y/o de competencia en matemáticas. Las preguntas originales están basadas en el trabajo de Pietsch, Walker y Chapman (2003).

Tabla 4.24.

*Preguntas de la escala de autoconcepto matemático*

B1.- Las matemáticas se me dan bastante bien
B2.- Tengo confianza en mí cuando me enfrento a un problema de matemáticas
B3*.- Me siento inseguro cuando hago problemas de matemáticas
B4*.- Cometo muchos errores en matemáticas
B5.- A menudo ayudo a mis compañeros en la resolución de los problemas de matemáticas
B6.- Me considero muy capaz y hábil en matemáticas
B7.- Cuando me esfuerzo en la resolución de un problema suelo dar con el resultado
B8*.- A pesar de que estudio, no comprendo las matemáticas
B9.- Yo pienso que mis profesores de matemáticas están contentos con mis notas
B10.- Es fácil resolver problemas de matemáticas
B11*.- No sirvo para las matemáticas
B12*.- Normalmente he tenido dificultad con las matemáticas
<b>B13.- Se me da bien calcular mentalmente</b>
B14.- Si hubiera un concurso de matemáticas en clase, yo estaría entre los mejores
<b>B15.- Si me lo propusiera creo que llegaría a dominar las matemáticas</b>

\*Estos ítems están formulados en negativo

Los ítems sombreados no forman parte de la escala definitiva.

Tras el análisis factorial, por el método de extracción de *Componentes Principales* (ACP) y posterior rotación por el método *Varimax con Kaiser* aplicado a los 481 casos de respuesta completa en los 13 ítems, se obtuvo una solución con dos factores que explica un 54.71% de la varianza. Los dos factores obtenidos en el ACP, confirmados por el AFC con los resultados que pueden observarse en la tabla 4.25, fueron: percepción de las **habilidades** matemáticas propias (ej.: *A menudo ayudo a mis compañeros en la resolución de los problemas de matemáticas*) y percepción de **ineficacia** ante las matemáticas (ej.: *A pesar de que estudio, no comprendo las matemáticas*).

Tabla 4.25.

*Evaluación de la escala de autoconcepto matemático mediante AFC, modelo bifactorial*

Método de estimación	Chi-cuadrado (gl) (p)	Chi-cuadrado/ gl	RMSEA	RMR	NFI	PNFI	CFI	AGFI
ADF	161.10 (64) (p = 0.00)	2.52	.06	.07	.67	.55	.77	.85
<b>ULS</b>	<b>54.93 (64)</b>	-	-	<b>.04</b>	<b>.99</b>	<b>.81</b>	-	<b>.99</b>
ML	226.61 (64) (p = 0.00)	3.54	.07	-	.91	.75	.94	-
Criterios de referencia	sensible al tamaño muestral	< 3	<.08	Prox. 0	>.95	Prox. 1	>.95	>.95

Los ítems de cada uno de los factores, junto con los coeficientes resultantes de la *Normalización Varimax con Kaiser*, se presentan en la tabla 4.26.

Tabla 4.26.

*Análisis Factorial de la escala de autoconcepto matemático*

	Coeficientes		Factores	
	1	2		
6. Me considero muy capaz y hábil en matemáticas	.809		<b>F1 Percepción de las habilidades matemáticas propias</b>	
14. Si hubiera un concurso de matemáticas en clase, yo estaría entre los mejores	.757			
1. Las matemáticas se me dan bastante bien	.741			
2. Tengo confianza en mí cuando me enfrento a un problema de matemáticas	.716			
9. Yo pienso que mis profesores de matemáticas están contentos con mis notas	.687			
5. A menudo ayudo a mis compañeros en la resolución de los problemas de matemáticas	.612			
10. Es fácil resolver problemas de Matemáticas	.608			
7. Cuando me esfuerzo en la resolución de un problema suelo dar con el resultado	.579			
8. A pesar de que estudio, no comprendo las matemáticas		.800		<b>F2 Percepción de Ineficacia ante las Matemáticas</b>
11. No sirvo para las matemáticas		.714		
3. Me siento inseguro cuando hago problemas de matemáticas		.711		
12. Normalmente he tenido dificultad con las matemáticas		.702		
4. Cometí muchos errores en matemáticas		.622		
Autovalores iniciales	5.583	1.530		
% Varianza explicada extracción	42.95	11.77		
% Varianza explicada acumulada extracción	42.95	54.71		

*Método de extracción: Análisis de componentes principales.*

*Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser. La rotación ha convergido en 3 iteraciones.*

### **Escala de actitudes hacia las matemáticas**

La escala de actitudes hacia las matemáticas trata de medir algunas de estas actitudes de los estudiantes. El origen de las 20 preguntas iniciales de esta escala (numerados de 1 a 20 en la tabla 4.27) está en los trabajos de Aiken (1974) y Fennema y Sherman (1976). La escala final tiene 19 ítems, puesto que se consideró conveniente eliminar el C18 después de obtener el índice alfa de Cronbach de la subescala correspondiente y de confirmarse la decisión con el AFC. Tras el análisis factorial, por el método de extracción ACP y posterior rotación por el método *Varimax con Kaiser* aplicado a los 475 casos de respuesta completa en los 19 ítems, se obtuvo una solución con tres subfactores que explica un 52.69% de la varianza. Los tres factores obtenidos en el ACP, confirmados por el AFC con los resultados que pueden observarse en la tabla 4.28, fueron: **utilidad** percibida (ej.: *Las matemáticas son útiles y necesarias en muchos ámbitos de la vida*), **rechazo** de las matemáticas (ej.: *Me alegraría no tener matemáticas el curso que viene*) y **gusto** por las matemáticas (ej.: *Puedo pasarme horas estudiando matemáticas y haciendo problemas; el tiempo se me pasa rapidísimo*). Los ítems definitivos de cada uno de los factores junto con los coeficientes resultantes de la *Normalización Varimax con Kaiser* se presentan en la tabla 4.29. En el AFC todos los coeficientes y varianzas resultaron significativos, lo que proporciona evidencias de la

validez de todos los ítems de la escala. En cuanto a la fiabilidad, la escala obtuvo un alfa de Cronbach de .90.

Tabla 4.27.

*Preguntas de la escala de actitudes hacia las matemáticas*

- C1.- Puedo pasarme horas estudiando matemáticas y haciendo problemas; el tiempo se me pasa rapidísimo  
 C2\*.- Las clases de matemáticas se me hacen eternas y muy pesadas  
 C3\*.- Si me preguntan por uno de mis sueños preferidos, uno de ellos sería que no existiesen las matemáticas  
 C4.- Hoy tengo examen de matemáticas. Voy a ello con ganas  
 C5.- Me gustan tanto las matemáticas que me suelo inventar y proponer nuevos problemas para resolverlos  
 C6.- El profesor de matemáticas ha pedido voluntarios para participar en un concurso de matemáticas. ¡Me apuntaré!  
 C7\*.- Me alegraría no tener matemáticas el curso que viene  
 C8\*.- Las únicas matemáticas que me interesan son las que entran en el examen  
 C9.- Me gustan las matemáticas  
 C10.- Las matemáticas son útiles y necesarias en muchos ámbitos de la vida  
 C11.- Las matemáticas no son tan difíciles como dicen, sólo hay que poner atención  
 C12\*.- En mi profesión no utilizaré las matemáticas  
 C13.- Considero las matemáticas como una materia muy necesaria para mi formación  
 C14.- Tener buenos conocimientos de matemáticas incrementará mis posibilidades de trabajo  
 C15.- Las matemáticas me ayudan a pensar y razonar  
 C16\*.- Los conceptos matemáticos no se aplican fuera de las aulas  
 C17.- Una cierta comprensión de las matemáticas es hoy en día esencial para cualquier ciudadano  
 C18.- No sé estudiar las matemáticas  
 C19\*.- Las matemáticas son un “rollo”  
 C20.- Soy un aficionado a las curiosidades matemáticas

\*Estos ítems están formulados en negativo

El ítem sombreado no forma parte de la escala definitiva.

Tabla 4.28.

*Evaluación de la escala de actitudes mediante AFC, modelo de segundo orden con tres factores*

Método de estimación	Chi-cuadrado (gl) (p)	Chi-cuadrado/ gl	RMSEA	RMR	NFI	PNFI	CFI	AGFI
ADF	481.22 (149) (p = 0.00)	3.23	.07	.09	.66	.57	.73	.86
<b>ULS</b>	<b>212.87 (149)</b>	-	-	<b>.05</b>	.97	<b>.85</b>	-	<b>.98</b>
ML	484.27 (149) (p = 0.00)	3.25	.07	-	.86	.75	.90	-
Criterios de referencia	sensible al tamaño muestral	< 3	<.08	Prox. 0	>.95	Prox. 1	>.95	>.95

Tabla 4.29.

*Análisis Factorial de la escala de actitudes hacia las matemáticas*

	Coeficientes			Factores
	1	2	3	
10. Las matemáticas son útiles y necesarias en muchos ámbitos de la vida	.713			<b>F1 Utilidad percibida de las Matemáticas</b>
14. Tener buenos conocimientos de matemáticas incrementará mis posibilidades de trabajo	.687			
17. Una cierta comprensión de las matemáticas es hoy en día esencial para cualquier ciudadano	.657			
13. Considero las matemáticas como una materia muy necesaria para mi formación	.654			
15. Las matemáticas me ayudan a pensar y razonar	.612			
11. Las matemáticas no son tan difíciles como dicen, sólo hay que poner atención.	.572			
12. En mi profesión no utilizaré las matemáticas	.519			
16. Los conceptos matemáticos no se aplican fuera de las aulas	.488			
7. Me alegraría no tener matemáticas el curso que viene		.750		<b>F2 Rechazo de las Matemáticas</b>
2. Las clases de matemáticas se me hacen eternas y muy pesadas		.737		
19. Las matemáticas son un “rollo”		.714		
3. Si me preguntan por uno de mis sueños preferidos, uno de ellos sería que no existiesen las matemáticas		.691		
8. Las únicas matemáticas que me interesan son las que entran en el examen		.603		
9. Me gustan las matemáticas		.546		
5. Me gustan tanto las matemáticas que me suelo inventar y proponer nuevos problemas para resolverlos			.765	<b>F3 Gusto por las Matemáticas</b>
6. El profesor de matemáticas ha pedido voluntarios para participar en un concurso de matemáticas. ¡Me apuntaré!			.716	
20. Soy un aficionado a las curiosidades matemáticas			.652	
4. Hoy tengo examen de matemáticas. Voy a ello con ganas			.632	
1. Puedo pasarme horas estudiando matemáticas y haciendo problemas; el tiempo se me pasa rapidísimo			.478	
Autovalores iniciales	7.000	1.631	1.381	
% Varianza explicada extracción	36.84	8.58	7.27	
% Varianza explicada acumulada extracción	36.84	45.43	52.69	

*Método de extracción: Análisis de componentes principales.*

*Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser. La rotación ha convergido en 6 iteraciones.*

En la tabla 4.30, a modo de resumen, se presenta la fiabilidad de las escalas y subescalas utilizadas y el número de preguntas que componen cada una, la fiabilidad es aceptable en las subescalas con valores más bajos (Gusto e Ineficacia) y buena o excelente en el resto de las escalas. Palacios, Arias y Arias (2014) validan un instrumento para medir las Actitudes hacia las Matemáticas, compuesto de cuatro subescalas: *Incompetencia*, *Gusto*, *Utilidad* y *Autoconcepto*, y de 32 ítems, el 50% de ellos son comunes con los nuestros. Otras publicaciones recientes con preguntas iguales a las utilizadas en esta investigación son Higalgo, Maroto, Ortega y Palacios (2013); Palacios, Hidalgo, Maroto y Ortega (2013); y Maroto (2015). Estos trabajos reafirman la fiabilidad de escalas similares a las nuestras en distinto contexto.

Tabla 4.30.  
Instrumentos de toma de datos para el dominio afectivo matemático

Nombre y Alfa de Cronbach	Subescalas	Nº preguntas	Alfa de Cronbach	Origen
Escala del Nivel de Ansiedad hacia las Matemáticas (Escala A) $\alpha=.91$		15	.91	Richardson y Suinn (1972)
Escala de Autoconcepto Matemático (Escala B) $\alpha=.89$	Subescala de percepción de las Habilidades Matemáticas propias ( <b>Habilidades</b> )	8	.87	Pietsch, Walker y Chapman (2003)
	Subescala de percepción de Ineficacia ante las Matemáticas ( <b>Ineficacia</b> )	5	.79	
Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (Escala C) $\alpha=.90$	Subescala de Percepción de Utilidad de las Matemáticas ( <b>Utilidad</b> )	8	.83	Aiken (1974); Fennema y Sherman (1976)
	Subescala de Rechazo de las Matemáticas ( <b>Rechazo</b> )	6	.86	
	Subescala de Gusto por las Matemáticas ( <b>Gusto</b> )	5	.73	

## 4.5. Procedimiento de recogida de datos

A comienzos del curso académico 2010/11 se envió un correo a los coordinadores de los doce GEST, explicando el objetivo de nuestra investigación y pidiendo su colaboración para administrar los cuestionarios a los estudiantes de primero y segundo curso. Concretamente se les pedía una hora de clase para cada uno de los cursos, salvo en Andalucía, Extremadura y Comunidad Valenciana que, puesto que todavía no había comenzado el GEST en segundo curso, en estas comunidades se les pedía una hora de clase de segundo curso de las correspondientes Diplomaturas en Estadística y la de primer curso del correspondiente GEST. De este modo se concertaron las horas y días en las que se administraron los cuestionarios por parte de la autora de este trabajo, del coordinador del GEST o de algún profesor de la universidad correspondiente, después de que éstos, en su caso, fueron informados por escrito de las instrucciones precisas para administrar el cuestionario.

En el curso 2011/12, profesores de primero y segundo de los GEST UCMF y UMH, que quisieron colaborar, administraron los cuestionarios a los estudiantes siguiendo las mismas instrucciones escritas que se utilizaron el curso anterior. Por otra parte, se ofreció a los coordinadores del resto de los GEST aumentar la muestra de primer curso, como resultado los GEST UVA y UCME administraron de nuevo los cuestionarios a los estudiantes de primero, a comienzos del curso 2010/11, en horario de clase.

En cuanto a la *muestra de referencia*, los cuestionarios se administraron a la vez que los de la muestra GEST en el caso de los estudiantes de la UCM, tanto de primero como de segundo curso; recordamos que estos alumnos cursaban alguno de los Grados en Matemáticas, UCMI o UCMM, y asistían con los alumnos del GEST UCMF a las clases en las que se administró el cuestionario. También los alumnos de la UAB que cursaban la doble titulación UABM asistían a clase con los alumnos de segundo del GEST UABV cuando se administró el cuestionario. En cuanto a los alumnos del Grado en Matemáticas de la UVA, se les administró el cuestionario en una de sus clases, a principios del curso 2011/12, por una de sus profesoras.

En todos los casos citados se contó con el permiso expreso de los participantes y se siguieron las mismas instrucciones, que fueron entregadas anteriormente por escrito a los responsables de la administración de los cuestionarios. Se comenzó proporcionando a los estudiantes una explicación del tema de la investigación, después se les informó del carácter voluntario, individual y anónimo del cuestionario, agradeciendo de antemano su colaboración y contestando a cuantas dudas les surgieron al respecto. Una vez entregado el cuestionario, se informó a los estudiantes de que no podían usar calculadora y de que disponían de un máximo de 30 minutos para la primera parte, que contenía las seis preguntas CM. Cuando terminaban esta parte debían anotar el tiempo empleado en ella en el lugar indicado y continuar con las preguntas académico-demográficas y la parte de las escalas. Para esta segunda parte no se puso límite de tiempo. A los profesores colaboradores que administraron los cuestionarios, en 2011/12, a los estudiantes de primer curso de los GEST UCME y UVA, y de segundo de los tres Grados de la Facultad de Ciencias Matemáticas de la UCM se les pidió que avisaran a los estudiantes para que si habían colaborado el curso anterior no volvieran a hacerlo, ante la posibilidad de que un mismo estudiante pudiera estar presente, los dos cursos académicos en los que se realizó la encuesta, en el aula de primero donde se administró el cuestionario, o análogamente en el aula de segundo.

#### **4.6. Variables y codificaciones**

Los datos proporcionados por el cuestionario que respondieron los estudiantes de la muestra se recogieron en las variables que citamos a continuación.

- *Sexo ó Género* (2 categorías).

- *Curso* (2 categorías). Se refiere al curso correspondiente al aula o asignatura en la que se administró el cuestionario a los estudiantes que se encontraban presentes, primero o segundo.
- *Curso académico* en el que se administró el cuestionario (2 categorías).
- *Estudios cursados en la actualidad* (22 categorías: 12 para los GEST, 6 para Diplomado en Estadística distinguiendo Universidad, 3 para Grados en Matemáticas, 1 para UABM). Ver tabla 4.17.
- *Procedencia* (4 categorías: *Bachillerato y PAU, Ciclos Formativos de grado Superior, Titulado Universitario, Otros*).
- *AMB, Asignatura de Matemáticas cursada en Bachillerato* (2 categorías: *Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales, MCCSS; Matemáticas, Mat*).
- *Nuevo Ingreso* (2 categorías). Se refiere a si el **estudiante de primer curso** es de nuevo ingreso o no en la universidad.
- *Repite* (2 categorías). Se recoge sólo en los **cuestionarios del curso 2011/12 para alumnos de primero** y trata de identificar a los estudiantes que no es la primera vez que se matriculan en el Grado que cursan en 2011/12.
- *Variables CM*. Seis variables que contienen los códigos de puntuación de las preguntas CM asignados a cada estudiante después de la corrección de la primera parte del cuestionario (criterios de calificación anexo III). En cada código el primero de los dígitos indica la puntuación y el segundo, cuando procede, un patrón de respuesta que puede corresponder a un error u estrategia que se repite en las respuestas.
- *Variables A1 a A15, B1 a B15 y C1 a C20*. Contienen la respuesta a cada uno de los ítems de la segunda parte del cuestionario (escalas de ansiedad, autoconcepto y actitudes). Toman valores enteros de 0 a 4, correspondientes a “desacuerdo total” y “acuerdo total”, respectivamente.
- *Tiempo*. Toma valores de 0 a 30 minutos, es el tiempo anotado por el alumno al terminar la primera parte del cuestionario.
- *Por qué*. Se utilizan tres variables para recoger las respuestas a la pregunta abierta del cuestionario *¿Por qué te has matriculado en el Grado que estás cursando en la actualidad?*, en ellas se han recogido a lo más tres razones por alumno con 26 posibles categorías.

- *Asociación verbal con la palabra “matemáticas”*. Se utilizan tres variables para recoger las respuestas a la pregunta abierta del cuestionario *Con qué asocias la palabra “matemáticas”*, en ellas se han recogido a lo más tres asociaciones por alumno con treinta y cuatro posibles categorías, incluyendo una categoría de *otras*. Con estas treinta y tres categorías e incorporando la mayoría de las asociaciones de la categoría de *otras*, que también se habían recogido, se hizo una segunda clasificación en once categorías.

A partir de estas variables hemos definido otras nuevas que detallamos a continuación.

- *Perfil de los estudios cursados en la actualidad* (3 categorías: Empresa, General y Referencia). Según los acrónimos de la tabla 4.17, en la categoría de **Empresa** incluimos los GEST de JAEN, UC3M y UMH; en la categoría de **General** el resto de los GEST, salvo UCMF y UNEX, además incluimos en esta categoría los estudios de Diplomado en Estadística; y en la categoría de **Referencia** los GEST UCMF y UNEX, los Grados en matemáticas UCMI, UCMM y UVAM y el doble título UABM. Las razones que justifican esta clasificación ya las hemos apuntado en los epígrafes anteriores 2.1.1 y 4.3.2. Únicamente resta añadir que la consideración de los GEST de perfil matemático como *estudios de perfil Referencia*, que utilizaremos para el análisis inferencial de los datos, es debida a su escasa representación en la muestra.
- *CursoNILP* (4 categorías: Nuevo Ingreso LP, Nuevo Ingreso no LP, Primer curso no NI y Segundo curso). Esta variable se construye a partir de las variables *Curso*, *Nuevo Ingreso* y *Porqué* y nos da información sobre la situación académica del estudiante.
- *Comunidad Autónoma en la que el estudiante cursa sus estudios actuales* (4 categorías: Andalucía, Cataluña, Madrid y Resto). La categoría de Resto agrupa a las comunidades con menos alumnos matriculados en los GEST: Castilla y León, Extremadura y C. Valenciana, entre las tres aportaron algo menos del 10% de los alumnos de nuevo ingreso en el curso 2010/11 y el 10% en el curso 2011/12.
- *Conocimiento Matemático*. Esta variable trata de medir el nivel de conocimientos y habilidades matemáticas del alumno sumando el primero de los dígitos de las seis variables CM y dividiendo esta suma entre tres, de modo que esta variable

toma valores entre 0 y 4 que son un tercio de la suma del primero de los dígitos de las variables de CM (que da como resultado un valor entero de 0 a 12).

- *Número de preguntas CM no contestadas.* Se construye a partir del segundo dígito de las *Variables CM*.
- *Variables correspondientes a ítems enunciados en sentido opuesto.* Contienen la respuesta opuesta a cada uno de los ítems de la segunda parte del cuestionario marcados con \* en las tablas 4.22, 4.24 y 4.27 por estar formulados en el sentido opuesto al que se utilizará en la escala correspondiente (p.e.  $A1^* = 4 - A1$ ).
- *Variables Ansiedad, Autoconcepto y Actitud.* Cada una de ellas se ha obtenido calculando la puntuación media de cada estudiante en la escala correspondiente, es decir, calculando el promedio de las variables que contienen la respuesta a cada uno de los ítems de la escala o la variable opuesta, en su caso. De modo que estas variables toman valores entre 0 y 4, indicando éste último valor el máximo nivel de ansiedad hacia las matemáticas, el mejor autoconcepto matemático y la actitud más positiva hacia las matemáticas.
- *Variables Habilidad, Ineficacia, Utilidad, Rechazo y Gusto.* Cada una de ellas se ha obtenido calculando la puntuación media de cada estudiante en la subescala correspondiente, del mismo modo que las variables del punto anterior y para que el 4 indique en cada caso percepción de máxima habilidad o ineficacia ante las matemáticas, percepción de máxima utilidad de las matemáticas, máximo rechazo a ellas o máximo gusto.
- *Variables transformadas de Conocimiento, Ansiedad, Actitud, Habilidad, Ineficacia, Utilidad, Rechazo y Gusto para conseguir que sus distribuciones se aproximen a la Normal.* Las familias de transformaciones que se han utilizado para corregir desviaciones de la simetría y de la curtosis son la de potencia de Box y Cox y la transformación módulo de John y Draper, respectivamente (Srivastava, 2002, 65-66). En el apartado 5.3. se dan más detalles sobre las transformaciones empleadas. Estas variables normalizadas son las que se utilizan en el análisis de datos.
- *Signo de las asociaciones verbales con la palabra “matemáticas”* (4 categorías: Neutro, Positivo, Negativo y Ambivalente). A partir de la ó las asociaciones recogidas en las tres variables citadas anteriormente se asigna a cada estudiante el signo más adecuado.

Algunas de las variables citadas anteriormente juegan un papel secundario en el análisis de datos o se usan para definir a partir de ellas otras que juegan un papel principal. Para distinguir las variables principales con mayor claridad hemos adjuntado la figura 4.1 y para facilitar la comprensión de las variables construidas a partir de otras a continuación presentamos las figuras 4.2 y 4.3.

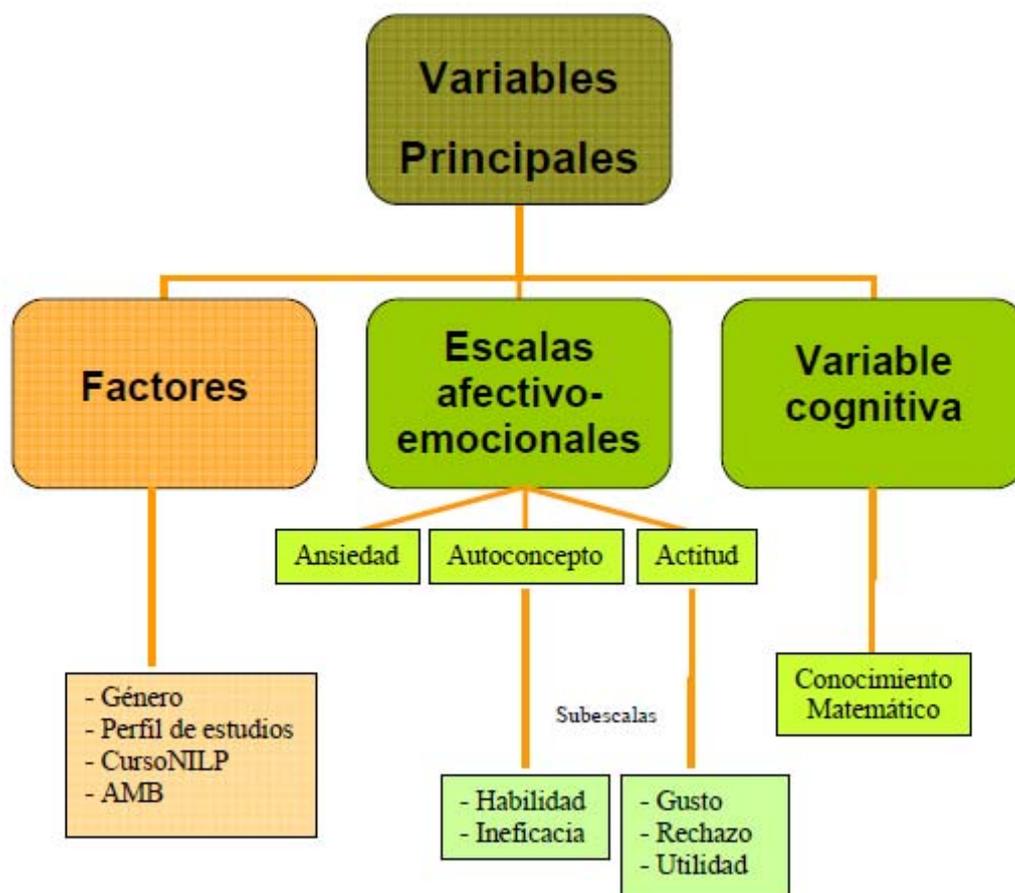


Figura 4.1.  
*Esquema de variables principales utilizadas en el análisis de datos*

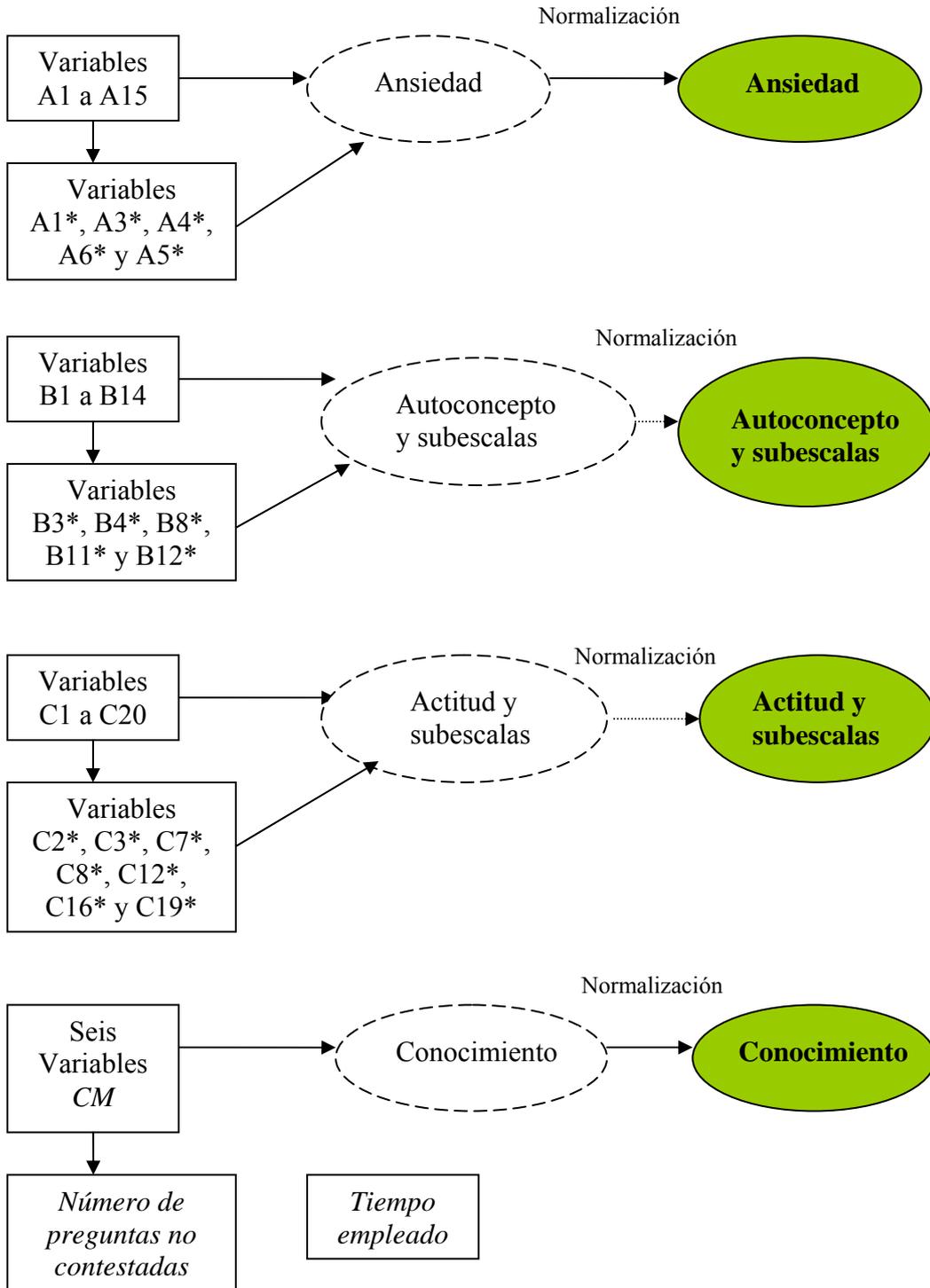


Figura 4.2. Esquema de construcción de las variables afectivo-emocionales y la variable cognitiva

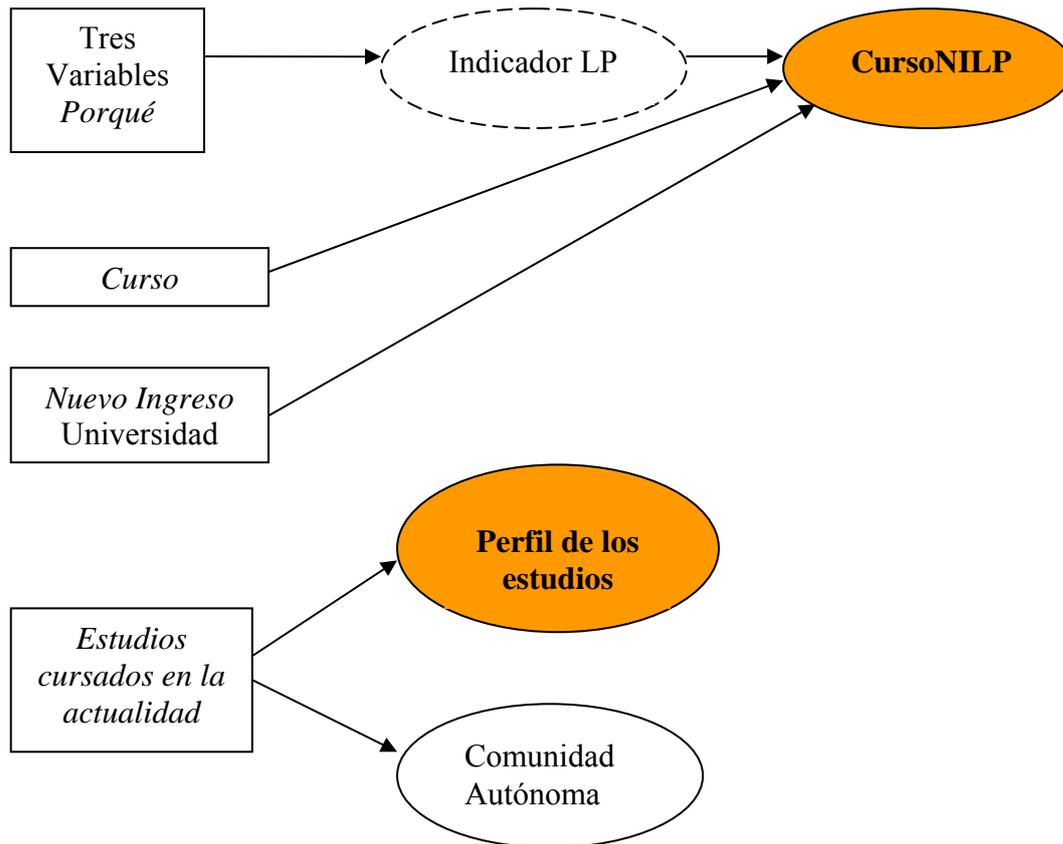


Figura 4.3.  
*Esquema de construcción de los factores CursoNILP y Perfil de los estudios actuales*

## 4.7. Análisis de datos

Los resultados de los cuestionarios se han analizado mediante el paquete estadístico IBM SPSS Statistics v.20 y, en concreto, para el análisis factorial confirmatorio se utilizó la aplicación AMOS del citado paquete (Arbuckle, 2011).

En el análisis de los datos hemos dado mayor énfasis a las técnicas descriptivas que a las inferenciales, aunque también se han utilizado. Además de tablas resumen con los estadísticos descriptivos adecuados en cada caso, y los gráficos correspondientes, se han hecho los correspondientes análisis de la varianza, mediante ANOVAS, después de transformar convenientemente las variables para su normalización. En algún caso, cuando el reducido tamaño muestral y la falta de normalidad lo aconsejaban, se han utilizado contrastes no paramétricos para comparar alguna característica. Con ello hemos pretendido establecer diferencias entre los distintos grupos que componen la población y relacionar las variables de interés. También se ha realizado un análisis cluster o de conglomerados para buscar perfiles de estudiantes.

# Capítulo 5

## Análisis de datos

En este capítulo, en primer lugar presentamos las características generales del conjunto de participantes, tanto de la muestra GEST/Diplo. como de la muestra de referencia, distinguiendo las muestras de cada uno de los dos cursos. Además, dentro de las características generales, incluimos el motivo por el que los estudiantes han decidido cursar sus estudios universitarios, así podremos tener en cuenta como factores para estudiar el perfil matemático, por ejemplo, a los estudiantes que apuntan la limitación de plazas en otras carreras como motivo para estudiar su grado o al menos lo señalan como uno de los motivos. También será interesante comprobar hasta qué punto, los estudiantes que señalan el gusto por las matemáticas como razón para matricularse del grado destacan en la escala correspondiente.

En segundo lugar, estudiamos el perfil afectivo matemático de los estudiantes de los grados en estadística, comparándole con el de los estudiantes de la muestra de referencia, lo hacemos fundamentalmente a partir de las escalas construidas como se indica en el capítulo anterior, salvo que incluimos además el estudio de creencias a través de asociaciones verbales con la palabra “*Matemáticas*”.

En tercer lugar, analizamos las destrezas matemáticas de los estudiantes a partir de los resultados de la prueba de conocimiento formada por preguntas liberadas de PISA 2003.

En cuarto lugar, estudiamos las correlaciones entre todas las variables que acabamos de analizar, tanto del perfil afectivo como del cognitivo.

Para terminar, analizamos la influencia que tienen factores como la asignatura de matemáticas cursada en Bachillerato, el curso, la limitación de plazas en la entrada a la universidad, el perfil formativo ó el género en las variables construidas para analizar el

dominio afectivo y cognitivo matemático de los estudiantes, es decir, su perfil matemático. Para completar este estudio de influencias de factores, efectuamos un análisis cluster o de conglomerados que nos permite identificar los perfiles matemáticos en los estudiantes de grados en estadística, que después caracterizamos en función de los factores.

## **5.1. Características generales de la muestra**

Como ya apuntábamos en el tema anterior la muestra está compuesta por 545 estudiantes (358 de primero y 187 de segundo). El 66% de alumnos de la muestra asistía a clases de primero de un grado en Estadística o en Matemáticas en el curso 2010/11 o en el 2011/12; el 26% asistía a clases de segundo curso de uno de estos grados, alguno de los cursos académicos citados; y el 8% restante asistía a clases de segundo de la Diplomatura en Estadística en universidades donde se impartían estos estudios en el curso 2010/11, por última vez en segundo. En cuanto al género, el 51% de los 526 estudiantes que respondieron a la correspondiente pregunta del cuestionario eran hombres (sin muestra de referencia: 49% hombres de 375 respuestas). De los 527 que respondieron a la pregunta sobre procedencia, 84% marcaron Bachillerato, 6% Titulado Universitario y 5% Ciclo Formativo de Grado Superior. El 62% (361) manifestó estudiar la asignatura *Matemáticas* en Bachillerato y el otro 38% (147) *MCCSS*, este último porcentaje sube a 52% (181 de 361 respuestas) si no incluimos la muestra de referencia.

Estos estudiantes se reparten según el perfil de los estudios, universidad y curso como se muestra en la tabla 5.1 y, con menos detalle, en la tabla 5.2 se indican los tamaños muestrales por la variable *perfil* que utilizaremos en nuestros análisis (explicada en el epígrafe 4.6), comunidad autónoma y curso.

Tabla 5.1.  
Número de alumnos en la muestra por perfil, universidad y curso

Perfil	Universidad/es	1º curso	2º curso	
			GEST	Diplo. Perfil General
GEST Empresa	Jaén	43	-	3
	Carlos III	23	15	-
	Miguel Hernández de Elche	5	6	9
GEST General	Autónoma de Barcelona/ Vic	8	8	7
	Complutense de Madrid	96	14	-
	Granada	46	-	9
	Barcelona/ Politécnica de Cataluña	25	9	-
	Sevilla	14	-	7
	Salamanca	9	6	-
	Valladolid	15	5	-
GEST Mat.	Complutense Madrid	8	*	-
	Extremadura	3	-	9
Referencia	Autónoma de Barcelona	-	-	6
	Complutense Madrid	39	-	74
	Valladolid	24	-	-

\* Los alumnos de 2º curso del Grado en Matemáticas y Estadística de la UCM se incluyen con la muestra de Referencia

Tabla 5.2.  
Número de alumnos en la muestra por perfil, C. A. y curso

Perfil	Comunidad Autónoma	1º	2º
GEST Empresa	Andalucía	43	-
	Madrid	23	15
	Resto	5	6
GEST General	Andalucía	60	19
	Cataluña	33	24
	+ Madrid	96	14
Diplo.	Resto	24	29
	Referencia	Cataluña	-
GEST Mat.	+ Madrid	47	74
	Resto	27	-

El resto de características nos parece más interesante comentarlas separando la muestra por curso y separando los GEST de Referencia. Lo cual haremos a continuación.

### 5.1.1. Características de la muestra de primer curso.

La muestra de primero está compuesta por 295 estudiantes de los 12 grados en Estadística que se imparten actualmente en España y 63 estudiantes de grados en Matemáticas que forman parte de la muestra de referencia. Si bien cuando hagamos análisis inferenciales, por coherencia con la muestra de segundo y tratando de evitar

tamaños muestrales excesivamente pequeños, los 11 estudiantes de la muestra GEST de perfil matemáticas se añadirán a la muestra de referencia, con un total de 74 estudiantes de primer curso en ésta última.

En este apartado consideramos la **muestra GEST de primer curso** completa, compuesta por 71 estudiantes de perfil empresa (24%), 213 de general (72%) y 11 de perfil matemático (4%). En esta muestra GEST de primer curso, según la respuesta de 282 estudiantes a la pregunta de género, el 55% son hombres y el 45% mujeres y entre los 282 alumnos que han contestado a la pregunta sobre sus estudios anteriores, el 79% manifiesta haber cursado Bachillerato, el 6% Ciclos Formativos de Grado Superior y el 8% son ya titulados universitarios, el 7% restante marca otra procedencia.

Teniendo en cuenta las variables *Procedencia*, *Nuevo Ingreso* y *Repite*, así como su distribución de frecuencias conjunta, podemos decir que en torno a un 75% de la muestra GEST son alumnos de nuevo ingreso en la universidad, un 8% tienen ya una titulación universitaria, aproximadamente un 5% ha cursado ya asignaturas del grado el curso anterior y el 12% restante provienen de la Diplomatura de Estadística ó de otras titulaciones que no han concluido. Esta información la hemos obtenido a partir del siguiente resumen de los datos:

- ✓ De los 76 alumnos encuestados el curso 2011/12 de los que tenemos información completa sabemos que 62 (82 %) son de nuevo ingreso en la universidad, 4 (5%) habían cursado asignaturas del grado el curso académico anterior, 1 de ellos era titulado universitario, otros 4 más eran titulados universitarios en el momento de pasar las pruebas (7%) y 6 (8%) eran alumnos de nuevo ingreso en el grado, pero no en la universidad (cambio de titulación, incluidos cambios de la Diplomatura en Estadística al Grado).
- ✓ De los 185 alumnos encuestados el curso 2010/11 con valores en *Procedencia* y *Nuevo Ingreso* sabemos que 133 (72%) son de nuevo ingreso en la universidad y 17 (9%) son titulados universitarios. Además, hemos tenido en cuenta que de los 211 alumnos a los que se les pasaron las pruebas el curso 2010/11, 114 (54%) eran de grados que comenzaron su andadura dicho curso, por lo que todos ellos eran de nuevo ingreso en el grado.

Entre las mujeres es significativamente superior que entre los hombres el porcentaje de estudiantes de nuevo ingreso en la universidad: 81% en mujeres (94 de 116 respuestas) y 69% en hombres (100 de 145 respuestas).

Entre los 282 estudiantes que han contestado a la cuestión sobre la asignatura de matemáticas cursada en Bachillerato, el 54% manifiestan cursar *MCCSS* y el 46% restante *Matemáticas*. Entre las mujeres, el porcentaje que ha cursado *MCCSS* es del 64%, también significativamente superior al mismo porcentaje en hombres, 46%.

Las tablas siguientes muestran las distribuciones de frecuencias conjuntas del perfil del Grado según la asignatura de matemáticas cursada en Bachillerato (tabla 5.3) y según el género (tabla 5.4), incluyendo los alumnos de la muestra de referencia.

Tabla 5.3.  
*Frec. y porcentajes de AMB en cada perfil*

		MCCSS	Mat	Total
<i>Perfil</i>	Empresa	44	14	58
		76%	24%	
	Matemáticas	2	8	10
		20%	80%	
	General	100	101	201
		50%	50%	
	Referencia	5	55	60
		8%	92%	
Total		151	178	329
		46%	54%	100%

Tabla 5.4.  
*Frecuencias y porcentajes de género en cada perfil*

		Hombre	Mujer	Total
<i>Perfil</i>	Empresa	27	34	61
		44%	56%	
	Matemáticas	5	6	11
		46%	54%	
	General	123	87	210
		59%	41%	
	Referencia	41	21	62
		66%	34%	
Total		196	148	344
		57%	43%	100%

En ellas observamos diferencias significativas por perfil respecto a la asignatura de matemáticas cursada en Bachillerato puesto que el 76% de los alumnos de Empresa han cursado *MCCSS*, porcentaje significativamente por encima del 46% total ó incluso del 54% en la muestra GEST y por el contrario este porcentaje baja significativamente en los alumnos de la muestra de referencia hasta un 8%. También observamos que en los Grados de perfil Empresa hay un 56% de mujeres, porcentaje significativamente alto en comparación con el resto de perfiles.

Finalmente resumimos las características de la **muestra de referencia de primero**, algunas ya las hemos observado anteriormente al hacer las comparaciones oportunas en la descripción de la muestra GEST. Los 63 estudiantes del Grado en Matemáticas de esta muestra podemos decir que son mayoritariamente de género masculino (66% de 62 respuestas); 55 proceden de Bachillerato (90% de 61 respuestas), habiendo cursado 51 la asignatura *Matemáticas* y 4 la asignatura *MCCSS*; 2 alumnos han estudiado un Ciclo Formativo Superior; y 48 son de nuevo ingreso en la universidad (79% de 61 respuestas). Además, se advierte la ausencia de titulados universitarios entre

ellos y la presencia de cuatro alumnos que manifiestan haber cursado ya asignaturas del grado el curso académico anterior. Todos estudian su grado en Madrid o Valladolid y, por tanto, sólo hay representación de dos comunidades autónomas, a diferencia de la muestra GEST en la que están representadas todas las comunidades en las que se imparten los grados de interés.

### **5.1.2. Características de la muestra de segundo curso.**

La muestra de segundo está compuesta por 187 estudiantes, de los cuales 63 asistían a clases de segundo curso de alguno de los GEST de perfil empresa ó general cuando se tomó la muestra, 44 asistían a clases de segundo de la Diplomatura en Estadística en universidades donde se impartían estos estudios en el curso 2010/11 por última vez en este nivel, 74 eran estudiantes de alguno de los tres grados en matemáticas que pueden cursarse en la UCM y 6 estudiaban en la UAB para obtener el doble título Licenciado en Matemáticas y Diplomado en Estadística. Como puede verse en las tablas 4.14 y 5.1, los GEST de Andalucía y Extremadura no están representados en la muestra de segundo. Además, el perfil matemático del GEST no se distinguirá de la muestra de referencia debido a su escasa representación. Atendiendo al perfil de los estudios, considerando los estudios de diplomado de perfil general, la muestra de segundo está formada de la siguiente manera: 11% empresa (21), 46% general (86) y 43% referencia (80). Atendiendo al género, el 59% son mujeres (182 respuestas), repartiéndose de modo desigual por perfil como se observa en la tabla 5.6. En cuanto a la procedencia, el 89% declaró que procedía de Bachillerato (163 de 184 respuestas), 5 marcaron Ciclos Formativos de Grado Superior (ninguno en la muestra de referencia) y 8 titulados universitarios (3 de ellos eran de la muestra de referencia).

Tabla 5.5.  
Frec. y porcentajes de AMB en cada perfil

		MCCSS	Mat	
Perfil	Empresa	11 52%	10 48%	21
	General	32 40%	49 60%	81
	Referencia	1 1%	76 99%	77
Total		44 25%	135 75%	179 100%

Tabla 5.6.  
Frecuencias y porcentajes de género en cada perfil

		Hombre	Mujer	
Perfil	Empresa	8 38%	13 62%	21
	General	27 32%	56 68%	83
	Referencia	39 50%	39 50%	78
Total		74 41%	108 59%	182 100%

La tabla 5.5 nos informa de cómo se distribuye la asignatura de matemáticas cursada en Bachillerato según el perfil de los estudios universitarios para la muestra de segundo; como era de esperar, destaca el alto porcentaje de estudiantes de la muestra de referencia que ha estudiado la asignatura *Matemáticas* en Bachillerato, 99%, muy superior al 58% del resto de la muestra, siendo el más bajo el de empresa con un 48%. Fijándonos sólo en las alumnas de la muestra de segundo sin referencia (muestra GEST/Diplomatura), el porcentaje que ha cursado *Matemáticas* es del 65%, mientras el porcentaje en los alumnos es del 44% (porcentajes basados en 99 respuestas: 34 hombres y 65 mujeres).

### 5.1.3. Comparación por curso de las características.

Resumimos, estableciendo comparaciones por curso, las principales características de las muestras, centrándonos en aquellas que creemos pueden influir más en las comparaciones que haremos, en los próximos apartados, de las variables relacionadas con el dominio afectivo matemático y el conocimiento matemático.

Comenzamos comparando por curso las distribuciones muestrales según *perfil* y *comunidad autónoma*. Recordamos que en Cataluña no hay GEST de perfil empresa, sin embargo, sí lo hay en Andalucía, aunque en la muestra de segundo no esté representado, como se observa en la tabla 5.7 El perfil general es el único que tiene representación de las cuatro categorías establecidas para las comunidades autónomas, aunque su distribución por curso no es muy similar como se muestra en la segunda columna de porcentajes de la tabla 5.7 La muestra de referencia se centra, en ambos cursos, en la Comunidad de Madrid y en ninguno de ellos hay representación de Andalucía.

Tabla 5.7.  
Muestra por curso, comunidad autónoma y perfil

Curso		Perfil					
		Empresa		General		Referencia	
1	Andalucía	43	61%	60	28%	-	-
	Cataluña	X		33	15%	-	-
	Madrid	23	32%	96	45%	47	64%
	Resto	5	7%	24	11%	27	36%
	Total	71		213		74	
2	Andalucía	-		19	22%	-	-
	Cataluña	X		24	28%	6	8%
	Madrid	15	71%	14	16%	74	92%
	Resto	6	29%	29	34%	-	-
	Total	21		86		80	

A continuación comparamos por curso y sin referencia las distribuciones muestrales de *perfil* cruzado con *AMB* (tabla 5.8) y no observamos grandes diferencias en los porcentajes. Además, la tabla 5.9 muestra la comparación del porcentaje de mujeres por curso en cada perfil, en ella se observan diferencias significativas de género por curso en el perfil general, con un porcentaje del 67% de mujeres en segundo frente al 41% en primero.

Tabla 5.8.  
Muestra por curso, perfil y AMB (sin referencia)

Curso	Perfil*AMB				Total
	Empresa CCSS	Empresa Mat.	General CCSS	General Mat.	
1°	41 <b>16%</b>	14 <b>6%</b>	98 <b>39%</b>	100 <b>40%</b>	253 100%
2°	11 <b>11%</b>	10 <b>10%</b>	31 <b>31%</b>	47 <b>47%</b>	99 100%

Tabla 5.9.  
Porcentaje de mujeres y número de respuestas al género en cada perfil, por curso

Curso	Perfil					
	Empresa		General		Referencia	
	% mujeres	nº resp. género	% mujeres	nº resp. género	% mujeres	nº resp. género
1°	<b>56%</b>	61	<b>41%</b>	210	<b>37%</b>	73
2°	<b>62%</b>	21	<b>67%</b>	83	<b>50%</b>	78

#### 5.1.4 Razones por las que se han matriculado en su carrera los estudiantes de la muestra

A continuación describiremos las razones que han argumentado los alumnos de nuestra muestra para matricularse de la carrera que cursaban en el momento de contestar

al cuestionario, nos centraremos en la muestra GEST/Diplomatura y utilizaremos la muestra de referencia para estudiar posibles diferencias y semejanzas en cuanto a las razones relacionadas con las matemáticas que los estudiantes han dado, y en cuanto a razones como la limitación de plazas en otras carreras o las salidas laborales. Para ello hemos creído conveniente separar la muestra por curso.

Comenzando con la **muestra GEST de primer curso** describimos las razones que apuntaron estos alumnos para estudiar el grado que cursaban. En primer lugar tendremos en cuenta que 177 estudiantes dieron sólo una razón, 63 dieron dos y 17 dieron tres ó más razones, los 38 restantes no dieron ninguna razón. En la tabla 5.10 se muestran estas razones por orden descendente de frecuencia junto con el porcentaje de estudiantes que apuntó como razón cada una de ellas (% respecto a los 257 individuos que apuntaron alguna razón).

Tabla 5.10.

*Razones por las que estudian su grado los alumnos de GEST de la muestra de primero*

	Frecuencia	
	f	%
Limitación de plazas en otras titulaciones	74 <sup>(1)</sup>	29
Me gustan las matemáticas/los números	58 <sup>(2)</sup>	23
Salidas laborales	52 <sup>(3)</sup>	20
Me gusta la estadística/me interesa	49 <sup>(4)</sup>	19
Plan de estudios/asignaturas	13	5
Complemento titulados	10	4
Casualidad/Curiosidad	9	3
Aplicación al mundo real	9	3
Estadística Ciencia en auge	9	3
Interés por la economía y/o la empresa	8	3
Me gustaba la parte de estadística (/optativa) Bachillerato	6	2
Empecé matemáticas y cambié	5	2
No atreverse con matemáticas	5	2
Ciencias mejor que letras	4	2
Mezcla matemáticas e informática	4	2
Recomendación de un profesor	4	2
Matemáticas aplicadas, menos abstractas	4	2
Descarte	3	1
Empecé otra carrera y cambié	2	1
Su estudio no requiere demasiado esfuerzo	2	1
Reto	2	1
Se me dan bien las matemáticas	2	1
Otras	20	8

<sup>(1)</sup> 61 estudiantes la han apuntado como única razón

<sup>(2)</sup> 25 estudiantes la han apuntado como única razón

<sup>(3)</sup> 18 estudiantes la han apuntado como única razón

<sup>(4)</sup> 24 estudiantes la han apuntado como única razón

Destacamos que el 29% apunta *la limitación de plazas en otras titulaciones* como razón para matricularse del GEST y además el 24% sólo apunta esta razón, también destacamos que el 23% apunta como razón que *le gustan las matemáticas/los números*. Otros estudiantes apuntan razones relacionadas con las matemáticas: cinco manifiestan haber empezado la carrera de Matemáticas, otros cinco no atreverse a

empezarla, cuatro valoran la mezcla de matemáticas e informática en el plan de estudios, otros cuatro valoran que las matemáticas del GEST sean más aplicadas y dos apuntan que se les dan bien las matemáticas como razón.

Considerando estas razones por perfil nos damos cuenta de posibles diferencias entre perfiles. En las tablas 5.11, 5.12, 5.13 y 5.14 se muestran los motivos más frecuentes por los que estudian su grado los alumnos de primer curso de grados en Estadística y Empresa, GEST de perfil general, GEST de perfil matemático y muestra de referencia, respectivamente. Destacamos el 48% de estudiantes de GEST empresa que apuntan el límite de plazas en otras titulaciones como razón para matricularse del grado, incluso el 43% lo señala como única razón, esto se debe fundamentalmente a las notas de corte de grados como el de Administración y Dirección de Empresas que se imparten en las mismas universidades que los tres GEST que nos ocupan, como ya señalamos anteriormente, en la UMH el primer curso del GEST se imparte en común con el Grado en Administración y Dirección de Empresas. También es alto, aunque menos, el porcentaje de estudiantes de GEST general que apuntan la limitación como razón, 25% (20% única). Sin embargo, esta no es una de las razones más frecuentes ni para la muestra de referencia ni para la muestra GEST matemático. Además se observan diferencias entre las razones relacionadas con las matemáticas, por ejemplo, el 24% de GEST general apunta como razón el gusto por ellas frente al 13% de GEST empresa o los porcentajes significativamente mayores del 70% de la muestra de Referencia y GEST matemático. La tabla 5.15 facilita la comparación de porcentajes por perfil para cuatro de las razones más frecuentes.

Tabla 5.11.  
*Razones más frecuentes por las que estudian su grado los estudiantes de la muestra de primer curso de GEST empresa*

	Frecuencia	
	f	%
Limitación de plazas en otras titulaciones	26 <sup>(1)</sup>	48
Interés por la economía y/o la empresa	8 <sup>(2)</sup>	15
Me gusta la estadística/me interesa	7	13
Salidas laborales	5	9
Me gustan las matemáticas/los números	5	9
Total de estudiantes de GEST empresa que apunta alguna razón	54	

<sup>(1)</sup> 23 estudiantes la han apuntado como única razón

<sup>(2)</sup> 5 estudiantes la han apuntado como única razón

Tabla 5.12.  
*Razones más frecuentes por las que estudian su grado los estudiantes de la muestra de primer curso de GEST general*

	Frecuencia	
	f	%
Limitación de plazas en otras titulaciones	48 <sup>(1)</sup>	25
Me gustan las matemáticas/los números	46	24
Salidas laborales	43	22
Me gusta la estadística/me interesa	41	21
Plan de estudios/asignaturas	12	6
Total de estudiantes de GEST general que apunta alguna razón	194	

<sup>(1)</sup> 38 estudiantes la han apuntado como única razón

Tabla 5.13.  
*Razones más frecuentes por las que estudian su grado los estudiantes de la muestra de primer curso de GEST matemático*

	Frecuencia	
	f	%
Me gustan las matemáticas/los números	7 <sup>(1)</sup>	78
Salidas laborales	4	44
Matemáticas aplicadas, menos abstractas	3	33
Aplicación al mundo real	2	22
Total de estudiantes de GEST matemático que apunta alguna razón	9	

<sup>(1)</sup> 1 estudiante la ha apuntado como única razón

Tabla 5.14.  
*Razones más frecuentes por las que estudian su grado los estudiantes de la muestra de referencia de primer curso*

	Frecuencia	
	f	%
Me gustan las matemáticas/los números	42 <sup>(1)</sup>	71
Se me dan bien las matemáticas	9	15
Salidas laborales	9	15
Empecé otra carrera y me cambié	4	7
Reto	3	5
Importancia de las matemáticas	3	5
Total de estudiantes de la muestra de ref. que apunta alguna razón	59	

<sup>(1)</sup> 22 estudiantes la han apuntado como única razón

Tabla 5.15.  
*Comparación, por perfil del grado, de porcentajes de estudiantes que apuntan cuatro de las razones más frecuentes para cursar sus carreras*

	Perfil del Grado			
	Empresa	General	Mat.	Ref.
Limitación de plazas en otras titulaciones	48%	25%	0 de 9	1 de 59
Me gustan las matemáticas/los números	9%	24%	78%	71%
Salidas laborales	9%	22%	44%	15%
Me gusta la estadística/me interesa	13%	21%	11%	-

También detectamos alguna diferencia en las razones para estudiar estadística según que los alumnos sean de nuevo ingreso en la universidad o no. De los 179 alumnos de nuevo ingreso que han dado alguna razón, el 35% de ellos apunta la limitación de plazas en otras titulaciones como razón para matricularse del grado, porcentaje que baja al 11% entre los 64 alumnos que no son de nuevo ingreso y dan

alguna razón. Entre estos últimos, 10 (16%) declaran haber empezado otra titulación, 5 de ellos matemáticas, otros 10 ya titulados indican que la estadística es un buen complemento de formación. El interés o gusto por estudiar estadística como carrera aumenta de un 16% a un 27% si no es la primera vez que se matriculan en la universidad (tabla 5.21).

En cuanto a los 63 **estudiantes de primer curso del Grado en Matemáticas**, el 75% de ellos apunta como razón para matricularse en el grado el gusto por las matemáticas y el 37% lo señala como única razón, otras razones argumentadas por algunos de ellos son la habilidad con las matemáticas y su importancia, las salidas laborales o considerar la superación de los estudios como un reto.

Tabla 5.16.

*Razones por las que estudian su carrera los estudiantes de la muestra*

*GEST/Diplomatura de segundo y porcentaje de estudiantes que apuntan cada razón*

	Frecuencia	
	f	%
Me gustan las matemáticas/los números	41 <sup>(1)</sup>	41
Me gusta la estadística/ Me interesa	24 <sup>(2)</sup>	24
Salidas laborales	15	15
Matemáticas aplicadas, menos abstractas	14	14
Interés por la economía y/o la empresa	8 <sup>(3)</sup>	8
Limitación de plazas en otras titulaciones	6 <sup>(4)</sup>	6
Aplicación al mundo real	7	7
Ciencias mejor que letras	5	5
Complemento titulados	3	3
Me gustaba la parte de estadística (/optativa) Bachillerato	4	4
Plan de estudios/asignaturas	3	3
Empecé otra carrera y cambié	3	3
No atreverse con matemáticas	2	2
Aplicación a mi trabajo	2	2
Mezcla matemáticas e informática	2	2
Su estudio no requiere demasiado esfuerzo	1	1
Recomendación de un profesor	1	1
Estadística Ciencia en auge	1	1
Reto	1	1
Empecé matemáticas y cambié	1	1
Casualidad/Curiosidad	1	1
Se me dan bien las matemáticas	1	1
Otros	8	8

<sup>(1)</sup> 14 estudiantes la han apuntado como única razón

<sup>(2)</sup> 9 estudiantes la han apuntado como única razón

<sup>(3)</sup> ninguno la ha apuntado como única razón

<sup>(4)</sup> 4 estudiantes la han apuntado como única razón

Como ya hemos hecho con la muestra de primero, describimos las razones que apuntaron los alumnos de la **muestra GEST/Diplomatura de segundo curso** para estudiar su carrera universitaria. En primer lugar tendremos en cuenta que 55 estudiantes dieron sólo una razón, 36 dieron dos y 9 dieron tres ó más razones, los 7 restantes no dieron ninguna razón. En la tabla 5.16 se muestran estas razones por orden descendente de frecuencia junto con el porcentaje de estudiantes que apuntó como razón

cada una de ellas (% respecto a los 100 individuos que apuntaron alguna razón). En segundo baja al 6% *la limitación de plazas en otras titulaciones* como razón para matricularse del GEST/Diplomatura (4 de los 6 como única razón), el 41% apunta como razón que *le gustan las matemáticas/los números* y esta es la razón más frecuente seguida de *me gusta la estadística* con un 24%, aunque sólo para 14 alumnos de los primeros es la única razón y para 9 de los segundos. Los 8 alumnos que manifiestan *interés por la economía* no lo hacen como razón única. Respecto a las otras razones relacionadas con las matemáticas: catorce apuntan como razón que *las matemáticas del GEST o Diplomatura sean más aplicadas*, pasando a ser la cuarta más frecuente; uno manifiesta haber empezado la carrera de Matemáticas, dos no atreverse a empezarla, dos valoran la mezcla de matemáticas e informática en el plan de estudios, y finalmente uno apunta que se le dan bien las matemática como razón.

Tabla 5.17.  
*Razones más frecuentes por las que estudian su grado los estudiantes de la muestra de segundo curso de GEST empresa*

	Frecuencia	
	f	%
Me gustan las matemáticas/los números	9	43
Interés por la economía y/o la empresa	6	29
Me gusta la estadística/me interesa	5	24
Salidas laborales	3	14
Limitación de plazas en otras titulaciones	3	14
Total de estudiantes de GEST empresa que apunta alguna razón	21	

Tabla 5.18.  
*Razones más frecuentes por las que estudian su carrera los estudiantes de la muestra de segundo curso de GEST general y Diplomatura*

	Frecuencia	
	f	%
Me gustan las matemáticas/los números	32	41
Me gusta la estadística/me interesa	19	24
Salidas laborales	12	15
Matemáticas aplicadas, menos abstractas	12	15
Aplicación al mundo real	5	6
Total de estudiantes de GEST matemático que apunta alguna razón	79	

Tabla 5.19.  
*Razones más frecuentes por las que estudian su grado los estudiantes de la muestra de referencia de segundo curso*

	Frecuencia	
	f	%
Me gustan las matemáticas/los números	56 <sup>(1)</sup>	76
Salidas laborales	18	24
Se me dan bien las matemáticas	4	5
Aplicación al mundo real	3	4
Total de estudiantes de la muestra de ref. que apunta alguna razón	74	

<sup>(1)</sup> 36 estudiantes la han apuntado como única razón

Tabla 5.20.

*Comparación, por perfil de los estudios, de porcentajes de estudiantes que apuntan cuatro de las razones más frecuentes para cursar sus carreras*

	Perfil de los estudios		
	Empresa	General	Referencia
Limitación de plazas en otras titulaciones	14%	4%	-
Me gustan las matemáticas/los números	43%	41%	76%
Salidas laborales	14%	15%	24%
Me gusta la estadística/me interesa	24%	24%	1%

En las tablas 5.17, 5.18 y 5.19 se muestran los motivos más frecuentes por los que estudian su carrera los alumnos de segundo curso de perfil empresa, general y referencia, respectivamente, y en la tabla 5.20 una comparativa de porcentajes. Observamos que *Me gustan las matemáticas* es la razón más frecuente en los tres perfiles con porcentajes en torno al 40% en empresa y general y un 76% para referencia con 49% como razón única. Además, ha bajado mucho, respecto a primero, el porcentaje de estudiantes que apuntan el límite de plazas en otras titulaciones como razón para matricularse tanto en un GEST de empresa, del 48 al 14%, como en estudios de perfil general, del 25 al 4%. Ambas observaciones pueden deberse al abandono de estudiantes en primer curso, quizás abandonan más los alumnos que les gustan menos las matemáticas o que no han elegido la estadística en primera opción, en la segunda observación además pudiera ocurrir que el alumno, después de un curso, se sienta a gusto con los estudios de estadística, a pesar de no haberlos elegido como primera opción.

Tabla 5.21.

*Comparación, por curso, de porcentajes de estudiantes que apuntan cuatro de las razones más frecuentes para cursar sus carreras (sin muestra de referencia)*

	Nuevo Ingreso en Universidad y Curso					
	1º N. I.		1º no N. I.		2º	
	F	%	F	%	F	%
Limitación de plazas en otras titulaciones	63	35%	7	11%	6	6%
Me gustan las matemáticas/los números	40	22%	14	22%	41	41%
Salidas laborales	37	21%	13	20%	15	15%
Me gusta la estadística/me interesa	28	16%	17	27%	24	24%
Total de estudiantes que apunta alguna razón	179		64		100	

Para terminar, comparamos por curso las razones por las que los estudiantes de nuestra muestra, sin incluir referencia, se matricularon de sus carreras, distinguiendo en primero los alumnos de nuevo ingreso en la universidad de los que no lo son (tabla 5.21). Se observa un aumento, por curso, del porcentaje de alumnos que aportan el gusto por las matemáticas como razón, este aumento se da también para el gusto por la estadística,

además disminuye el peso de *limitación de plazas en otras titulaciones* y de *salidas laborales*.

## 5.2. Análisis del dominio afectivo y de las competencias emocionales

En este apartado estudiamos el perfil afectivo matemático de los estudiantes de los grados en estadística, comparándole con el de los estudiantes de la muestra de referencia. Comenzamos por un análisis de los ítems utilizados en las escalas A, B y C (tabla 4.30), a continuación definimos las variables ansiedad, autoconcepto, actitud, habilidad, ineficacia, gusto, rechazo y utilidad, todas ellas referidas a las matemáticas y calculadas como puntuaciones medias de cada estudiante en la escala ó subescala correspondiente, con la posterior transformación normalizadora. Con estas variables pasamos a analizar las características del dominio afectivo matemático de los estudiantes de grados en estadística, centrándonos en ansiedad hacia las matemáticas, autoconcepto matemático y actitud hacia las matemáticas.

Para terminar el apartado incluimos el estudio de creencias a través de asociaciones verbales con la palabra “*Matemáticas*”, analizando las respuestas a la correspondiente pregunta abierta del cuestionario.

En todos los análisis anteriores estudiamos la influencia del perfil formativo (empresa o general) del grado en estadística en el que está matriculado el estudiante.

### 5.2.1. Análisis de ítems.

En este apartado detallamos los resultados obtenidos a partir de las respuestas de los estudiantes de la muestra completa a cada uno de los ítems de las tres escalas de ansiedad, autoconcepto y actitud (los enunciados de estos ítems se encuentran en las tablas 4.22, 4.24 y 4.27). Para ello, incluimos las frecuencias absolutas y relativas de cada ítem en las tablas siguientes 5.22, 5.23 y 5.24, además de su media y desviación típica. Los ítems están separados por escala, una tabla para cada una, la subescala se indica en la segunda columna, para las tablas 5.23 y 5.24. Las tablas se han construido con las respuestas de los estudiantes que han contestado a un número mínimo de ítems de cada escala.

Comenzamos por analizar las frecuencias para los ítems de la escala de ansiedad (tabla 5.22). Las medias de los ítems con enunciado positivo respecto a la escala de

ansiedad varían entre 0.41 para A9 y 1.36 para A14: un 94% de los estudiantes está en desacuerdo con que las matemáticas les sugieran terror y pánico, ese porcentaje baja hasta un 61% si se trata de no saber por donde tirar en matemáticas. Por otro lado, las medias de los ítems con enunciado negativo respecto a la escala de ansiedad varían entre 2.3 para A3 y 3.01 para A6: un 78% de los estudiantes está calmado y tranquilo cuando se enfrenta a un problema de matemáticas, ese porcentaje sube hasta un 93% si se trata de reconocer que las matemáticas pueden ser entretenidas.

Tabla 5.22.

*Puntuaciones medias y frecuencias de cada ítem de la escala de ansiedad*

Ítem	Media	D.T.		desacuerdo	en	de	bastante de	acuerdo	Total
				total	desacuerdo	acuerdo	acuerdo	total	
				0	1	2	3	4	
<b>A1</b>	<b>2.91</b>	<b>1.00</b>	f	<b>10</b>	<b>34</b>	<b>128</b>	<b>180</b>	<b>179</b>	<b>531</b>
			%	<b>1.9</b>	<b>6.4</b>	<b>24.1</b>	<b>33.9</b>	<b>33.7</b>	
A2	1.06	1.10	f	193	198	80	36	25	532
			%	36.3	37.2	15.0	6.8	4.7	
<b>A3</b>	<b>2.31</b>	<b>1.03</b>	f	<b>18</b>	<b>97</b>	<b>194</b>	<b>152</b>	<b>72</b>	<b>533</b>
			%	<b>3.4</b>	<b>18.2</b>	<b>36.4</b>	<b>28.5</b>	<b>13.5</b>	
<b>A4</b>	<b>2.47</b>	<b>1.23</b>	f	<b>35</b>	<b>87</b>	<b>144</b>	<b>125</b>	<b>141</b>	<b>532</b>
			%	<b>6.6</b>	<b>16.4</b>	<b>27.1</b>	<b>23.5</b>	<b>26.5</b>	
A5	0.76	0.91	f	247	208	49	19	11	534
			%	46.3	39.0	9.2	3.6	2.1	
<b>A6</b>	<b>3.02</b>	<b>0.98</b>	f	<b>10</b>	<b>26</b>	<b>115</b>	<b>175</b>	<b>206</b>	<b>532</b>
			%	<b>1.9</b>	<b>4.9</b>	<b>21.6</b>	<b>32.9</b>	<b>38.7</b>	
A7	0.60	0.91	f	319	147	37	16	12	531
			%	60.1	27.7	7.0	3.0	2.3	
A8	0.79	1.00	f	254	189	51	17	20	531
			%	47.8	35.6	9.6	3.2	3.8	
A9	0.41	0.73	f	366	134	19	9	5	533
			%	68.7	25.1	3.6	1.7	.9	
A10	0.73	0.97	f	282	157	54	28	10	531
			%	53.1	29.6	10.2	5.3	1.9	
<b>A11</b>	<b>2.55</b>	<b>1.06</b>	f	<b>21</b>	<b>55</b>	<b>186</b>	<b>156</b>	<b>117</b>	<b>535</b>
			%	<b>3.9</b>	<b>10.3</b>	<b>34.8</b>	<b>29.2</b>	<b>21.9</b>	
A12	0.63	0.94	f	313	149	40	18	13	533
			%	58.7	28.0	7.5	3.4	2.4	
A13	1.05	0.96	f	167	223	106	23	14	533
			%	31.3	41.8	19.9	4.3	2.6	
A14	1.36	0.97	f	94	233	145	43	18	533
			%	17.6	43.7	27.2	8.1	3.4	
A15	0.74	0.85	f	239	220	51	10	10	530
			%	45.1	41.5	9.6	1.9	1.9	

Nota: Los ítems formulados en sentido opuesto al de la escala se indican en negrita

Continuamos analizando las frecuencias para los ítems de la escala de autoconcepto, en la tabla 5.23 se han incluido las respuestas de los 526 estudiantes que han contestado a 10 ó más ítems (481 han contestado a los 13 ítems). Las medias de los

ítems de la subescala de percepción de habilidades matemáticas propias varían entre 1.42 para B14 y 2.51 para B7: un 40% de los estudiantes manifiesta su acuerdo con que si hubiera un concurso de matemáticas estaría entre los mejores de la clase; sin embargo, ese porcentaje sube hasta un 92% si se trata de manifestar que cuando se esfuerza en la resolución de un problema suele dar con el resultado. Para los cinco ítems de la subescala de Ineficacia, las medias varían entre 0.63 para B11 y 1.52 para B4: un 9% de los estudiantes de la muestra considera que no sirve para las matemáticas, ese porcentaje sube hasta un 46% si se trata de estar de acuerdo con que comete muchos errores en ellas.

Tabla 5.23.

*Puntuaciones medias y frecuencias de cada ítem de la escala de autoconcepto*

Ítem	Subescala	Media	D.T.		desacuerdo	en	de	bastante de	acuerdo	Total	
					total	desacuerdo	acuerdo	acuerdo	total		
					0	1	2	3	4		
B1	H	2.35	0.94	f	14	67	226	156	61	524	
				%	2.7	12.8	43.1	29.8	11.6		
B2	H	2.25	0.94	f	11	96	222	141	54	524	
				%	2.1	18.3	42.4	26.9	10.3		
<b>B3</b>	<b>I</b>	<b>1.07</b>	<b>0.87</b>	<b>f</b>	<b>135</b>	<b>251</b>	<b>104</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>520</b>	
				<b>%</b>	<b>26.0</b>	<b>48.3</b>	<b>20.0</b>	<b>4.4</b>	<b>1.3</b>		
<b>B4</b>	<b>I</b>	<b>1.52</b>	<b>0.90</b>	<b>f</b>	<b>48</b>	<b>238</b>	<b>176</b>	<b>46</b>	<b>17</b>	<b>525</b>	
				<b>%</b>	<b>9.1</b>	<b>45.3</b>	<b>33.5</b>	<b>8.8</b>	<b>3.2</b>		
B5	H	2.12	0.98	f	20	116	219	120	49	524	
				%	3.8	22.1	41.8	22.9	9.4		
B6	H	2.12	0.89	f	9	115	234	127	35	520	
				%	1.7	22.1	45.0	24.4	6.7		
B7	H	2.51	0.85	f	4	37	242	167	72	522	
				%	.8	7.1	46.4	32.0	13.8		
<b>B8</b>	<b>I</b>	<b>0.88</b>	<b>0.82</b>	<b>f</b>	<b>172</b>	<b>279</b>	<b>50</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>525</b>	
				<b>%</b>	<b>32.8</b>	<b>53.1</b>	<b>9.5</b>	<b>2.9</b>	<b>1.7</b>		
B9	H	1.80	0.97	f	43	144	224	73	27	511	
				%	8.4	28.2	43.8	14.3	5.3		
B10	H	1.74	0.90	f	26	200	200	76	19	521	
				%	5.0	38.4	38.4	14.6	3.6		
<b>B11</b>	<b>I</b>	<b>0.63</b>	<b>0.77</b>	<b>f</b>	<b>259</b>	<b>215</b>	<b>32</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>521</b>	
				<b>%</b>	<b>49.7</b>	<b>41.3</b>	<b>6.1</b>	<b>1.9</b>	<b>1.0</b>		
<b>B12</b>	<b>I</b>	<b>1.03</b>	<b>0.99</b>	<b>f</b>	<b>182</b>	<b>202</b>	<b>96</b>	<b>33</b>	<b>12</b>	<b>525</b>	
				<b>%</b>	<b>34.7</b>	<b>38.5</b>	<b>18.3</b>	<b>6.3</b>	<b>2.3</b>		
B14	H	1.42	1.02	f	87	221	137	49	23	517	
				%	16.8	42.7	26.5	9.5	4.4		

Subescalas: H = Habilidad; I = Ineficacia.

Nota: Los ítems formulados en sentido opuesto al de la escala se indican en negrita

Para terminar analizamos las frecuencias para los ítems de la escala de actitud hacia las matemáticas, en la tabla 5.24 se han incluido las respuestas de los 528 estudiantes que han contestado a 16 ó más ítems (475 han contestado a los 19 ítems).

Tabla 5.24.  
*Puntuaciones medias y frecuencias de cada ítem de la escala de actitud*

Ítem	Subescala	Media	D.T.		desacuerdo	en	de	bastante de	acuerdo	Total	
					total	desacuerdo	acuerdo	acuerdo	total		
					0	1	2	3	4		
C1	G	2.42	1.06	f	23	72	184	157	91	527	
				%	4.4	13.7	34.9	29.8	17.3		
<b>C2</b>	<b>R</b>	<b>1.10</b>	<b>0.97</b>	<b>f</b>	<b>136</b>	<b>257</b>	<b>84</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	<b>520</b>	
				<b>%</b>	<b>26.2</b>	<b>49.4</b>	<b>16.2</b>	<b>4.4</b>	<b>3.8</b>		
<b>C3</b>	<b>R</b>	<b>0.49</b>	<b>0.79</b>	<b>f</b>	<b>335</b>	<b>150</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>527</b>	
				<b>%</b>	<b>63.6</b>	<b>28.5</b>	<b>4.7</b>	<b>1.9</b>	<b>1.3</b>		
C4	G	2.28	1.03	f	16	103	196	139	73	527	
				%	3.0	19.5	37.2	26.4	13.9		
C5	G	1.16	1.02	f	150	219	94	51	13	527	
				%	28.5	41.6	17.8	9.7	2.5		
C6	G	1.64	1.26	f	103	174	112	78	57	524	
				%	19.7	33.2	21.4	14.9	10.9		
<b>C7</b>	<b>R</b>	<b>0.82</b>	<b>0.98</b>	<b>f</b>	<b>252</b>	<b>167</b>	<b>78</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>528</b>	
				<b>%</b>	<b>47.7</b>	<b>31.6</b>	<b>14.8</b>	<b>3.0</b>	<b>2.8</b>		
<b>C8</b>	<b>R</b>	<b>1.10</b>	<b>1.02</b>	<b>f</b>	<b>161</b>	<b>218</b>	<b>104</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>528</b>	
				<b>%</b>	<b>30.5</b>	<b>41.3</b>	<b>19.7</b>	<b>4.5</b>	<b>4.0</b>		
C9	R	2.95	0.99	f	3	35	147	137	201	523	
				%	.6	6.7	28.1	26.2	38.4		
C10	U	3.26	0.86	f	1	14	95	149	263	522	
				%	.2	2.7	18.2	28.5	50.4		
C11	U	2.71	1.01	f	11	52	144	189	127	523	
				%	2.1	9.9	27.5	36.1	24.3		
<b>C12</b>	<b>U</b>	<b>0.61</b>	<b>0.85</b>	<b>f</b>	<b>288</b>	<b>179</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>521</b>	
				<b>%</b>	<b>55.3</b>	<b>34.4</b>	<b>6.1</b>	<b>2.3</b>	<b>1.9</b>		
C13	U	3.14	0.97	f	7	16	124	127	250	524	
				%	1.3	3.1	23.7	24.2	47.7		
C14	U	3.13	0.91	f	5	16	108	172	224	525	
				%	1.0	3.0	20.6	32.8	42.7		
C15	U	3.17	0.90	f	8	8	103	177	230	526	
				%	1.5	1.5	19.6	33.7	43.7		
<b>C16</b>	<b>U</b>	<b>0.83</b>	<b>0.94</b>	<b>f</b>	<b>226</b>	<b>204</b>	<b>61</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>525</b>	
				<b>%</b>	<b>43.0</b>	<b>38.9</b>	<b>11.6</b>	<b>4.6</b>	<b>1.9</b>		
C17	U	2.64	1.05	f	18	41	187	142	134	522	
				%	3.4	7.9	35.8	27.2	25.7		
<b>C19</b>	<b>R</b>	<b>0.65</b>	<b>0.83</b>	<b>f</b>	<b>275</b>	<b>185</b>	<b>42</b>	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>525</b>	
				<b>%</b>	<b>52.4</b>	<b>35.2</b>	<b>8.0</b>	<b>3.8</b>	<b>.6</b>		
C20	G	2.13	1.15	f	33	134	169	107	80	523	
				%	6.3	25.6	32.3	20.5	15.3		

Subescalas: G = Gusto; R = Rechazo; U = Utilidad.

Nota: Los ítems formulados en sentido opuesto al de la escala se indican en negrita

Las medias de los ítems de la subescala de gusto por las matemáticas varían entre 1.16 para C5 y 2.42 para C1: un 30% de los estudiantes reconoce que se suele inventar nuevos problemas para resolverlos porque le gustan mucho las matemáticas; ese porcentaje sube hasta un 82% si se trata de reconocer que el tiempo se le pasa rapidísimo estudiando o haciendo problemas de matemáticas. Las medias de los cinco ítems con enunciado positivo respecto a la subescala de rechazo varían entre 0.49 para C3 y 1.10 para C8: un 92% de los estudiantes de la muestra no está de acuerdo con que su sueño preferido fuese que no existiesen las matemáticas, ese porcentaje baja a 72% si se trata de no estar de acuerdo con que las únicas matemáticas que le interesan son las que entran en el examen. Respecto al ítem de la subescala de rechazo formulado en sentido opuesto al resto de los ítems de esa subescala, podemos decir que tan sólo el 7% de los estudiantes no está de acuerdo con que le gusten las matemáticas, además el 38% está totalmente de acuerdo con que le gustan.

Las medias de los ítems de la subescala de percepción de utilidad de las matemáticas formulados en sentido positivo varían entre 2.64 para C17 y 3.26 para C10, son las más altas entre todos los ítems de las tres escalas formulados en positivo, exceptuando los dos ítems de ansiedad A6 y A1, éste último con un 92% de estudiantes que consideran que las matemáticas son un reto positivo para ellos (tabla 5.24). Respecto al ítem con la media más alta podemos decir que el 97% de los estudiantes consideran que las matemáticas son útiles y necesarias en muchos ámbitos de la vida y de ellos el 50% está totalmente de acuerdo con dicha afirmación.

El ítem con media más baja de los formulados en negativo es el A9, que además es el que tiene la menor dispersión; el 69% de los estudiantes está en desacuerdo total con que las matemáticas les sugieran terror y pánico. En el lado opuesto, con la mayor dispersión y una media de 1.64 está el ítem C6, los porcentajes para las distintas categorías de este ítem varían entre el 11% del acuerdo total con apuntarse a un concurso de matemáticas propuesto por el profesor y el desacuerdo del 33% de estudiantes.

### **5.2.2. Transformaciones de las escalas de medida.**

Las distribuciones de las variables relacionadas con el dominio afectivo en nuestra muestra se alejan de la normalidad, salvo en el caso de *Autoconcepto*. Como cabría suponer dado el perfil científico de los estudiantes de la muestra, la distribución de *Actitud* presenta asimetría negativa y la de *Ansiedad* presenta asimetría positiva. Por

ello, utilizaremos como variables para los análisis las transformadas de las puntuaciones medias de cada estudiante en la escala o subescala correspondiente, las familias de transformaciones que se han utilizado para corregir desviaciones de la simetría y de la curtosis son la de potencia de Box y Cox y la transformación módulo de John y Draper, respectivamente (Srivastava, 2002, 65-66). Los valores de las potencias, que se incluyen en el anexo IV (tabla A.IV.1), se han elegido examinando el comportamiento de los estadísticos de asimetría y curtosis en las variables transformadas. Posteriormente se han reescalado los datos transformados de este modo para que la imagen del intervalo  $[0,4]$  por la transformación final siga siendo el propio intervalo. En este apartado mostramos los gráficos de las distribuciones de las puntuaciones medias de las escalas y los de las transformadas. A partir de aquí, cuando analicemos las características de las variables *Ansiedad*, *Actitud* o las subescalas correspondientes, incluidas las de *Autoconcepto*, nos referiremos a las variables transformadas cuyas distribuciones se aproximan a la Normal.

#### **Distribución de la variable ansiedad matemática.**

En la figura 5.1 podemos observar la distribución de frecuencias de la variable ansiedad matemática, calculada como la puntuación media de cada estudiante en la escala A, cuyos ítems se enumeran en la tabla 4.22 En la misma figura, a la derecha observamos la distribución de la variable transformada como acabamos de indicar junto a la curva de densidad normal. La primera distribución presenta una clara asimetría positiva con una media de 0.99 y una desviación típica de 0.65. El valor de la media es inferior a 1.33, promedio que se obtendría si la respuesta fuese “*en desacuerdo*” para los diez ítems con enunciado positivo respecto a la ansiedad y “*de acuerdo*” para los cinco ítems con enunciado negativo. Este valor de referencia (VR) se transforma en 2.16 por la normalización y será el que tengamos en cuenta para la variable ansiedad matemática que utilizaremos a partir de ahora, cuya distribución se acerca más a la normal como se muestra en el histograma de la derecha y en los valores de los estadísticos de asimetría y curtosis que se incluyen en la tabla 5.25.

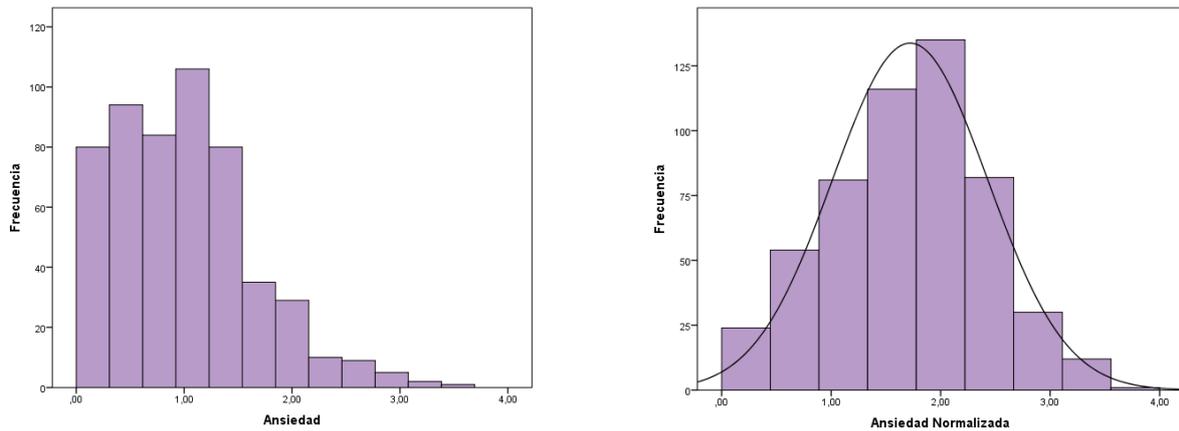


Figura 5.1.  
 Histogramas de la puntuación media en la escala de ansiedad y su transformada para normalizar la distribución

Observamos que el máximo valor de la ansiedad es 3.77, no se alcanza el 4, máximo valor de la escala, pero el valor mínimo de 0 sí se alcanza, la ansiedad media es de 1.72 (D.T: 0.71), significativamente menor que el VR **2.16**. El diagrama de caja de la figura 5.2 nos permite detectar una observación atípica en la cola derecha, ansiedad elevada, correspondiente a un alumno de primer curso de GEST general que apunta el límite de plazas como razón para matricularse del GEST.

Tabla 5.25.  
 Características de ansiedad matemática en la muestra completa

	N	Mínimo	Máximo	Media	D.T.	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	E.T.	Estadístico	E.T.
Ansiedad	535	0.00	3.77	1.72	0.71	-0.11	0.11	-0.22	0.21

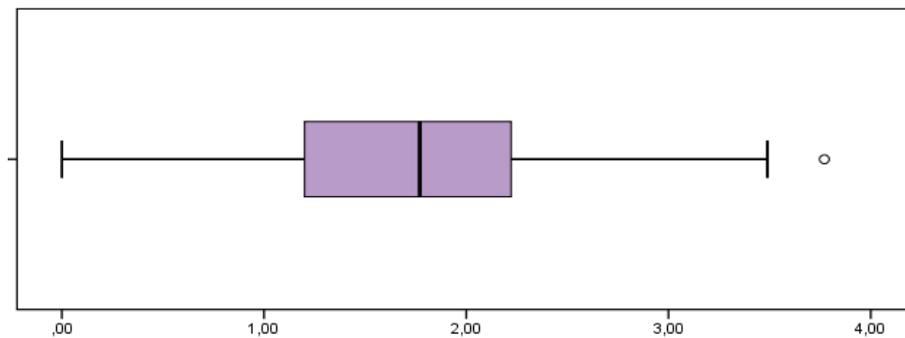


Figura 5.2.  
 Diagrama de caja de ansiedad matemática en la muestra completa

**Distribuciones de la variable autoconcepto matemático y subescalas.**

En la figura 5.3 podemos observar la distribución de frecuencias de la variable autoconcepto matemático, calculada como la puntuación media de cada estudiante en la escala B, cuyos ítems se enumeran en la tabla 4.24, junto con la curva de densidad normal superpuesta. Consideramos su distribución suficientemente normal para las inferencias que haremos más adelante, el valor de los estadísticos de asimetría y curtosis

junto con su error típico se incluyen en la primera fila de la tabla 5.26. El autoconcepto medio de la muestra en esta escala es de 2.40 y una desviación típica de 0.59, el valor de la media está muy próximo al VR de **2.39**, promedio que se obtendría si la respuesta fuese “*de acuerdo*” para los ocho ítems con enunciado positivo y “*en desacuerdo*” para los cinco ítems con enunciado negativo.

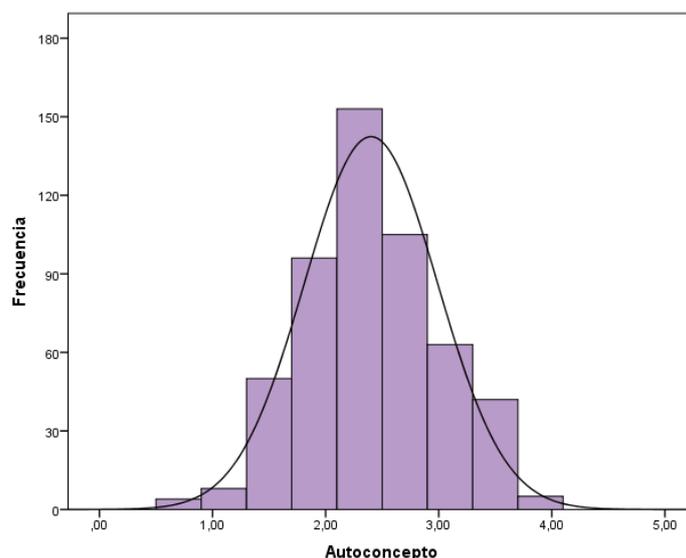


Figura 5.3.  
*Histograma de la puntuación media en la escala de autoconcepto y curva normal*

Observamos que el máximo valor del autoconcepto es 4, mayor valor de la escala, sin embargo el valor mínimo es 0.54, el 0 no se alcanza. El diagrama de caja de la figura 5.5 muestra observaciones atípicas a ambos lados, por bajo autoconcepto hay cuatro observaciones atípicas (tres de ellas con un valor de 0.62), por autoconcepto elevado hay dos observaciones atípicas coincidentes; cinco de las seis observaciones atípicas corresponden a estudiantes de primer curso de algún GEST y una de las dos observaciones con autoconcepto de 4 corresponde a un alumno de segundo curso de la Diplomatura en Estadística, además, dos de las de bajo autoconcepto corresponden a estudiantes que apuntan la limitación de plazas como razón para matricularse del grado.

En la primera fila de la figura 5.4 podemos observar la distribución de frecuencias de las variables percepción de habilidades matemáticas propias y percepción de ineficacia ante las matemáticas, calculadas como la puntuación media de cada estudiante en las subescalas correspondientes, cuyos ítems se enumeran en la tabla 4.26. En la segunda fila de la misma figura observamos las distribuciones de las variables transformadas, como hemos indicado antes, junto a la curva de densidad normal.

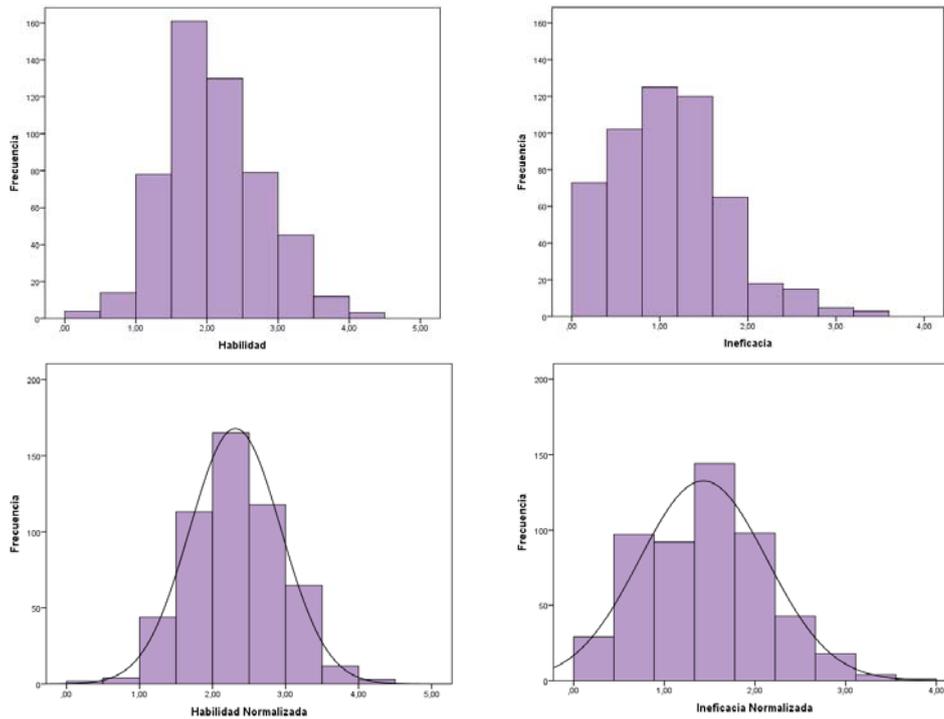


Figura 5.4.  
 Histogramas de la puntuación media en las subescalas de Habilidad e Ineficacia (primera fila) y sus transformada para normalizar la distribución (segunda fila)

En la tabla 5.26 pueden observarse las características principales de estas dos distribuciones, cuyos estadísticos de asimetría y curtosis no detectan desviaciones importantes de la curva normal. La media para habilidad es de 2.31 (D.T.: 0.62) valor cercano al VR **2.3** (el promedio que se obtendría si la respuesta fuese “de acuerdo” para los ocho ítems sería 2, después de aplicar la transformación 2.3). La media para ineficacia es de 1.43 (D.T.: 0.70) valor ligeramente inferior al VR **1.47** (el promedio que se obtendría si la respuesta fuese “en desacuerdo” para los cinco ítems sería 1, después de aplicar la transformación 1.47). Los diagramas de caja de la figura 5.5 muestran cuatro observaciones atípicas para habilidad y tres a la derecha para ineficacia, correspondientes a: cuatro estudiantes de primero GEST las de menor habilidad, un estudiante de primero GEST y dos de la Diplomatura las de mayor habilidad, y cinco estudiantes de primero GEST las de mayor ineficacia.

Tabla 5.26.  
 Características de autoconcepto matemático y sus subescalas en la muestra completa

	N	Mínimo	Máximo	Media	D.T.	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	E.T.	Estadístico	E.T.
Autoconcepto	526	0.54	4.00	2.40	0.59	0.06	0.11	0.07	0.21
Habilidad	526	0.00	4.00	2.31	0.62	0.07	0.11	0.11	0.21
Ineficacia	526	0.00	3.56	1.43	0.70	0.01	0.11	-0.09	0.21

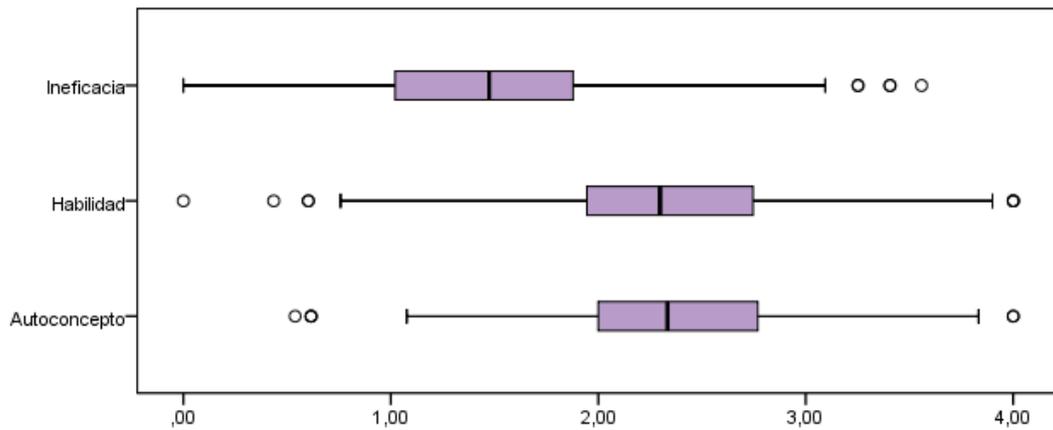


Figura 5.5.  
*Diagramas de caja de autoconcepto matemático y sus subescalas en la muestra completa*

### **Distribuciones de la variable actitud hacia las matemáticas y subescalas.**

En la figura 5.6 podemos observar la distribución de frecuencias de la variable actitud hacia las matemáticas, calculada como la puntuación media de cada estudiante en la escala C, cuyos ítems se enumeran en la tabla 4.27. En la misma figura, a la derecha observamos la distribución de la variable transformada, como ya hemos indicado, junto a la curva de densidad normal. La primera distribución presenta ligera asimetría negativa, corregida en la segunda, como muestran los valores de los estadísticos de asimetría y curtosis de la primera fila de la tabla 5.27.

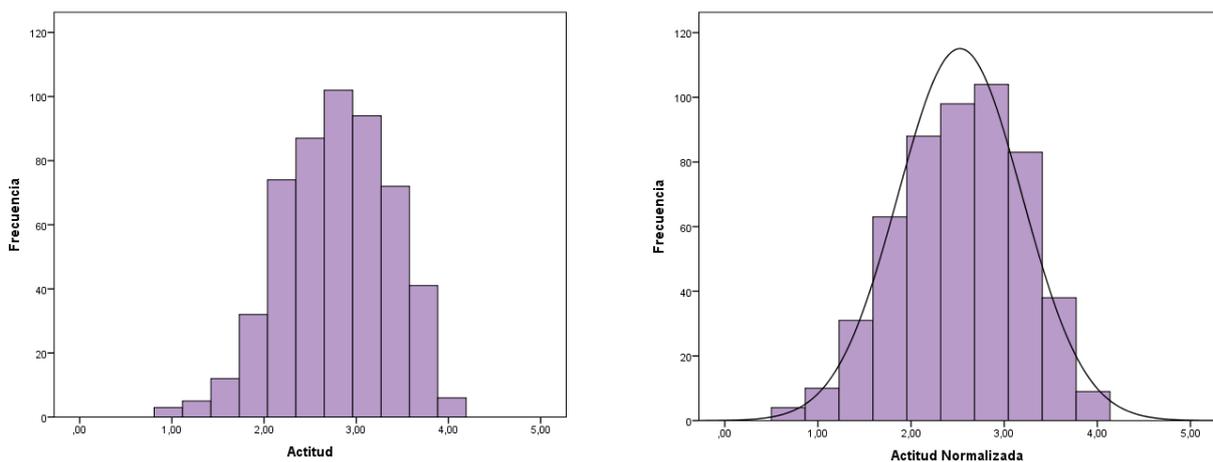


Figura 5.6.  
*Histogramas de la puntuación media en la escala de actitud y su transformada para normalizar la distribución*

La actitud media hacia las matemáticas de la muestra en esta escala es de 2.53 y una desviación típica de 0.67, significativamente superior al VR **2.02**, que se obtendría después de aplicar la transformación correspondiente al promedio de los valores de una

respuesta del tipo “de acuerdo” para los doce ítems con enunciado positivo y “en desacuerdo” para los siete ítems con enunciado negativo.

Observamos que el máximo valor de la actitud es 4, mayor valor de la escala, sin embargo el valor mínimo es 0.53, el 0 no se alcanza. El diagrama de caja de la figura 5.8 muestra este mínimo valor como atípico, este valor corresponde a la respuesta de dos estudiantes de primero GEST.

En la primera fila de la figura 5.7 podemos observar la distribución de frecuencias de las variables gusto por las matemáticas, rechazo hacia ellas y su utilidad percibida, calculadas como la puntuación media de cada estudiante en las subescalas correspondientes, cuyos ítems se enumeran en la tabla 4.29. En la segunda fila de la misma figura observamos las distribuciones de las variables transformadas, como hemos indicado antes, junto a la curva de densidad normal. En la tabla 5.27 pueden observarse las características principales de estas tres distribuciones, cuyos estadísticos de asimetría y curtosis no detectan desviaciones importantes de la curva normal.

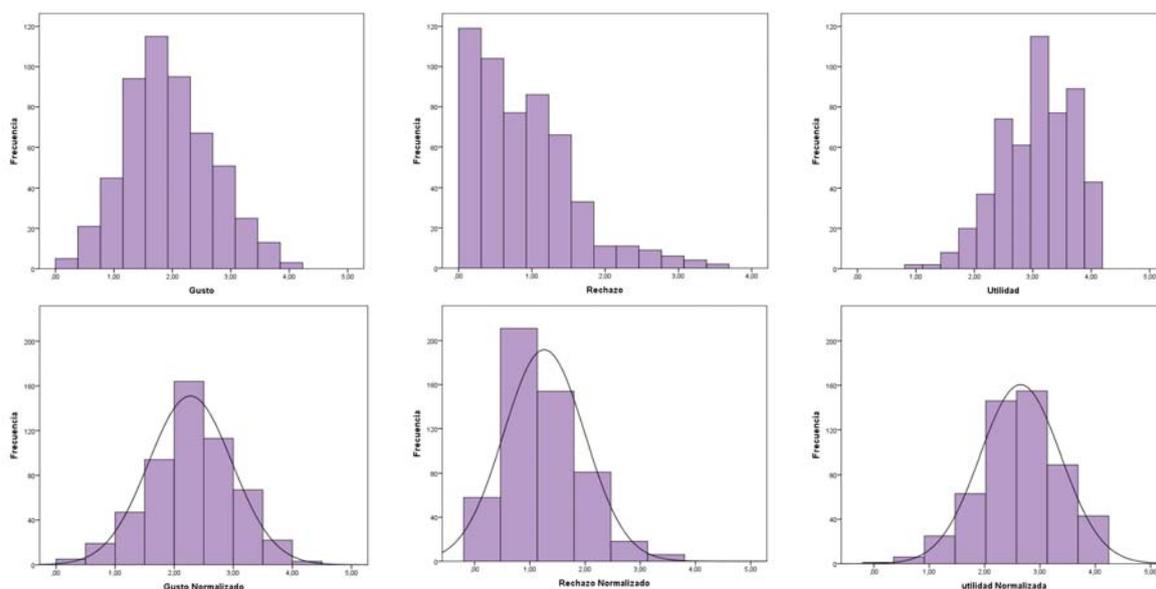


Figura 5.7. Histogramas de la puntuación media en las subescalas de Gusto, Rechazo y Utilidad (primera fila) y sus transformada para normalizar la distribución (segunda fila)

Tabla 5.27. Características de actitud hacia las matemáticas y sus subescalas en la muestra completa

	N	Mínimo	Máximo	Media	D.T.	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	E.T.	Estadístico	E.T.
Actitud	528	0.53	4.00	2.53	0.67	-0.19	0.11	-0.40	0.21
Gusto	534	0.00	4.00	2.27	0.71	-0.06	0.11	-0.12	0.21
Rechazo	528	0.00	3.66	1.26	0.73	0.14	0.11	-0.27	0.21
Utilidad	528	0.29	4.00	2.65	0.73	-0.11	0.11	0.00	0.21

La media para gusto es de 2.27 (D.T.: 0.71) valor significativamente menor que la referencia de **2.38** (el promedio que se obtendría si la respuesta fuese “*de acuerdo*” para los cinco ítems sería 2, después de aplicar la transformación 2.38). La media para rechazo es de 1.26 (D.T.: 0.73) valor significativamente menor que el VR **1.71** (1.17 sería el promedio que se obtendría si la respuesta fuese “*en desacuerdo*” para los cinco ítems formulados en el mismo sentido y “*de acuerdo*” para el ítem formulado en sentido opuesto, 1.71 después de aplicar la transformación). La media para utilidad es de 2.65 (D.T.: 0.73), valor significativamente superior al VR **1.76** (2.25 sería el promedio que se obtendría si la respuesta fuese “*de acuerdo*” para los seis ítems formulados en el mismo sentido y “*en desacuerdo*” para los dos ítems formulados en sentido opuesto, 1.76 después de aplicar la transformación).

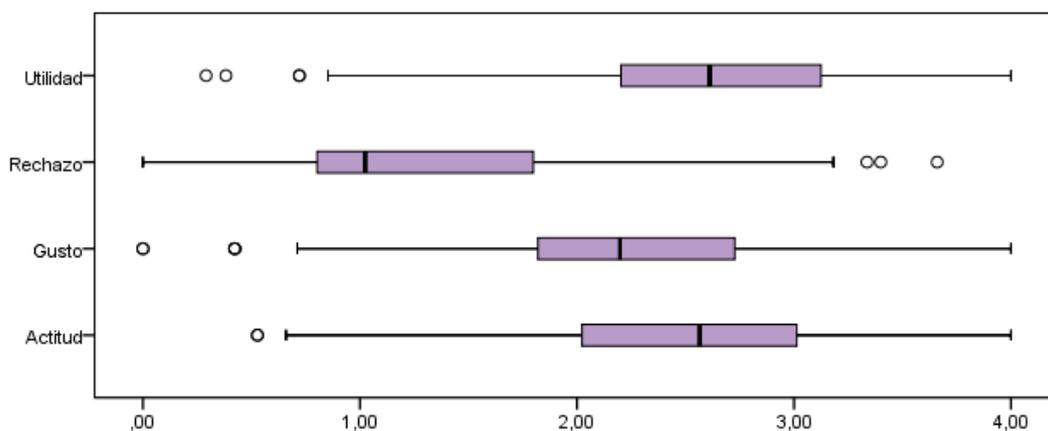


Figura 5.8.

*Diagramas de caja de actitud hacia las matemáticas y sus subescalas en la muestra completa*

Observando los diagramas de caja de la figura 5.8 encontramos dos valores atípicos por bajo gusto, correspondientes a cuatro estudiantes de primero GEST y uno de segundo curso del Grado en Matemáticas, tres estudiantes de primero GEST con alto rechazo de las matemáticas, dos de ellos coincidentes con los estudiantes atípicos por gusto, y tres valores correspondientes a cuatro estudiantes, también de primero GEST pero distintos de los anteriores, que consideran las matemáticas poco útiles con un valor atípico en la escala. Además, hemos comprobado que el estudiante que considera menos útiles las matemáticas apunta la limitación de plazas en otras carreras como razón para matricularse del grado.

### 5.2.3. La ansiedad hacia las matemáticas en los estudiantes de grados en estadística.

Para estudiar la ansiedad matemática en los estudiantes de grados en estadística consideramos la distribución de la variable de interés en la muestra GEST/Diplo. y la comparamos con la misma distribución en la muestra de referencia. Por tanto al referirnos a los estudiantes de grados en estadística, no incluimos a los que reciben una formación más matemática (menos del 8% de los alumnos de nuevo ingreso por preinscripción en los cursos 2010/11 y 2011/12).

En este sentido, a partir de la tabla 5.28, podríamos decir que la ansiedad de un estudiante de grado en estadística es de 1.84 de media (D.T: 0.72), significativamente menor que el VR **2.16**. Pero si comparamos con la muestra de referencia, ésta última tiene una ansiedad media de 1.44 (D.T: 0.59), significativamente inferior a la media de la muestra GEST/Diplo. (tabla 5.29). Las diferencias en localización entre ambas distribuciones son patentes en los diagramas de caja de la figura 5.9. En ambas muestras se toma el valor cero (ninguna ansiedad) y no se alcanza el máximo, siendo 3.77 la ansiedad máxima de un estudiante de grado en estadística y 2.56 la de un estudiante de la muestra de referencia. Ansiedad cero en la muestra GEST/Diplo. es un valor extremo que se da en siete estudiantes, seis de ellos de segundo curso.

Tabla 5.28.

*Características de ansiedad, autoconcepto y actitud en las muestras GEST/Diplomatura y referencia.*

	V.R.	Muestra	N	Mín.	Máx.	Media	D.T.	Asimetría		Curtosis	
								Estad.	E.T.	Estad.	E.T.
Ansiedad	2.16	GEST/D.	381	0.00	3.77	1.84	0.72	-0.24	0.13	-0.11	0.25
		Ref.	154	0.00	2.56	1.44	0.59	-0.18	0.20	-0.55	0.39

Tabla 5.29.

*Comparación de medias de ansiedad en GEST/Diplo.y muestra de referencia*

	Prueba de Levene para igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. bilat.	Dif. medias	E.T. de la dif.	I. C. 95% para la diferencia	
								Inferior	Superior
Ansiedad	3.20	0.07	6.08	533.00	0.000	0.399	0.07	0.27	0.53
			*6.59	340.09	0.000	0.399	0.06	0.28	0.52

\*Sin suponer varianzas iguales

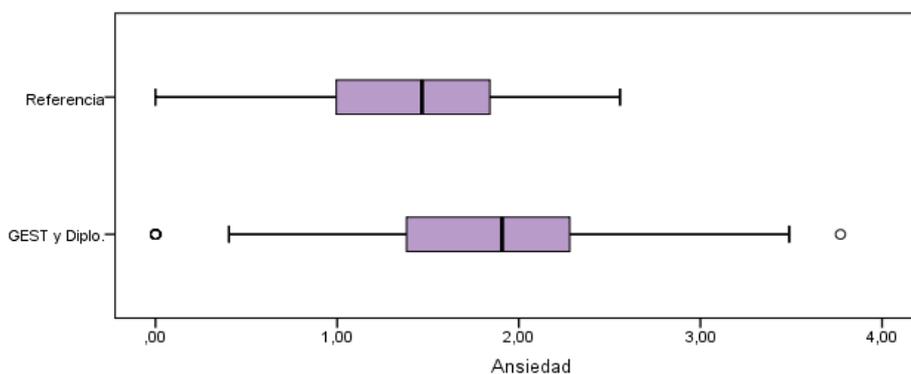


Figura 5.9.  
Diagramas de caja de ansiedad en las muestras GEST/Diplo. y referencia.

### 5.2.4. El autoconcepto matemático en los estudiantes de grados en estadística.

Para estudiar el autoconcepto matemático en los estudiantes de grados en estadística consideramos las distribuciones de las variables autoconcepto, habilidad e ineficacia, en la muestra GEST/Diplo., y las comparamos con las mismas distribuciones en la muestra de referencia.

A partir de la tabla 5.30, podemos decir que el autoconcepto medio de un estudiante de grado en estadística es de 2.32 (D.T: 0.59), significativamente por debajo del VR de 2.39 ( $t=2.30$ ,  $p$  bilateral=0.02). Sin embargo, en la muestra de referencia las medias de autoconcepto, habilidad e ineficacia, todas ellas pasan significativamente la barrera de los VR en el sentido que corresponde a un perfil matemático. En la muestra GEST/Diplo. la habilidad media es menor que 2.3 ( $t=1.54$ ,  $p=0.13$  bilateral), la ineficacia media es mayor que 1.47 ( $t=1.91$ ,  $p=0.06$  bilateral).

Tabla 5.30.  
Características de autoconcepto, habilidad e ineficacia en las muestras GEST/Diplo. y referencia.

	V.R.	Muestra	N	Mín.	Máx.	Media	D.T.	Asimetría		Curtosis	
								Estad.	E.T.	Estad.	E.T.
Autoconcepto	2.39	GEST/D	375	0.54	4.00	2.32	0.59	0.10	0.13	0.29	0.25
		Ref.	151	1.46	3.77	2.60	0.54	0.13	0.20	-0.61	0.39
Habilidad	2.30	GEST/D	375	0.00	4.00	2.25	0.63	0.10	0.13	0.35	0.25
		Ref.	151	1.05	3.90	2.46	0.60	0.08	0.20	-0.51	0.39
Ineficacia	1.47	GEST/D	375	0.00	3.56	1.54	0.71	-0.04	0.13	-0.04	0.25
		Ref.	151	0.00	2.43	1.15	0.61	-0.23	0.20	-0.66	0.39

La diferencia del autoconcepto entre las dos muestras se hace patente en los diagramas de caja de la figura 5.10. Los contrastes de hipótesis corroboran las diferencias de medias, el autoconcepto presenta diferencias significativas entre los estudiantes del grado en estadística y los de la muestra de referencia, en el sentido

esperado, con niveles de significación menores de 0.001 en los test t (tabla 5.31), tanto en habilidad como en ineficacia.

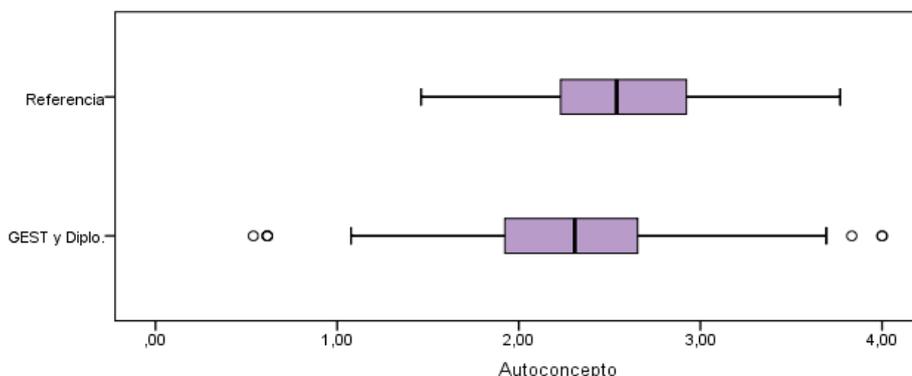


Figura 5.10.  
Diagramas de caja de autoconcepto en las muestras GEST/Diplo. y referencia.

Tabla 5.31.  
Comparación de medias de autoconcepto, habilidad e ineficacia en GEST/Diplo. y muestra de referencia

	Prueba de Levene para igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. bilat.	Dif. medias	E.T. de la dif.	I. C. 95% para la diferencia	
								Inferior	Superior
Autoconcepto	0.04	0.83	-5.10	524	0.000	-0.28	0.055	-0.39	-0.17
Habilidad	0.00	0.95	-3.51	524	0.000	-0.21	0.060	-0.33	-0.92
Ineficacia	1.40	0.24	6.07	524	0.000	0.40	0.066	0.27	0.53

Por lo que hemos visto en este apartado, se detecta en media un autoconcepto matemático bajo en los estudiantes de grados en estadística, especialmente en lo que respecta a una media de la percepción de ineficacia elevada.

### 5.2.5. La actitud hacia las matemáticas en los estudiantes de grados en estadística.

Análogamente a lo que acabamos de hacer con ansiedad y autoconcepto, para estudiar la actitud hacia las matemáticas en los estudiantes de grados en estadística consideramos las distribuciones de las variables actitud, gusto, rechazo y utilidad, en la muestra GEST/Diplo. y las comparamos con las mismas distribuciones en la muestra de referencia.

La diferencia de actitud entre los estudiantes de grados en estadística y la muestra de referencia se observa en los diagramas de caja de la figura 5.11. Los contrastes de hipótesis corroboran las diferencias significativas tanto en dispersión

( $F=9.48$ ,  $p=0.002$ ), mayor dispersión para la muestra GEST/Diplo, como en media,  $p<0.001$  (tabla 5.33), favorable a la muestra de referencia.

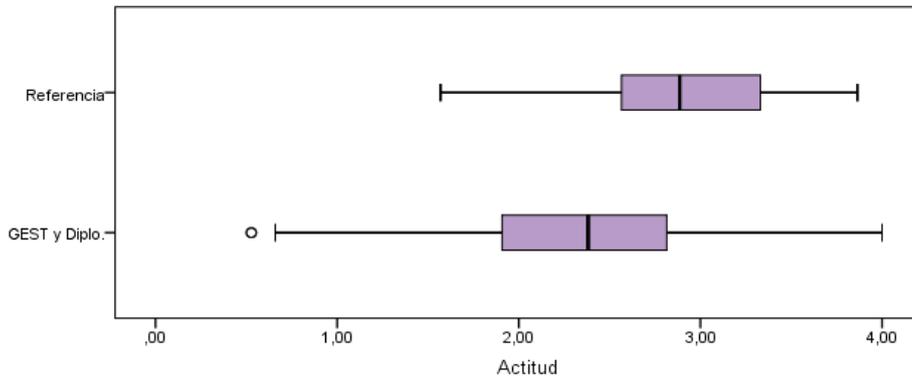


Figura 5.11.  
Diagramas de caja de actitud en las muestras GEST/Diplo. y referencia.

A nivel de subescalas, detectamos, observando la tabla 5.33, que es el rechazo el responsable de la diferencia en dispersión ( $F=1.90$ ,  $p<0.001$ ) y hay diferencias significativas en media en las tres subescalas, en el sentido esperado en cada una, con niveles de significación menores que 0.001 en los test t.

Si nos fijamos en los valores de referencia de las escalas, en GEST/Diplo. la actitud media supera el VR de 2.02 tanto en GEST/Diplo., 2.38, como, por supuesto, en referencia, 2.89 (tabla 5.32). En la muestra de referencia las medias de gusto, rechazo y utilidad pasan significativamente la barrera en el sentido que corresponde a un perfil matemático, pero en la muestra GEST/Diplo. sólo lo hacen rechazo y utilidad, puesto que el gusto medio por las matemáticas de un alumno de grados en estadística es de 2.15, significativamente menor que 2.38 ( $t=6.50$ ,  $p<0.001$  bilateral).

Tabla 5.32.  
Características de actitud, gusto, rechazo y utilidad en las muestras GEST/Diplomatura y referencia.

	V.R.	Muestra	N	Mín.	Máx.	Media	D.T.	Asimetría		Curtosis	
								Estad.	E.T.	Estad.	E.T.
Actitud	2.02	GEST/D	376	0.53	4.00	2.38	0.66	-0.02	0.13	-0.29	0.25
		Ref.	152	1.57	3.86	2.89	0.53	-0.30	0.20	-0.61	0.39
Gusto	2.38	GEST/D	380	0.00	4.00	2.15	0.69	0.06	0.13	0.21	0.25
		Ref.	154	0.42	3.85	2.59	0.65	-0.38	0.20	-0.24	0.39
Rechazo	1.71	GEST/D	376	0.00	3.66	1.43	0.73	-0.11	0.13	-0.06	0.25
		Ref.	152	0.00	2.35	0.83	0.53	0.31	0.20	-0.16	0.39
Utilidad	1.76	GEST/D	376	0.29	4.00	2.55	0.74	-0.05	0.13	0.02	0.25
		Ref.	152	1.14	4.00	2.90	0.63	0.05	0.20	-0.37	0.39

Tabla 5.33.

Comparación de medias de actitud, gusto, rechazo y utilidad en GEST/Diplo. y muestra de referencia

	Prueba de Levene para igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias					I. C. 95% para la diferencia	
	F	Sig.	t	gl	Sig. bilat.	Dif. medias	E.T. de la dif.	Inferior	Superior
Actitud	9.48	.002	-8.51	526.00	.000	-0.51	0.060	-0.63	-0.39
			*-9.35	346.92	.000	-0.51	0.055	-0.62	-0.40
Gusto	0.00	.963	-6.84	532.00	.000	-0.44	0.065	-0.57	-0.32
Rechazo	27.33	.000	9.18	526.00	.000	0.60	0.065	0.47	0.73
			*10.46	379.20	.000	0.60	0.057	0.49	0.71
Utilidad	2.26	.133	-5.10	526.00	.000	-0.35	0.068	-0.48	-0.21

\*Sin suponer varianzas iguales

Por tanto, se manifiesta una carencia en el gusto medio por las matemáticas en los estudiantes de grados en estadística, además queda patente la diferencia con la muestra de referencia, que no refleja esta carencia.

### 5.2.6. Los afectos matemáticos y los diferentes perfiles formativos.

Por lo que hemos visto hasta ahora, en la muestra GEST/Diplo. se manifiesta una carencia en el gusto medio por las matemáticas y se detecta en media un autoconcepto matemático bajo, especialmente en lo que respecta a una ineficacia media elevada, además queda patente la distancia de su perfil matemático medio con el de la muestra de referencia. En este apartado tratamos de estudiar esas diferencias con más detalle distinguiendo los dos perfiles mayoritarios de los alumnos de GEST, empresa y general. Incluyendo además el análisis de los ítems de las tres escalas del dominio afectivo, por perfil del grado. Comenzamos a nivel de escalas, seguimos a nivel de subescalas y terminamos con ítems.

#### Análisis de ansiedad, autoconcepto y actitud por perfil de los estudios.

Comenzamos por estudiar posibles diferencias en la **ansiedad** hacia las matemáticas según el perfil del GEST en el que están matriculados los estudiantes, empresa o general, manteniendo la comparación con la muestra de referencia. Para ello, en el primer bloque de la tabla 5.34 podemos ver los estadísticos descriptivos de interés y en el primer bloque de la tabla 5.35 los resultados del ANOVA y los diagramas de caja de ansiedad en cada uno de los tres perfiles de estudios (figura 5.12). Para el análisis inferencial hemos comenzado por comprobar la homogeneidad de las varianzas mediante la prueba de Levene ( $p=0.23$ ), a continuación la igualdad de la ansiedad media en los tres perfiles, hipótesis que se rechaza ( $F=33.03$ ,  $p=0.00$ ); además hemos

comprobado mediante un análisis de comparaciones múltiples por el método HSD de Tukey que las tres diferencias de medias son significativas. Por tanto, de acuerdo con nuestras inferencias y como vemos claramente en los diagramas de caja de la figura 5.12, los estudiantes de un GEST general tienen en media más ansiedad hacia las matemáticas que los de la muestra de referencia, pero menos que los de un GEST de perfil empresa.

Tabla 5.34.

*Características de las variables ansiedad, autoconcepto y actitud por perfil*

	V.R.	Perfil	N	Media	D.T.	E.T.	I.C. para la media al 95%		Mínimo	Máximo
							Límite inferior	Límite superior		
Ansiedad	2.16	Empresa	84	2.17	0.72	0.08	2.02	2.33	0.60	3.49
		General	297	1.74	0.69	0.04	1.66	1.82	0.00	3.77
		Referencia	154	1.44	0.59	0.05	1.34	1.53	0.00	2.56
Autoconcepto	2.39	Empresa	82	2.12	0.56	0.06	2.00	2.24	0.62	3.31
		General	293	2.37	0.59	0.03	2.31	2.44	0.54	4.00
		Referencia	151	2.60	0.54	0.04	2.52	2.69	1.46	3.77
Actitud	2.02	Empresa	83	2.04	0.63	0.07	1.91	2.18	0.53	3.46
		General	293	2.47	0.64	0.04	2.40	2.55	0.53	4.00
		Referencia	152	2.89	0.53	0.04	2.80	2.97	1.57	3.86

Tabla 5.35.

*ANOVA de las variables ansiedad, autoconcepto y actitud por perfil*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ansiedad	Inter-grupos	29.70	2	14.85	33.09	0.00
	Intra-grupos	238.75	532	0.45		
	Total	268.45	534			
Autoconcepto	Inter-grupos	12.70	2	6.35	19.58	0.00
	Intra-grupos	169.66	523	0.32		
	Total	182.36	525			
Actitud	Inter-grupos	40.16	2	20.08	54.52	0.00
	Intra-grupos	193.34	525	0.37		
	Total	233.49	527			

Estudiamos ahora diferencias por perfil en **autoconcepto** matemático, siguiendo los mismos pasos que acabamos de dar para ansiedad, también en este caso se comprueba la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene ( $p=0.98$ ), se rechaza claramente la igualdad del autoconcepto medio en los tres perfiles, como se indica en el segundo bloque de la tabla 5.35 ( $F=19.58$ ,  $p=0.00$ ) y se comprueba mediante un análisis de comparaciones múltiples por el método HSD de Tukey que las tres diferencias de medias son significativas. De nuevo la conclusión es clara y se muestra gráficamente en la segunda fila de la figura 5.12, el autoconcepto medio más

bajo es para el perfil empresa, seguido de general y el más alto es para la muestra de referencia. Además, en este gráfico observamos que en el perfil general hay tres valores atípicos de cada lado, correspondientes a tres estudiantes de primer curso de GEST y uno de segundo por autoconcepto bajo, y a cuatro estudiantes de segundo curso de la Diplomatura y dos de primer curso de GEST por autoconcepto alto.

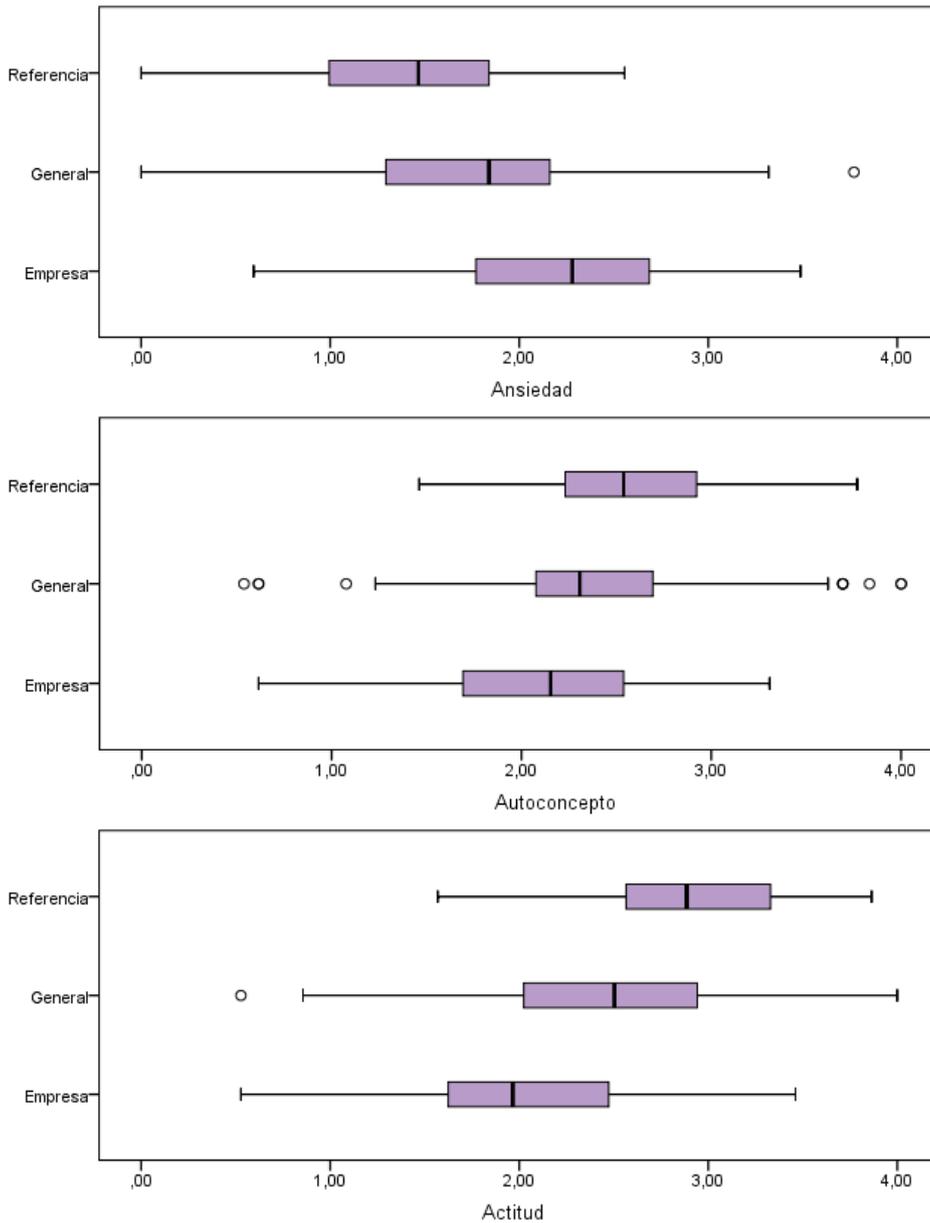


Figura 5.12. Diagramas de caja de ansiedad, autoconcepto y actitud por perfil

Para terminar el nivel de escalas, estudiamos las diferencias por perfil en **actitud** hacia las matemáticas, en este caso se rechaza la homogeneidad de varianzas (p-valor prueba de Levene=0.05), puesto que la muestra de referencia presenta una dispersión en actitud bastante menor que GEST empresa o general. Por tanto, aunque se rechaza

claramente la igualdad de la actitud media en los tres perfiles según la tabla ANOVA, como se indica en el tercer bloque de la tabla 5.35 ( $F=54.52$ ,  $p=0.00$ ) comprobamos también el rechazo de igualdad en localización de las tres distribuciones mediante contrastes no paramétricos, que no necesitan igualdad de varianzas para su aplicación (estadístico de Kruskal-Wallis= $90.48$ ,  $g.l.=2$ ,  $p=0.00$ ), incluso los tres contrastes por pares (Wilcoxon y Kolmogorov-Smirnov) resultan significativos. De forma similar al autoconcepto, la actitud media hacia las matemáticas de los estudiantes de nuestra muestra respeta el mismo orden según el perfil de sus estudios, de menor a mayor: empresa, general y referencia.

Por tanto, parece claro que el perfil emocional de nuestra muestra refleja el orden, de menos matemático a más matemático: empresa, general y referencia, en cuanto al perfil de los estudios universitarios de los alumnos, siendo los estudiantes de GEST empresa los que tienen un perfil emocional matemático más deficiente, sobre todo en autoconcepto matemático. Para tratar de darnos cuenta de hasta qué punto es deficiente hacemos las siguientes observaciones, a partir de los intervalos de confianza para las medias de la tabla 5.34, sobre la muestra GEST empresa: presenta una ansiedad media de 2.17, que supera el VR pero no significativamente (2.16 está dentro del intervalo de confianza del 95%); un autoconcepto medio de 2.12, significativamente por debajo del VR (el intervalo queda por debajo de 2.39); y una actitud media de 2.04 que sí supera el VR correspondiente a la escala pero no significativamente (2.02 está dentro del intervalo). Sin embargo, la muestra GEST general supera significativamente los VR en el sentido más matemático para los valores medios de ansiedad y actitud (2.16 queda por encima del intervalo y 2.02 por debajo, respectivamente); para autoconcepto, su valor medio de 2.37 queda tan sólo dos centésimas por debajo del VR, diferencia no significativa.

### **Análisis de habilidad, ineficacia, gusto, rechazo y utilidad por perfil de los estudios.**

En este apartado tratamos de analizar con más detalle las diferencias en autoconcepto matemático y actitud hacia las matemáticas por perfil de los estudios universitarios, utilizando las subescalas de cada uno.

Comenzamos por las subescalas de autoconcepto, es decir, por la autopercepción de habilidad y de ineficacia ante las matemáticas. Para ello, en la tabla 5.36 podemos ver los estadísticos descriptivos de interés y en la tabla 5.37 los resultados de los ANOVAS, además en la figura 5.13 se adjuntan los diagramas de caja de habilidad e

ineficacia para cada uno de los tres perfiles de estudios. La prueba de Levene no detecta diferencias significativas en la homogeneidad de las varianzas por perfil, ni en habilidad ( $p=0.85$ ), ni en ineficacia ( $p=0.34$ ), por lo que procedemos a comparar las medias mediante el ANOVA clásico, resultando que en ambos casos hay diferencias significativas entre perfiles. Mediante el análisis de comparaciones múltiples por el método HSD de Tukey, detectamos que las tres diferencias de medias son significativas, tanto en habilidad ( $p$ -valor E-G=0.03,  $p$ -valor G-R=0.02,  $p$ -valor E-R=0.00), como en ineficacia ( $p$ -valor E-G=0.00,  $p$ -valor G-R=0.00,  $p$ -valor E-R=0.00).

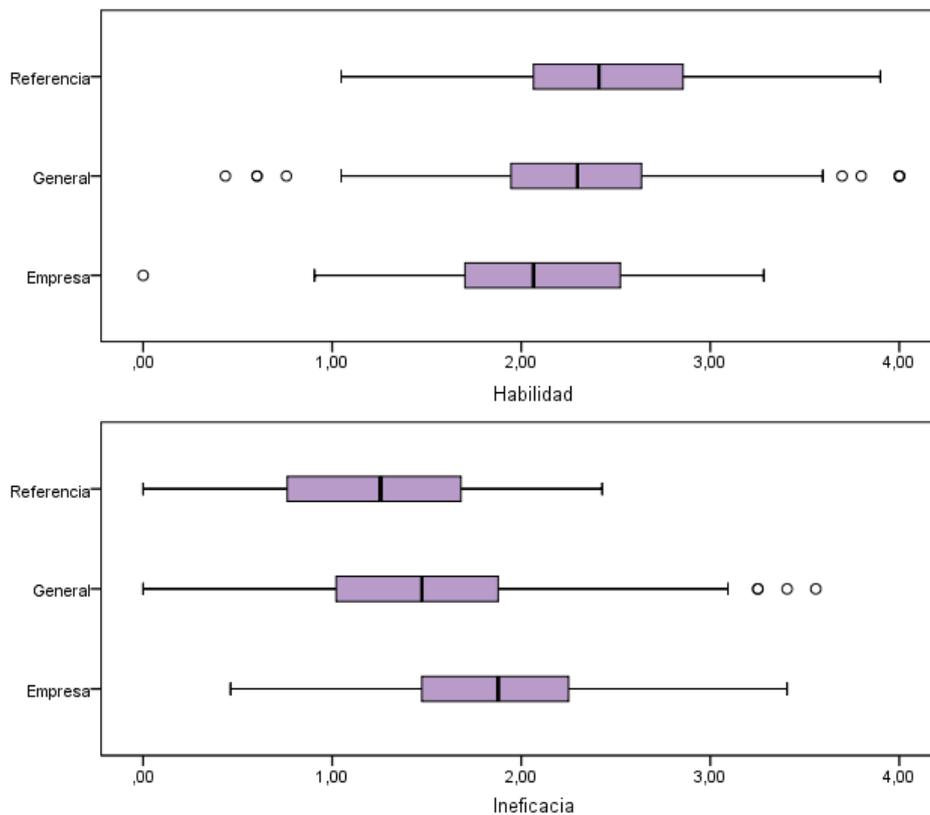


Figura 5.13.  
Diagramas de caja de habilidad e ineficacia por perfil

Los diagramas de caja de la figura 5.13 muestran gráficamente las diferencias en localización a las que acabamos de referirnos y podemos decir que los estudiantes de un GEST general se perciben en media menos hábiles con las matemáticas que los de la muestra de referencia pero más que los de un GEST de perfil empresa. La percepción media de su ineficacia ante las matemáticas por perfil tiene el orden opuesto al de la habilidad media percibida, siendo los estudiantes de GEST empresa los que se perciben más ineficaces. El VR para la habilidad está dentro del intervalo de confianza del 95% para la media en GEST general, por encima del intervalo en GEST empresa y por

debajo en referencia, por lo que detectamos carencias significativas en la autopercepción de habilidades matemáticas en el perfil empresa, pero no en el perfil general. Sin embargo, en este último perfil detectamos tres valores atípicos por baja habilidad, correspondientes a cuatro estudiantes de primer curso de los cuales dos apuntaron el límite de plazas como razón para matricularse del grado (LP). Otros valores atípicos son los tres de general (4 estudiantes de la Diplomatura y uno de primero) por habilidad alta y uno de empresa por habilidad cero, correspondiente a un estudiante de primero. El VR para ineficacia también está dentro del intervalo de confianza del 95% para la media en GEST general, por debajo del intervalo en GEST empresa y por encima en referencia, por lo que también detectamos percepción de ineficacia ante las matemáticas en el perfil empresa. En el perfil general, aunque no se detecta percepción de ineficacia en media, encontramos tres valores atípicos por alta ineficacia, correspondientes a cuatro estudiantes de primero, dos de ellos LP.

Tabla 5.36.

*Características de las variables habilidad e ineficacia por perfil*

	V.R.	Perfil	N	Media	D.T.	E.T.	I.C. para la media al 95%		Mínimo	Máximo
							Límite inferior	Límite superior		
Habilidad	2.30	Empresa	82	2.10	0.63	0.07	1.96	2.24	0.00	3.28
		General	293	2.29	0.62	0.04	2.22	2.37	0.44	4.00
		Referencia	151	2.46	0.60	0.05	2.37	2.56	1.05	3.90
Ineficacia	1.47	Empresa	82	1.82	0.62	0.07	1.68	1.95	0.46	3.41
		General	293	1.47	0.71	0.04	1.39	1.55	0.00	3.56
		Referencia	151	1.15	0.61	0.05	1.05	1.24	0.00	2.43

Tabla 5.37.

*ANOVA de las variables habilidad e ineficacia por perfil*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Habilidad	Inter-grupos	7.21	2	3.61	9.54	0.00
	Intra-grupos	197.63	523	0.38		
	Total	204.84	525			
Ineficacia	Inter-grupos	24.89	2	12.44	27.75	0.00
	Intra-grupos	234.58	523	0.45		
	Total	259.46	525			

Analizaremos ahora las variables derivadas de las subescalas de actitud, es decir, el gusto por, el rechazo de y la utilidad de las matemáticas. Las tablas que nos ayudan en este análisis son: la tabla 5.38, con los estadísticos descriptivos de interés y la tabla 5.39 con los resultados de los ANOVAS (análisis de la varianza). Además la figura 5.14 nos da la idea gráfica de las distribuciones de actitud, gusto y rechazo para cada uno de

los tres perfiles de estudios. Comenzamos las inferencias con la prueba de Levene. Esta prueba no ha detectado diferencias significativas en la homogeneidad de las varianzas por perfil, ni en gusto ( $p=0.21$ ), ni en utilidad ( $p=0.39$ ), pero sí en rechazo ( $p=0.00$ ). Estas últimas debidas a que la dispersión en referencia es mucho menor que en empresa y general. Las tablas ANOVA muestran diferencias significativas entre perfiles para las medias de las tres subescalas. En el caso del rechazo contrastamos además la igualdad en localización de las tres distribuciones mediante contrastes no paramétricos (estadístico de Kruskal-Wallis= $107.52$ ,  $g.l.=2$ ,  $p=0.00$ ), incluso los tres contrastes por pares (Wilcoxon y Kolmogorov-Smirnov) resultan significativos. El análisis de comparaciones múltiples por el método HSD de Tukey detecta diferencias significativas, con niveles de significación menores que  $0.003$ , entre los tres pares de medias, en las tres subescalas. Estas diferencias nos llevan de nuevo a que el orden del perfil de los estudios de menor a mayor gusto o percepción de utilidad de las matemáticas es empresa, general y referencia, y en sentido opuesto para rechazo de las matemáticas.

Tabla 5.38.

*Características de las variables gusto, rechazo y utilidad por perfil*

	V.R.	Perfil	N	Media	D.T.	E.T.	I.C. para la media al 95%		Mínimo	Máximo
							Límite Inferior	Límite superior		
Gusto	2.38	Empresa	84	1.93	0.59	0.06	1.81	2.06	0.00	3.22
		General	296	2.21	0.70	0.04	2.12	2.29	0.00	4.00
		Referencia	154	2.59	0.65	0.05	2.48	2.69	0.42	3.85
Rechazo	1.71	Empresa	83	1.83	0.73	0.08	1.67	1.99	0.00	3.40
		General	293	1.32	0.69	0.04	1.24	1.40	0.00	3.66
		Referencia	152	0.83	0.53	0.04	0.75	0.92	0.00	2.35
Utilidad	1.76	Empresa	83	2.30	0.71	0.08	2.15	2.46	0.29	4.00
		General	293	2.62	0.74	0.04	2.53	2.70	0.72	4.00
		Referencia	152	2.90	0.63	0.05	2.80	3.00	1.14	4.00

Tabla 5.39.

*ANOVA de las variables gusto, rechazo y utilidad por perfil*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Gusto	Inter-grupos	26.22	2	13.11	29.11	0.00
	Intra-grupos	239.15	531	0.45		
	Total	265.37	533			
Rechazo	Inter-grupos	55.52	2	27.76	64.14	0.00
	Intra-grupos	227.22	525	0.43		
	Total	282.74	527			
Utilidad	Inter-grupos	19.65	2	9.83	19.83	0.00
	Intra-grupos	260.12	525	0.50		
	Total	279.77	527			

Por último, complementamos el análisis con las puntualizaciones sobre los VR y valores atípicos. En la tabla 5.38 observamos que tanto el intervalo del gusto medio por las matemáticas de nivel 95% en la muestra de empresa, como en la de general, están por debajo del VR 2.38; sin embargo, el intervalo de la muestra de referencia está por encima. Para rechazo, el VR de 1.71 está dentro del intervalo del rechazo medio en empresa, por debajo está el mismo intervalo para general y con valores más bajos el de referencia, todos ellos disjuntos. Para utilidad el VR de 1.76 se sitúa primero en la recta real y a continuación los tres intervalos disjuntos para la utilidad media de empresa, general y referencia, por ese orden.

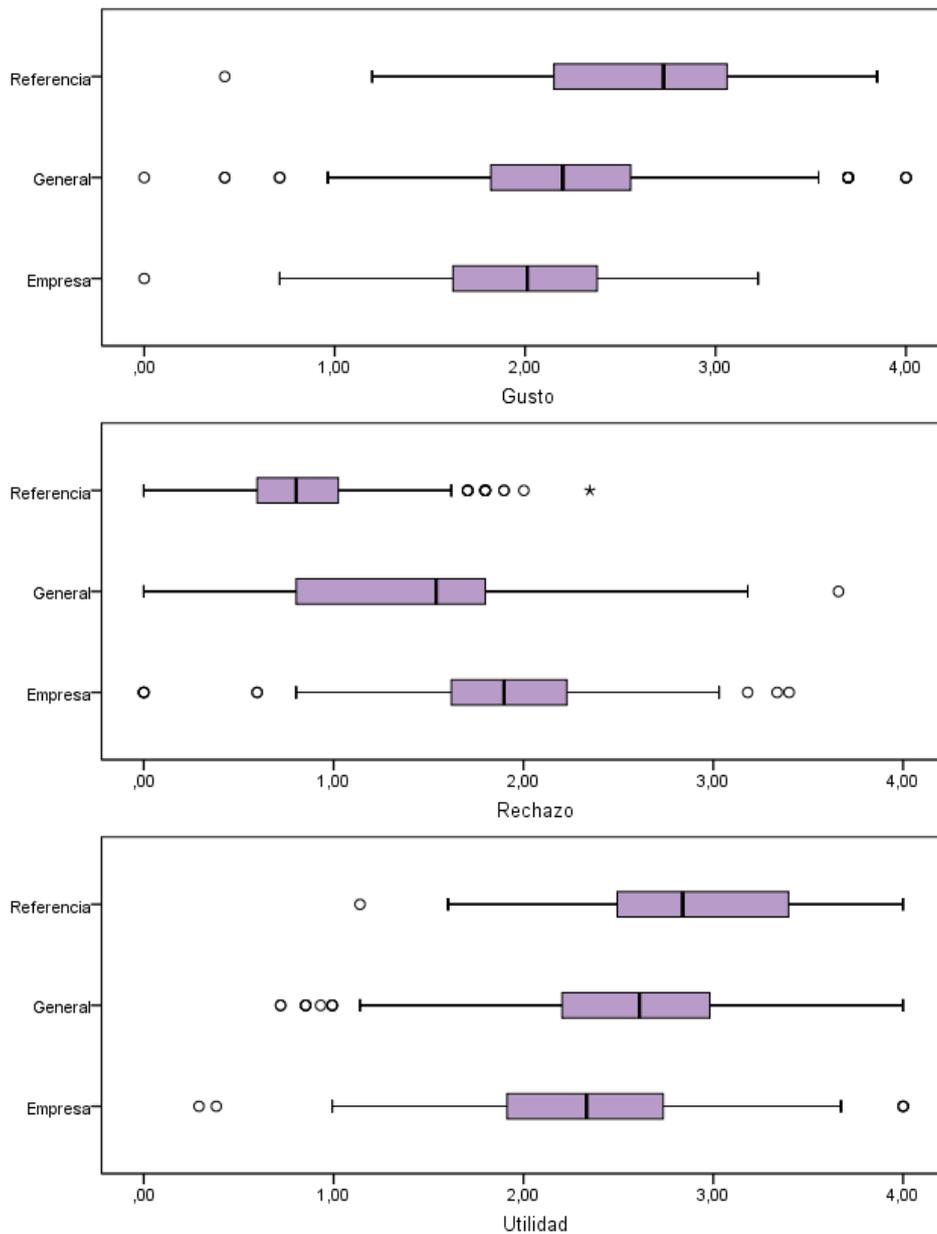


Figura 5.14.  
Diagramas de caja de gusto, rechazo y utilidad por perfil

Por tanto, el gusto por las matemáticas no sólo parece deficiente en la muestra de empresa, sino también en la de perfil general, este aspecto le analizaremos con más detalle en el siguiente apartado al analizar cada ítem correspondiente a la subescala de gusto. Sin embargo, la utilidad y en menor medida el rechazo, toman valores más propios de un perfil de estudios científico. En los diagramas de caja encontramos más observaciones atípicas que en los análisis anteriores, incluso en la muestra de referencia encontramos 5 valores atípicos, uno de ellos muy atípico por un valor alto en el rechazo de las matemáticas, corresponden a cinco estudiantes de segundo y tres de primero. Entre los siete estudiantes con valor atípico alto del gusto por las matemáticas, en el perfil general, dos de ellos manifestaron que ésa era la razón para matricularse del GEST.

### **Análisis de los ítems de las tres escalas por perfil de los estudios.**

En este apartado indicamos los ítems de las escalas de ansiedad, autoconcepto y actitud que presentan las mayores y menores diferencias, por perfil de los estudios, en su distribución de frecuencias, es decir, entre los porcentajes de acuerdo o desacuerdo. Para detectarlas utilizamos el test Chi-cuadrado y la medida de asociación ordinal gamma de Goodman y Kruskal (Ato y López, 1996, 61), con rango comprendido entre los valores -1 y 1.

Comenzamos por los ítems de la escala de ansiedad, el único ítem de los quince para el que el test Chi-cuadrado no detecta diferencias significativas por perfil (valor del estadístico=10.36; g.l.=8; p=0.24) es el A14: *En matemáticas sufro con frecuencia “bloqueos mentales” (no sé por dónde tirar)*, para el resto de los ítems el estadístico toma valores entre 17.6 (A3) y 88.41 (A12), todos ellos significativos. Además, el valor absoluto de la medida gamma para estos catorce ítems toma valores entre 0.17 (A3) y 0.54 (A12), siendo su signo negativo para los ítems formulados en positivo respecto a la escala de ansiedad y positivo para los formulados en sentido opuesto, lo que indica que, salvo en el ítem A14, cuanto más matemático es el perfil de los estudios universitarios (empresa, general y referencia) las frecuencias más altas se distribuyen en las categorías que indican menor ansiedad. El diagrama de barras múltiple de la figura 5.15 representa las distribuciones de frecuencias relativas del ítem A12 en los tres perfiles. En él podemos apreciar claramente lo que acabamos de describir, las frecuencias absolutas se recogen en la tabla 5.40.

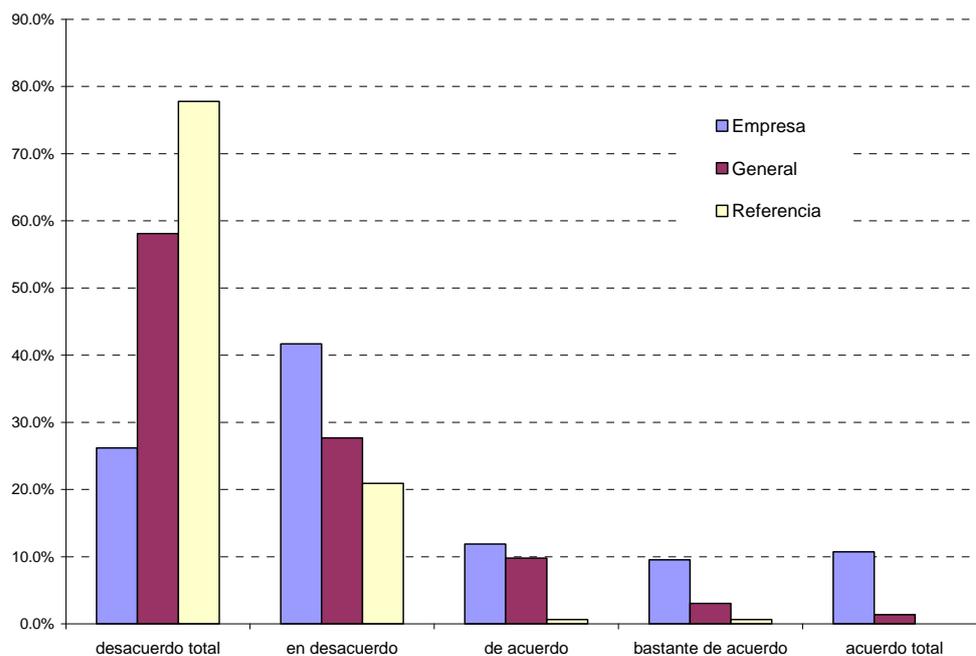


Figura 5.15. Diagramas de barras múltiples con los porcentajes de A12 (Toca clase de matemáticas ¡Qué horror!) por perfil

Tabla 5.40. Puntuaciones medias y frecuencias del ítem A12 por perfil

Perfil	Media	D.T.						Total	
			desacuerdo total	en desacuerdo	de acuerdo	bastante de acuerdo	acuerdo total		
Empresa	1.37	1.27	f	22	35	10	8	9	84
			%	26.2	41.7	11.9	9.5	10.7	
General	0.62	0.88	f	172	82	29	9	4	296
			%	58.1	27.7	9.8	3.0	1.4	
Referencia	0.24	0.49	f	119	32	1	1	0	153
			%	77.8	20.9	0.7	0.7	0.0	
Total	0.63	0.94	f	313	149	40	18	13	533
			%	58.7	28.0	7.5	3.4	2.4	

Para los ítems de la subescala de percepción de las habilidades propias, las mayores diferencias por perfil las encontramos en el ítem B1 (valor del estadístico Chi-cuadrado=31.99; g.l.=8; p=0.000), con un valor de gamma de 0.31, los porcentajes de acuerdo con este ítem por perfil se pueden ver en la tabla 5.41 y representados en la figura 5.16. En este caso, los ítems B7, B9, B11 y B14 no presentan diferencias significativas por perfil, B2 y B5 no presentan diferencias significativas entre empresa-general pero sí entre general-referencia y empresa-referencia.

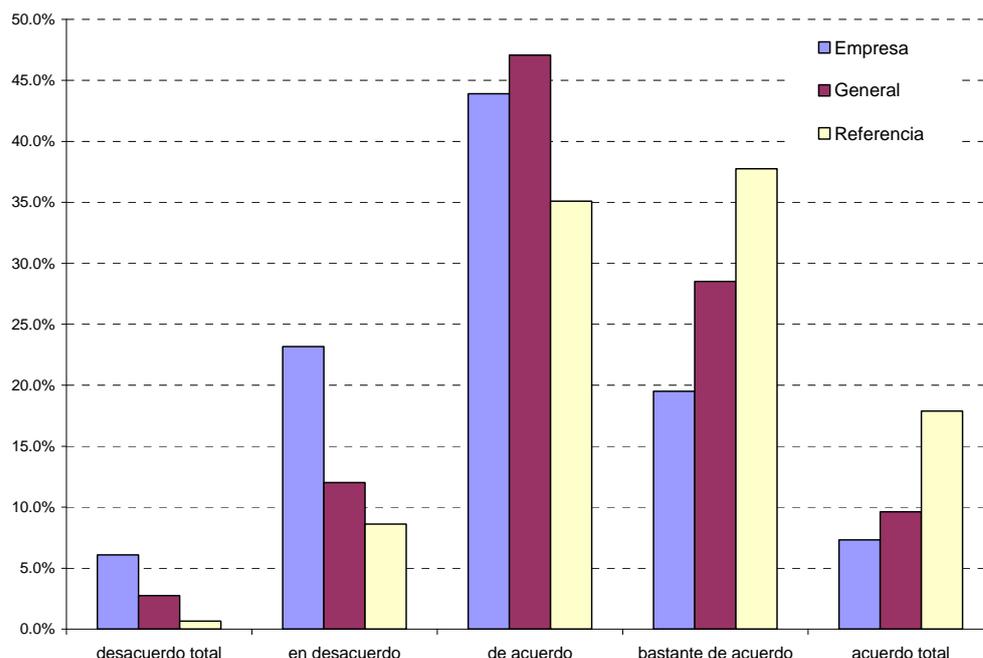


Figura 5.16. Diagramas de barras múltiples con los porcentajes de B1 (Las matemáticas se me dan bastante bien) por perfil

Tabla 5.41. Puntuaciones medias y frecuencias del ítem B1 por perfil

Perfil	Media	D.T.	desacuerdo total    en desacuerdo    de acuerdo    bastante de acuerdo    acuerdo total					Total	
			0	1	2	3	4		
Empresa	1.99	0.99	f	5	19	36	16	6	82
			%	6.1	23.2	43.9	19.5	7.3	
General	2.30	0.90	f	8	35	137	83	28	291
			%	2.7	12.0	47.1	28.5	9.6	
Referencia	2.64	0.90	f	1	13	53	57	27	151
			%	0.7	8.6	35.1	37.7	17.9	
Total	2.35	0.94	f	14	67	226	156	61	524
			%	2.7	12.8	43.1	29.8	11.6	

Para los ítems de la subescala de autopercepción de ineficacia, las mayores diferencias por perfil las encontramos en el ítem B12 (valor del estadístico Chi-cuadrado=70.47; g.l.=8; p=0.000), con un valor de gamma de -0.47, los porcentajes de acuerdo con este ítem por perfil se pueden ver en la tabla 5.42 y representados en la figura 5.17. Los otros cuatro ítems de ineficacia también presentan diferencias significativas por perfil en sus porcentajes, el estadístico Chi-cuadrado toma valores entre 20.14 para B8 y 35.61 para B11, la medida gamma entre -0.37 para B11 y -0.26 para B8. Sin embargo, B3 y B8 no presentan diferencias significativas entre general-referencia pero sí entre empresa-general y empresa-referencia.

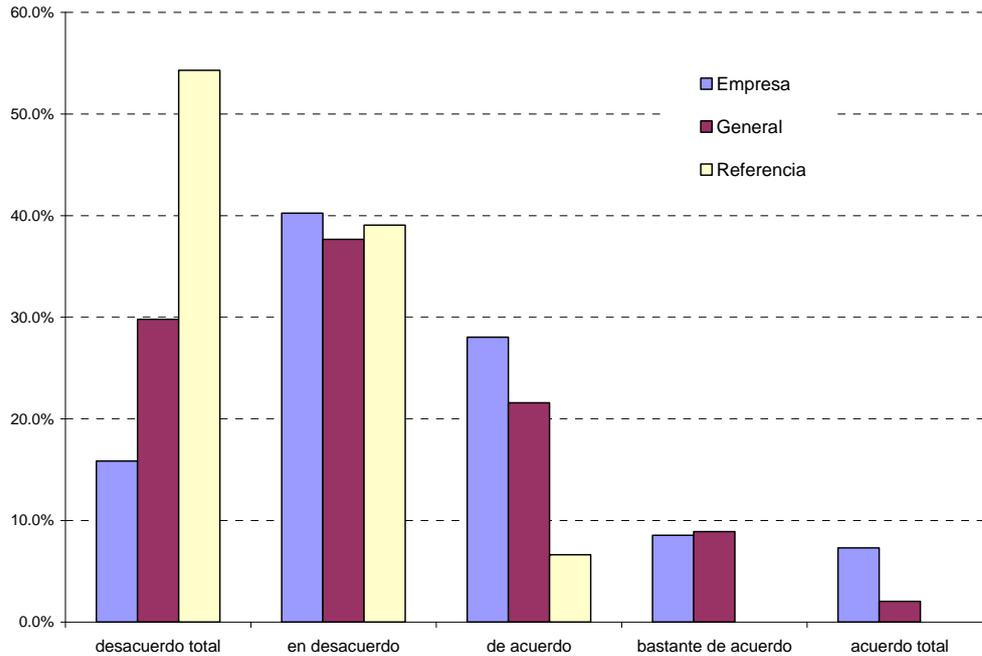


Figura 5.17. Diagramas de barras múltiples con los porcentajes de B12 (Normalmente he tenido dificultad con las matemáticas) por perfil

Tabla 5.42. Puntuaciones medias y frecuencias del ítem B12 por perfil

Perfil	Media	D.T.						Total	
			desacuerdo total	en desacuerdo	de acuerdo	bastante de acuerdo	acuerdo total		
Empresa	1.51	1.09	f	13	33	23	7	6	82
			%	15.9	40.2	28.0	8.5	7.3	
General	1.16	1.02	f	87	110	63	26	6	292
			%	29.8	37.7	21.6	8.9	2.1	
Referencia	0.52	0.62	f	82	59	10	0	0	151
			%	54.3	39.1	6.6	0.0	0.0	
Total	1.03	0.99	f	182	202	96	33	12	525
			%	34.7	38.5	18.3	6.3	2.3	

Respecto a los cinco ítems de la subescala de gusto por las matemáticas, el único ítem para el que el test Chi-cuadrado no detecta diferencias significativas por perfil (valor del estadístico=9.88; g.l.=8; p=0.27) es el C4: *Hoy tengo examen de matemáticas. Voy a ello con ganas*. El ítem C20 es el que presenta mayores diferencias por perfil (valor del estadístico Chi-cuadrado=80.30; g.l.=8; p=0.000), con un valor de gamma de 0.482, los porcentajes de acuerdo con este ítem por perfil se pueden ver en la tabla 5.43 y representados en la figura 5.18. Sin embargo, C1, C5 y C6 no presentan diferencias significativas entre empresa-general pero sí entre general-referencia y empresa-referencia.

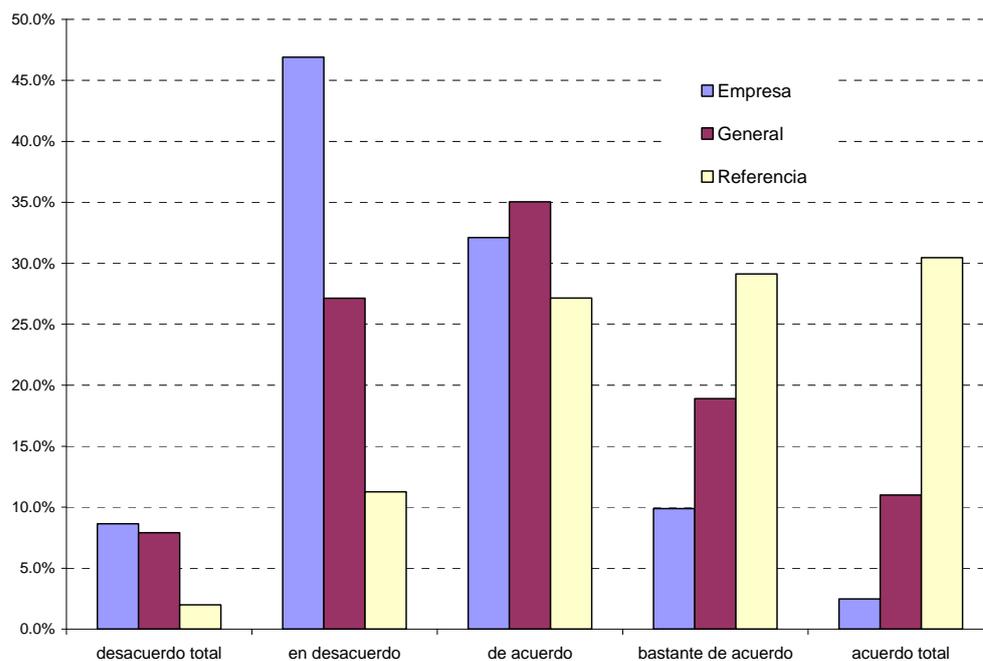


Figura 5.18.

Diagramas de barras múltiples con los porcentajes de C20 (*Soy un aficionado a las curiosidades matemáticas*) por perfil

Tabla 5.43.

Puntuaciones medias y frecuencias del ítem C20 por perfil

Perfil	Media	D.T.	desacuerdo total    en desacuerdo    de acuerdo    bastante de acuerdo    acuerdo total					Total	
			0	1	2	3	4		
Empresa	1.51	0.88	f	7	38	26	8	2	81
			%	8.6	46.9	32.1	9.9	2.5	
General	1.98	1.11	f	23	79	102	55	32	291
			%	7.9	27.1	35.1	18.9	11.0	
Referencia	2.75	1.07	f	3	17	41	44	46	151
			%	2.0	11.3	27.2	29.1	30.5	
Total	2.13	1.15	f	33	134	169	107	80	523
			%	6.3	25.6	32.3	20.5	15.3	

Cuando analizábamos las diferencias por perfil en la variable gusto, en el apartado anterior, comentamos que el gusto por las matemáticas parecía deficiente en la muestra de empresa e incluso en la general; además en el análisis de ítems en el apartado 5.3 vimos que las medias más bajas las tenían los ítems C5 (*Me gustan tanto las matemáticas que me suelo inventar y proponer nuevos problemas para resolverlos*) y C6 (*El profesor de matemáticas ha pedido voluntarios para participar en un concurso de matemáticas. ¡Me apuntaré!*), con porcentajes de acuerdo (categorías 2, 3 y 4) bastante menores que el resto de ítems formulados en positivo (30% y 40%, respectivamente). Si nos fijamos ahora en estos porcentajes para cada perfil (tabla 5.44)

vemos que en *empresa* sólo el 15% está de acuerdo con C5, el 28% en *general* y el 43% en *referencia*, para C6 estos porcentajes son del 35%, 43% y 61% respectivamente, es decir, más del 50% de los estudiantes de *empresa* y de *general* no participaría en un concurso de matemáticas voluntario, pero es que tampoco el 57% de los alumnos de la muestra de *referencia* se inventa problemas de matemáticas para resolverlos. En los otros tres ítems de la subescala de gusto los porcentajes de acuerdo son superiores al 44% en el perfil *empresa*, al 65% en el perfil *general* y al 80% en *referencia*.

Tabla 5.44.  
Puntuaciones medias y frecuencias de los ítems C5 y C6 por perfil

ítem	Perfil	Media	D.T.		desacuerdo	en	de	bastante de	acuerdo	Total	
					total	desacuerdo	acuerdo	acuerdo	total		
					0	1	2	3	4		
C5	Empresa	0.90	0.81	f	25	45	8	3	1	82	
				%	30.5	54.9	9.8	3.7	1.2		
	General	1.08	1.05	f	99	113	49	23	9	293	
				%	33.8	38.6	16.7	7.8	3.1		
	Referencia	1.46	1.02	f	26	61	37	25	3	152	
				%	17.1	40.1	24.3	16.4	2.0		
C6	Empresa	1.22	0.95	f	20	34	21	7	1	83	
				%	24.1	41.0	25.3	8.4	1.2		
	General	1.54	1.24	f	65	100	58	41	27	291	
				%	22.3	34.4	19.9	14.1	9.3		
	Referencia	2.08	1.31	f	18	40	33	30	29	150	
				%	12.0	26.7	22.0	20.0	19.3		

Respecto a los ítems de la subescala de rechazo de las matemáticas podemos decir que todos presentan diferencias significativas por perfil, los valores del estadístico Chi-cuadrado varían de 33.61 para C2 a 115.71 para C9 (g.l.=8 y p=0.000 en todos los casos), los de la medida ordinal de asociación gamma varían de -0.64 para C3 a -0.24 para C2, para C9 el valor de gamma es 0.58, indicando asociación positiva alta, los signos de la medida se corresponden claramente con el sentido del enunciado del ítem a favor o no del rechazo. Para C2 (*Las clases de matemáticas se me hacen eternas y muy pesadas*) no se muestran diferencias significativas entre general y referencia (g.l.=4; p=0.21). Como ejemplo damos el diagrama de barras múltiple para uno de los ítems de rechazo con mayores diferencias por perfil, en la figura 5.19 se representan las distribuciones de frecuencias relativas del ítem C3 (*Si me preguntan por uno de mis sueños preferidos, uno de ellos sería que no existiesen las matemáticas*) en los tres perfiles, las frecuencias absolutas se recogen en la tabla 5.45.

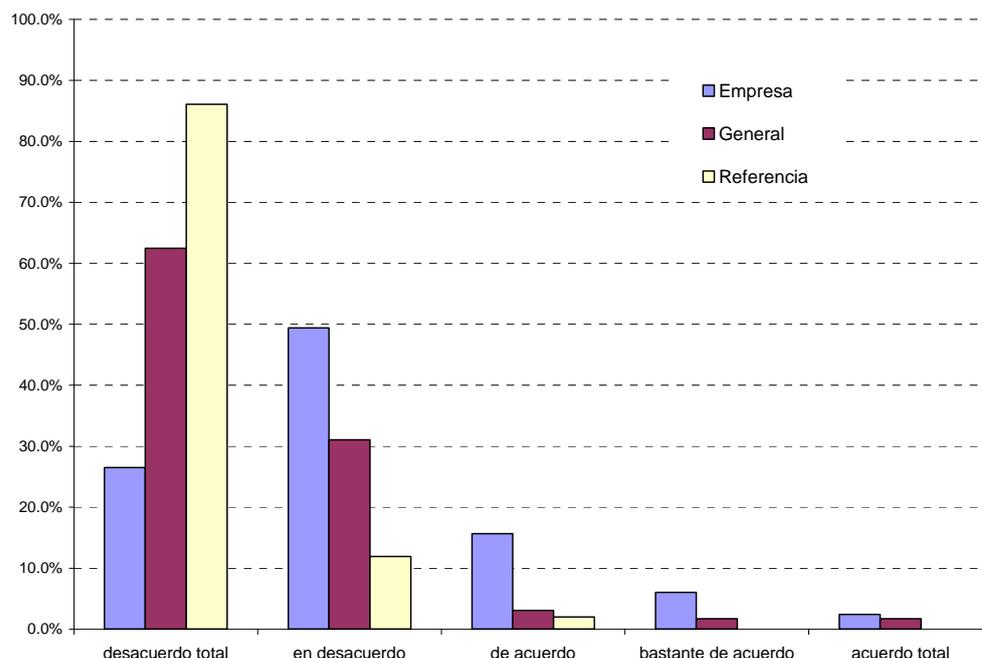


Figura 5.19. Diagramas de barras múltiples con los porcentajes de C3 (Si me preguntan por uno de mis sueños preferidos, uno de ellos sería que no existiesen las matemáticas) por perfil

Tabla 5.45. Puntuaciones medias y frecuencias del ítem C3 por perfil

Perfil	Media	D.T.	desacuerdo total    en desacuerdo    de acuerdo    bastante de acuerdo    acuerdo total					Total	
			0	1	2	3	4		
Empresa	1.08	0.94	f	22	41	13	5	2	83
			%	26.5	49.4	15.7	6.0	2.4	
General	0.49	0.79	f	183	91	9	5	5	293
			%	62.5	31.1	3.1	1.7	1.7	
Referencia	0.16	0.42	f	130	18	3	0	0	151
			%	86.1	11.9	2.0	0.0	0.0	
Total	0.49	0.79	f	335	150	25	10	7	527
			%	63.6	28.5	4.7	1.9	1.3	

Terminamos el análisis de ítems por perfil con los ocho ítems de la subescala de percepción de utilidad de las matemáticas. Para dos de ellos el test Chi-cuadrado no detecta diferencias significativas por perfil (C11: valor del estadístico=10.17; g.l.=8; p=0.25; C17: valor del estadístico=10.00; g.l.=8; p=0.27), la mayoría de los estudiantes de la muestra están de acuerdo con que *las matemáticas no son tan difíciles como dicen* (88%) y con que *una cierta comprensión de ellas es hoy en día esencial para cualquier ciudadano* (89%), independientemente del perfil de sus estudios. Para los otros seis ítems el estadístico Chi-cuadrado toma valores entre 19.13 (p=0.014) para C16 y 76.80 (p=0.000) para el C15, por tanto, en todos ellos se detectan diferencias significativas por

perfil en las respuestas. Además, el valor absoluto de la medida gamma para estos seis ítems toma valores entre 0.19 (C16) y 0.52 (C15), siendo su signo positivo para los ítems formulados en positivo respecto a la escala de utilidad y negativo en caso contrario. El diagrama de barras múltiple de la figura 5.20 representa las distribuciones de frecuencias relativas del ítem que presenta las mayores diferencias por perfil, *las matemáticas me ayudan a pensar y razonar*, las correspondientes frecuencias absolutas se recogen junto con las relativas en la tabla 5.46. Por otra parte, el ítem C16 (*los conceptos matemáticos no se aplican fuera de las aulas*) no presenta diferencias significativas entre general-referencia (g.l.=4; p=0.32) pero sí entre los otros dos pares.

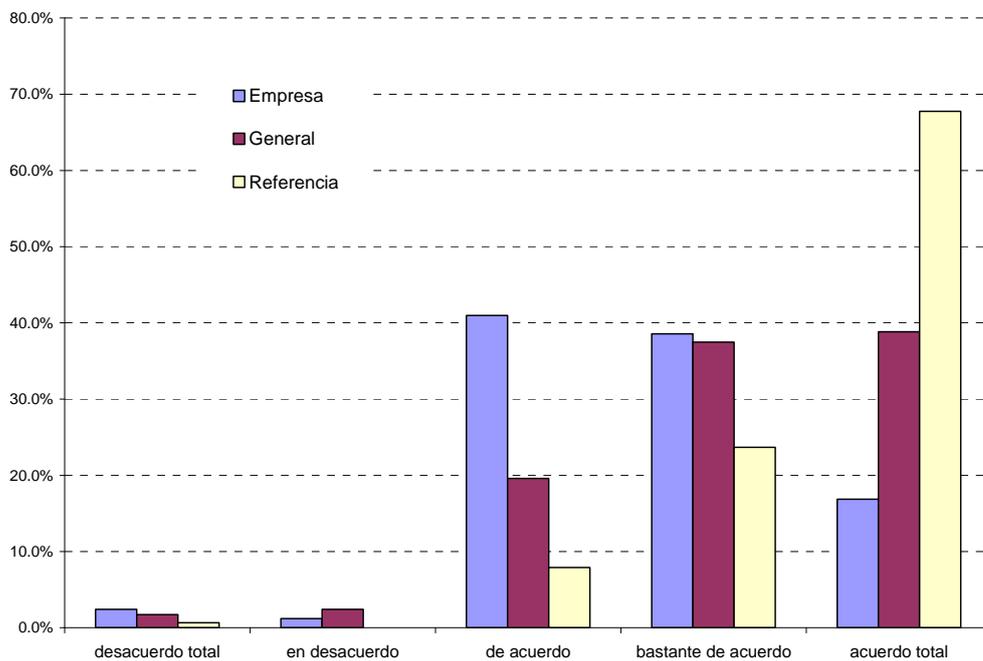


Figura 5.20. Diagramas de barras múltiples con los porcentajes de C15 (*Las matemáticas me ayudan a pensar y razonar*) por perfil

Tabla 5.46. Puntuaciones medias y frecuencias del ítem C15 por perfil

Perfil	Media	D.T.		desacuerdo total	en desacuerdo	de acuerdo	bastante de acuerdo	acuerdo total	Total
				0	1	2	3	4	
Empresa	2.66	0.86	f	2	1	34	32	14	83
			%	2.4	1.2	41.0	38.6	16.9	
General	3.09	0.91	f	5	7	57	109	113	291
			%	1.7	2.4	19.6	37.5	38.8	
Referencia	3.58	0.70	f	1	0	12	36	103	152
			%	0.7	0.0	7.9	23.7	67.8	
Total	3.17	0.90	f	8	8	103	177	230	526
			%	1.5	1.5	19.6	33.7	43.7	

Por tanto, podemos concluir que en todos los ítems de las tres escalas con diferencias significativas por perfil de los estudios existe una asociación positiva entre dicho perfil y el enunciado del ítem, considerando el orden del perfil de los estudios de menos a más matemático: empresa, general y referencia.

### 5.2.7. Estudio de creencias a través de asociaciones verbales con la palabra “*Matemáticas*”.

A continuación describiremos las asociaciones verbales que han hecho los alumnos de nuestra muestra al contestar a la pregunta abierta del cuestionario: *¿Con qué asocias la palabra “Matemáticas”?* Debemos tener en cuenta que, como se indica en la tabla 5.47, 457 estudiantes realizaron alguna asociación, de ellos, 278 realizaron exactamente una, 116 realizaron dos y 63 tres ó más asociaciones, los 88 estudiantes restantes no realizaron ninguna.

Tabla 5.47.

*Número de estudiantes que han realizado ninguna, una, dos, y tres ó más asociaciones verbales con la palabra “matemáticas” y total de asociaciones recogidas, separando muestra GEST/Diplo. y referencia*

	GEST/D.	Referencia	Total
Ninguna asociación verbal	64	24	88
1 asociación verbal	212	66	278
2 asociaciones verbales	77	39	116
3 ó más asociaciones verbales	38	25	63
Total estudiantes	391	154	545
Total asociaciones verbales recogidas	478	219	697

En la tabla 5.48 se muestra la frecuencia de las treinta y tres asociaciones que han escrito al menos dos estudiantes de la muestra GEST/Diplo. como respuesta a la pregunta abierta, por orden descendente de frecuencia en la muestra total. Además se incluye el porcentaje de estudiantes que realizó cada una de ellas, separando las muestras GEST/Diplo. y referencia. Destacamos que el 31% de los estudiantes de la muestra GEST/Diplo. asocia la palabra “*matemáticas*” con *números*, porcentaje que se reduce a un 12% en la muestra de referencia, la disminución en el porcentaje es también importante para las asociaciones *cálculo*, *problemas* y *cuentas/operaciones*. Sin embargo, la diferencia en el porcentaje se invierte, pasando a tener bastante mayor porcentaje en referencia en asociaciones como: *razonar/razonamiento/lógica*, *entretenimiento/diversión/juego*, *mi vida/mi futuro*, ó *abstracto*.

Tabla 5.48.

*Asociaciones verbales más frecuentes con la palabra “matemáticas”, separando muestra GEST/Diplo. y referencia*

Códigos	Asociaciones verbales más frecuentes	GEST/Diplom.		Referencia		Total	
		F	%	F	%	F	%
1	números	102	31.2%	16	12.3%	118	25.8%
2	razonar/razonamiento/lógica	32	9.8%	23	17.7%	55	12.0%
3	cálculo	38	11.6%	3	2.3%	41	9.0%
4	problemas	33	10.1%	4	3.1%	37	8.1%
5	entretenimiento/diversión/juego	19	5.8%	17	13.1%	36	7.9%
6	cuentas/operaciones	28	8.6%	3	2.3%	31	6.8%
7	superación/reto/desafío	12	3.7%	11	8.5%	23	5.0%
8	utilidad/interés/importancia	12	3.7%	11	8.5%	23	5.0%
9	mucho estudio/esfuerzo/sacrificio	17	5.2%	5	3.8%	22	4.8%
10	solucionar problemas	14	4.3%	7	5.4%	21	4.6%
11	interesante/aplicado	8	2.4%	10	7.7%	18	3.9%
12	pensar	12	3.7%	6	4.6%	18	3.9%
13	ciencias/ciencia	12	3.7%	6	4.6%	18	3.9%
14	inteligencia	14	4.3%	4	3.1%	18	3.9%
15	abstracto	3	0.9%	10	7.7%	13	2.8%
16	conocimiento/saber	6	1.8%	7	5.4%	13	2.8%
17	mi vida/mi futuro	2	0.6%	10	7.7%	12	2.6%
18	miedo/desagrado	8	2.4%	1	0.8%	9	2.0%
19	fórmulas	8	2.4%	1	0.8%	9	2.0%
20	demostraciones	1	0.3%	7	5.4%	8	1.8%
21	exactitud	5	1.5%	3	2.3%	8	1.8%
22	Grecia/griegos/letras griegas	5	1.5%	0	0.0%	5	1.1%
23	álgebra	5	1.5%	0	0.0%	5	1.1%
24	incógnita/enigma	3	0.9%	1	0.8%	4	0.9%
25	me gusta	3	0.9%	1	0.8%	4	0.9%
26	constancia	3	0.9%	1	0.8%	4	0.9%
27	estudios	2	0.6%	1	0.8%	3	0.7%
28	lenguaje esencial/algo necesario	2	0.6%	1	0.8%	3	0.7%
29	investigación	2	0.6%	1	0.8%	3	0.7%
30	mis asignaturas de estadística	3	0.9%	0	0.0%	3	0.7%
31	probabilidades	3	0.9%	0	0.0%	3	0.7%
32	objetividad	2	0.6%	0	0.0%	2	0.4%
33	geometría	2	0.6%	0	0.0%	2	0.4%
	Otras	57	17.4%	48	36.9%	105	23.0%
	Total asociaciones verbales	478		219		697	
	Total estudiantes*	327		130		457	

\* Los porcentajes están calculados sobre el total de estudiantes que ha realizado alguna asociación

Tratando de reducir el número de categorías consideradas en la tabla 5.48 y al mismo tiempo de incorporar un mayor número de asociaciones y, por tanto, de estudiantes a la clasificación de las asociaciones verbales (todas las asociaciones de cuarenta y siete estudiantes se han clasificado en la categoría de otras en la tabla 5.48), hemos incluido la tabla 5.50, que resume en once categorías las asociaciones que han dado 442 estudiantes de nuestra muestra (las asociaciones de sólo quince estudiantes quedarían fuera de esta clasificación). Ejemplos de algunas de las asociaciones no

clasificadas en estas once categorías son: música, locura, letras, Pitágoras, poesía,... Esta clasificación se ha hecho adaptando a nuestro contexto la categorización que Hidalgo, Maroto y Palacios (2015, 8) consideraron para estudiar las creencias matemáticas de una muestra de futuros maestros. Esta clasificación se reparte en cuatro categorías: *Cognición matemática*, *Afectividad del alumno*, *Epistemología* y *Enseñanza*; subdivididas a su vez en otras. En concreto, nosotros hemos considerado las once subcategorías que se incluyen en la tabla 5.50, estructuradas como sigue:

- ✓ Afectividad del alumno, subdividida en cinco tipos de asociaciones verbales relacionadas con el *gusto* por la matemática, la *utilidad* de las matemáticas, la *dificultad* de las matemáticas, el *autoconcepto* matemático y la percepción de *ansiedad* hacia las matemáticas.
- ✓ Epistemología en el sentido de teoría del conocimiento, diferenciando las asociaciones referidas a la *Matemática* como ciencia (*epistemología matemática*) de las referidas al estudiante de matemáticas (aptitudes).
- ✓ Cognición matemática, subdividida en *contenidos matemáticos* y metacognición (asociaciones referidas a estrategias matemáticas de aprendizaje y resolución de problemas). Entre las primeras separamos las asociaciones referidas a probabilidad o estadística en la subcategoría de *contexto estadístico* que incluimos en la siguiente categoría.
- ✓ Enseñanza, subdividida en dos categorías *contexto estadístico* y *contexto matemático* propiamente dicho. La primera, podría considerarse en parte subcategoría de cognición matemática.

Tabla 5.49.

*Categorías de clasificación de asociaciones verbales con la palabra “matemáticas”*

<i>Categorías de clasificación</i>	<i>Códigos de asociaciones verbales según tabla anterior y algunos ejemplos de asociaciones añadidas en esta clasificación considerados como Otras en la anterior</i>
Gusto	5, 25, <b>aburridas, desprecio</b> , placer, belleza, elegancia, libertad
Utilidad	8, 11, 17, 28, ingeniería, avance, futuro excelente, naturaleza, universo,...
Dificultad	<b>9</b> , fácil, <b>difícil</b>
Autoconcepto	7, orgullo, medir capacidades,...
Ansiedad	<b>18, nervios, desconcierto, aterrador</b> , hormigueo
Epistemología matemática	13, 16, 22, 24, 27, 29, aprender
Aptitudes del estudiante	2, 12, 14, 21, 26, 32, curiosidad, atención, paciencia, esmero
Contenidos matemáticos	1, 3, 6, 19, 20, 23, 33, integrales, trigonometría, teoremas, ecuación,...
Metacognición	4, 10, 15, buscar relaciones, orden, no memorizar, generalización,...
Enseñanza Matemáticas	profesores antiguos, grado en matemáticas, asignatura, buen ambiente F.
Contexto Estadística	30, 31

\* Se marcan en **negrita** las asociaciones consideradas de signo negativo

La correspondencia entre estas categorías y las treinta y tres asociaciones de mayor frecuencia en la muestra GEST se indica en la tabla 5.49, así como ejemplos del resto de asociaciones verbales incorporadas a la clasificación. De este modo se clasifican creencias sobre todo respecto del objeto (las matemáticas), pero también respecto del contexto social y del yo. Las frecuencias de estas asociaciones verbales en las once categorías se presentan en las dos últimas columnas de la tabla 5.50, así como las correspondientes a los tres perfiles de estudios universitarios contemplados en esta investigación.

Tabla 5.50.  
*Frecuencias de asociaciones verbales con la palabra “matemáticas”, por perfil, según clasificación en once categorías*

Categorías de clasificación	Empresa		General		Referencia		Total	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Gusto	4	6%	22	9%	25	20%	51	12%
Utilidad	7	10%	28	11%	41	33%	76	17%
Dificultad	6	8%	12	5%	7	6%	25	6%
Autoconcepto	4	6%	10	4%	12	10%	26	6%
Ansiedad	7	10%	5	2%	2	2%	14	3%
Epistemología matemática	6	8%	28	11%	19	15%	53	12%
Aptitudes del estudiante	14	20%	57	23%	40	32%	111	25%
Contenidos matemáticos	40	56%	151	61%	35	28%	226	51%
Metacognición	10	14%	47	19%	28	23%	85	19%
Enseñanza Matemáticas	0	0%	2	1%	2	2%	4	1%
Contexto Estadística	4	6%	3	1%	0	0%	7	2%
Total asociaciones	102		365		211		678	
Total estudiantes*	71		247		124		442	

\* Los porcentajes están calculados respecto al total de estudiantes que se incluye en la última fila, los que han realizado alguna asociación de las aquí clasificadas

La categoría con mayor número de asociaciones en la muestra total es la de *contenidos matemáticos*, esto se mantiene tanto en empresa como en general pero no en referencia, en este perfil la frecuencia mayor es para *utilidad*, casi igualada con *aptitudes del estudiante*. Otras cuestiones a destacar son la diferencia en el porcentaje de estudiantes que hacen una asociación relacionada con la ansiedad, 10% en empresa frente al 2% en los otros dos perfiles, y la diferencia entre el 20% de estudiantes de referencia que hacen una asociación relacionada con el *gusto* frente al 6% de empresa o el 9% de general, las diferencias en los porcentajes para *utilidad* son semejantes a las de *gusto*.

Consideramos necesario añadir a esta clasificación de las asociaciones verbales una variable que indique el signo de ellas, según se hayan expresado en términos positivo, negativo, neutro ó ambivalente (varias respuestas contradictorias y/o

complementarias). Esta asignación del signo la hacemos por estudiante, teniendo en cuenta la asociación o asociaciones hechas por cada uno; por ejemplo, consideramos de signo ambivalente las asociaciones de un estudiante que indica *me gustan aunque requieren mucho esfuerzo*. Las asociaciones consideradas de signo negativo se marcan en negrita en la tabla 5.49, el resto son de signo positivo como *placer, belleza, elegancia, avance,...* o neutro como las de *contenidos matemáticos, ingeniería, naturaleza, universo,...* Las tablas 5.51 y 5.52 muestran cómo se reparten las frecuencias del signo en cada una de las cuatro categorías (*Cognición, Afectividad, Epistemología y Enseñanza*) para los estudiantes que han realizado una ó dos asociaciones verbales de esta clasificación, respectivamente. En ellas observamos que el signo neutro se corresponde mayoritariamente con asociaciones clasificadas en *cognición y epistemología* mientras los signos positivo y negativo con las de *afectividad*. Respecto al signo ambivalente, solamente nueve estudiantes han realizado asociaciones que se han considerado ambivalentes, los nueve han apuntado una, dos o las tres asociaciones relacionadas con la afectividad. Entre los 63 estudiantes que han apuntado tres asociaciones, 22 se clasificaron de signo neutro, 33 de signo positivo, 4 de signo negativo y 4 ambivalentes.

Tabla 5.51.  
Número de estudiantes que apuntan una única asociación verbal con la palabra “matemáticas”, por categoría y signo de la asociación

Categoría	Signo				Total
	Neutro	Positivo	Negativo	Ambivalente	
Afectividad	7	64	20	1	92
Epistemología	69	1	0	0	70
Cognición	85	5	0	0	90
Enseñanza	7	1	0	0	8
Total	168	71	20	1	270

Tabla 5.52.

*Número de estudiantes que apuntan dos asociaciones verbales con la palabra “matemáticas”, por categorías de éstas y signo*

Signo	Categoría de la primera asociación	Categoría de la segunda asociación				Total
		Afectividad	Epistemología	Cognición	Enseñanza	
Neutro	Epistemología	1	8	4	0	13
	Cognición	0	13	41	1	55
	Total	1	21	45	1	68
Positivo	Afectividad	6	4	3		13
	Epistemología	3	0	0		3
	Cognición	6	2	6		14
	Total	15	6	9		30
Negativo	Afectividad	0	2	2		4
	Epistemología	1	0	0		1
	Cognición	2	0	0		2
	Total	3	2	2		7
Ambivalente	Afectividad	4				4
Total	Afectividad	10	6	5	0	21
	Epistemología	5	8	4	0	17
	Cognición	8	15	47	1	71
	Total	23	29	56	1	109

La siguiente tabla muestra la distribución de frecuencias del signo de la asociación verbal por perfil de los estudios (tabla 5.53). Existe una asociación clara, estadísticamente significativa, entre el signo de las asociaciones verbales del alumno y su perfil de estudios (valor del estadístico Chi-cuadrado =32.75; g.l.=6; p=0.000). Destacamos que el 46% de los estudiantes de referencia realizan asociaciones de signo positivo, frente al 16% de empresa o el 26% de general; de forma opuesta, el 16% de los estudiantes de empresa escriben asociaciones negativas, frente al 7% de general ó el 4% de referencia. La observación siguiente apunta en la misma dirección, en empresa el signo positivo y negativo están igualados a 15%, en general y referencia predomina el signo positivo frente al negativo, aunque en esta última la diferencia en el porcentaje sea bastante mayor.

Tabla 5.53.

*Distribución de estudiantes según el signo de su/s asociación/es verbales con la palabra “matemáticas”, para cada perfil de estudios*

Perfil		Signo asociación verbal				Total
		Neutro	Positivo	Negativo	Ambivalente	
Empresa	f	47	11	11	2	71
	%	66.2%	15.5%	15.5%	2.8%	
General	f	164	66	17	3	250
	%	65.6%	26.4%	6.8%	1.2%	
Referencia	f	60	59	5	4	128
	%	46.9%	46.1%	3.9%	3.1%	
Total	f	271	136	33	9	449
	%	60.4%	30.3%	7.3%	2.0%	

Consideramos también interesante estudiar la distribución del signo de las asociaciones verbales por curso, distinguiendo estudiantes de nuevo ingreso y entre ellos los que apuntaron el límite de plazas en otras titulaciones como razón para matricularse en sus estudios, lo estudiamos en la muestra GEST/Diplo., en la que se centra nuestro interés. Para ello incluimos la tabla 5.54, en la que se observa la asociación estadísticamente significativa entre el signo de las asociaciones verbales realizadas por los estudiantes y su situación académica en la universidad (valor del estadístico Chi-cuadrado =23.11; g.l.=9; p=0.006). Fijándonos en las columnas centrales, correspondientes a los signos positivo y negativo, observamos que sólo para los estudiantes de nuevo ingreso en la universidad que apuntan el límite de plazas como razón para matricularse del grado, el signo negativo tiene un porcentaje mayor que el positivo y que la mayor diferencia en el sentido opuesto es para los estudiantes de segundo, con sólo un 5% de asociaciones negativas. Aunque es verdad que las asociaciones son en su mayoría neutras en todos los casos.

Tabla 5.54.  
Distribución de estudiantes GEST/Diplo. según el signo de su/s asociación/es verbales con la palabra “matemáticas”, por curso, teniendo en cuenta LP y NI

Curso/NI/LP		Signo asociación verbal				Total
		Neutro	Positivo	Negativo	Ambivalente	
Nuevo Ingreso LP	F	38	4	7	2	51
	%	74.5%	7.8%	13.7%	3.9%	100.0%
Nuevo Ingreso no LP	F	83	52	10	2	147
	%	56.5%	35.4%	6.8%	1.4%	100.0%
Primero no Nuevo Ingreso	F	46	17	6	0	69
	%	66.7%	24.6%	8.7%	0.0%	100.0%
Segundo	F	93	60	8	5	166
	%	56.0%	36.1%	4.8%	3.0%	100.0%
Total	F	260	133	31	9	433
	%	60.0%	30.7%	7.2%	2.1%	100.0%

Para terminar consideramos, en la tabla 5.55 que se muestra a continuación, la distribución del signo de las asociaciones verbales por AMB de la distribución conjunta con los porcentajes para cada perfil. En ella también detectamos asociación significativa (valor del estadístico Chi-cuadrado =9.69; g.l.=3; p=0.021), el signo positivo de las asociaciones verbales predomina sobre el negativo tanto en los estudiantes que cursaron la asignatura MCCSS en Bachillerato (23% positivos y 10% negativos) como en los que cursaron Matemáticas (36% positivos y 5% negativos), pero para estos últimos la diferencia es mucho mayor.

Tabla 5.55.  
*Distribución de estudiantes GEST/Diplo. según el signo de su/s asociación/es verbales con la palabra “matemáticas”, por AMB*

AMB		Signo asociación verbal				Total
		Neutro	Positivo	Negativo	Ambivalente	
MCCSS	F	111	38	16	3	168
	%	66.1%	22.6%	9.5%	1.8%	100.0%
Matemáticas	F	149	93	14	6	262
	%	56.9%	35.5%	5.3%	2.3%	100.0%
Total	F	260	131	30	9	430
	%	60.5%	30.5%	7.0%	2.1%	100.0%

### **5. 3. Análisis del conocimiento matemático**

En este apartado nos ocupamos de la parte cognitiva, partiendo de la prueba de conocimiento y destrezas matemáticas que se pasó a los estudiantes junto al resto del cuestionario. Los enunciados de las seis preguntas de la prueba de conocimiento, preguntas CM, se encuentran en la tabla 4.18 del tema anterior y en el anexo III. Primero analizaremos los resultados de cada pregunta por separado y después transformaremos la suma de estas puntuaciones asignadas a cada estudiante, en una escala que se asemeje a las que hemos utilizado en los apartados anteriores para la parte afectiva. Como resultado de lo anterior, definiremos la variable conocimiento matemático, que utilizaremos para establecer comparaciones y, en los siguientes apartados, para el estudio de correlaciones y análisis cluster. También analizaremos en este apartado el tiempo empleado por los estudiantes en contestar a las seis preguntas.

#### **5.3.1. Análisis de los resultados de las preguntas CM en la muestra completa y comparación con PISA**

En primer lugar comentamos que los porcentajes de no respuesta a cada una de las seis preguntas CM son, respectivamente: 0.6%; 2.4%, 11.4%, 1.3%, 4.8% y 5.3%. La pregunta que menos alumnos contestaron fue la de cantidad, a la que no respondieron 62 de los 545 estudiantes de la muestra total, seguida de la pregunta de solución de problemas, sexta, a la que no respondieron 29, la que más alumnos contestaron fue la primera seguida de la cuarta, las dos de menor dificultad en la escala PISA 2003, hubo 3 y 7 estudiantes que no las contestaron. El 83% de los estudiantes contestaron a todas las preguntas CM, un 11% dejó una sin contestar, un 4% dos sin

contestar, un 1% tres sin contestar y otro 1% (5 estudiantes) contestaron sólo una o dos preguntas.

En la tabla 5.56 presentamos el porcentaje de éxito en cada una de las preguntas sobre CM, junto con los obtenidos en PISA 2003 por el conjunto de la OCDE, de España y de las Comunidades Autónomas de Castilla y León y Cataluña (comunidades con muestra representativa en PISA 2003 y representación en nuestra muestra). Los porcentajes de éxito para cada pregunta son significativamente superiores a todos los de PISA 2003, como corresponde a la mayor madurez y nivel académico de los alumnos de nuestra muestra, además de haber elegido un itinerario científico en la universidad.

Tabla 5.56.

Porcentajes para cada puntuación de cada una de las preguntas CM en la muestra total y comparación con los de PISA 2003

Pregunta	Puntuación	Dificultad escala PISA	Frecuencia Muestra	Porcentajes				
				Muestra	OCDE	España	C. y León	Cataluña
1	0	-	27	5.0%	63.7%	61.6%	55.4%	66.1%
	2	611	518	95.0%	36.3%	38.4%	<b>44.6%</b>	33.9%
2	0	-	45	8.3%	63.1%	60.5%	53.4%	56.9%
	1	605	185	33.9%	19.9%	23.7%	<b>26.7%</b>	24.9%
	2	666	138	25.3%	9.0%	8.3%	<b>11.3%</b>	6.2%
	3	723	177	32.5%	8.0%	7.5%	8.6%	<b>12.0%</b>
3	0	-	163	29.9%	-	-	-	-
	1	-	143	26.2%	-	-	-	-
	2	-	239	43.9%	-	-	-	-
4	0	-	68	12.5%	37.0%	40.4%	35.6%	37.9%
	1	503	477	87.5%	63.0%	59.6%	<b>64.4%</b>	62.1%
5	0	-	160	29.4%	64.3%	73.2%	68.7%	69.4%
	1	615	385	70.6%	<b>35.7%</b>	26.8%	31.3%	30.6%
6	0	-	150	27.5%	64.3%	63.0%	60.2%	57.5%
	1	602 (SP)	66	12.1%	9.3%	8.8%	7.2%	<b>13.6%</b>
	2	629 (SP)	329	60.4%	26.4%	28.2%	<b>32.6%</b>	28.9%

### 5.3.2. Distribución y transformación de la variable conocimiento matemático

En la figura 5.21, que se presenta a continuación, podemos observar la distribución de frecuencias de la variable conocimiento matemático, calculada como la suma del primero de los dígitos de las seis variables CM dividida entre tres. El primer dígito de estas variables indica la puntuación que el estudiante ha obtenido en la pregunta correspondiente de la tabla 4.18, según los criterios de calificación de PISA

2003, indicados en la segunda parte del anexo III. Los porcentajes de las puntuaciones máximas y parciales de cada pregunta sobre CM, en la muestra completa, se han indicado en la tabla 5.56. La suma de las seis puntuaciones es un valor entero entre 0 y 12, la división entre tres se aplica para que el rango de valores de la variable conocimiento matemático sea el mismo que el de las escalas de los apartados anteriores. En la misma figura, a la derecha, observamos la distribución de la variable transformada, como hemos indicado en el primer párrafo del apartado 5.2.2 para las variables del dominio afectivo, junto a la curva de densidad normal. La primera distribución presenta una ligera asimetría negativa, corregida en la segunda, como muestran los valores de los estadísticos de asimetría y curtosis de la tabla 5.57. El histograma de la izquierda muestra mayor frecuencia en las calificaciones altas, como corresponde el perfil científico de los estudiantes de nuestra muestra, cuestión que ya observamos en la mayoría de las variables del dominio afectivo.

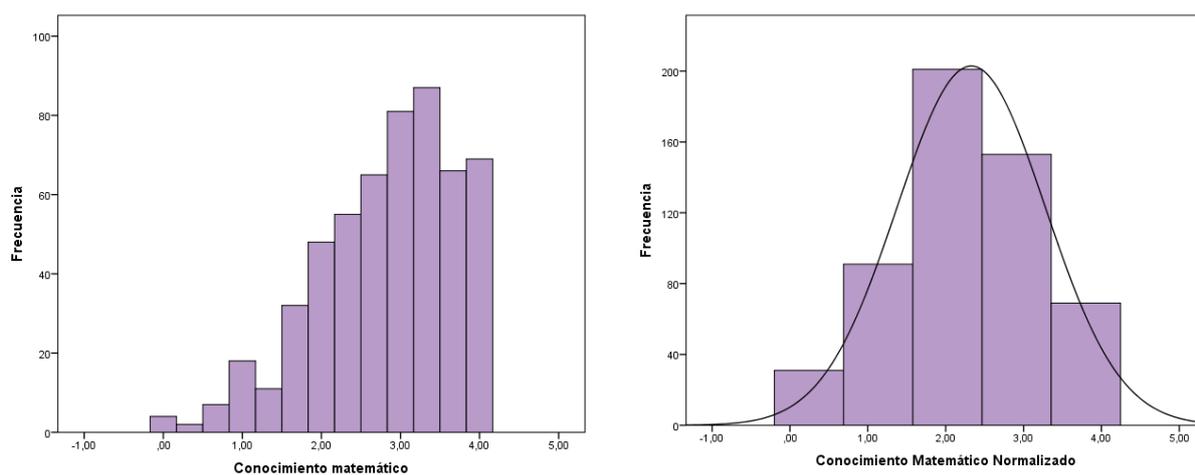


Figura 5.21.

*Histogramas de la variable conocimiento matemático y su transformada para normalizar la distribución*

El conocimiento matemático medio de la muestra en la escala transformada es de 2.33 con una desviación típica de 0.95 (tabla 5.57). En el diagrama de caja de la figura 5.22 observamos cinco valores atípicos, los cuatro valores bajos corresponden a la suma de calificaciones menores o iguales que tres y el valor máximo es el que corresponde a la suma doce, 31 estudiantes tienen calificaciones coincidentes con esos cuatro valores bajos y 69 estudiantes tienen la máxima calificación en la prueba. Por tanto el 18% de la muestra tendría valores atípicos para conocimiento matemático, porcentaje que es demasiado alto para una distribución normal.

Tabla 5.57.  
Características de conocimiento matemático en la muestra completa

	N	Mínimo	Máximo	Media	D.T.	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	E.T.	Estadístico	E.T.
Conocimiento	545	0.00	4.00	2.33	0.95	-0.08	0.10	-0.14	0.21

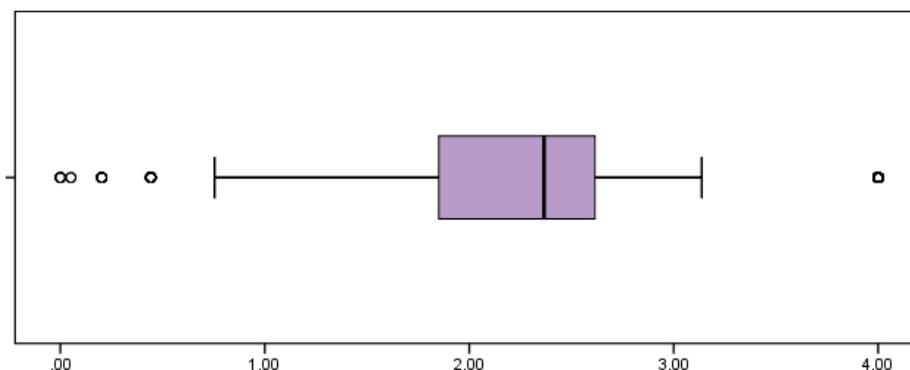


Figura 5.22.  
Diagrama de caja de conocimiento matemático en la muestra completa

Al separar la muestra GEST/Diplo. de la muestra de referencia, la distribución de conocimiento matemático en la primera puede considerarse cercana a la normal, aunque no en la segunda, que presenta una clara asimetría negativa, el 29% de los estudiantes de la muestra de referencia tienen la máxima calificación en la prueba de conocimiento. Esto se observa en los diagramas de caja de la figura 5.23 y en los valores de los coeficientes de asimetría y curtosis de la tabla 5.58.

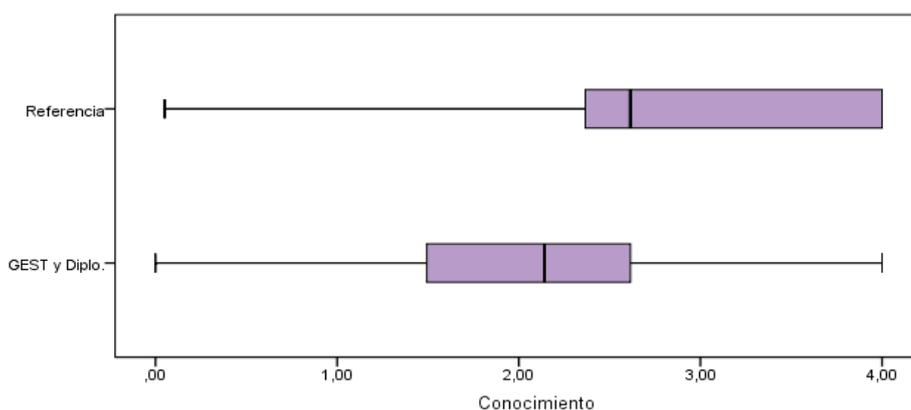


Figura 5.23.  
Diagramas de caja conocimiento matemático en las muestras GEST/Diplo. y referencia.

Tabla 5.58.  
Características conocimiento en las muestras GEST/Diplomatura y referencia.

V.R.	Muestra	N	Mín.	Máx.	Media	D.T.	Asimetría		Curtosis	
							Estad.	E.T.	Estad.	E.T.
Conocimiento	GEST/D	391	0.00	4.00	2.11	0.89	-0.11	0.12	0.14	0.25
	Ref.	154	0.05	4.00	2.87	0.90	-0.29	0.20	-0.48	0.39

A partir de aquí, cuando analicemos el conocimiento matemático utilizaremos esta escala, transformada como hemos indicado, aunque de todas las variables que utilizamos para estudiar el perfil matemático de los estudiantes, ésta es la que tiene la distribución más alejada de la normal, sobre todo en la muestra de referencia. Por ello añadiremos contrastes no paramétricos para establecer comparaciones, cuando el tamaño muestral lo aconseje.

### **5.3.3. Análisis del conocimiento matemático de los estudiantes de grados en estadística.**

Como ya hemos hecho con las variables del dominio afectivo matemático, para estudiar el conocimiento matemático en los estudiantes de grados en estadística, en primer lugar consideramos las características de la variable de interés en la muestra GEST/Diplo. y las comparamos con las de la muestra de referencia, después distinguimos los dos perfiles mayoritarios de los grados en estadística, empresa y general, sin abandonar la comparación con la muestra de referencia, y hacemos el estudio con mayor detalle.

Respecto a la primera cuestión, la diferencia del conocimiento matemático de los estudiantes de grados en estadística con respecto al de la muestra de referencia se hace patente tanto gráfica como numéricamente. El nivel de destrezas matemáticas es menor en los primeros. Las diferencias gráficas y de forma de la distribución se han apuntado en el apartado anterior. En cuanto a las numéricas, podemos decir que la diferencia en el porcentaje de estudiantes que han conseguido la máxima calificación es significativa (6% en la muestra GEST/Diplo. frente al 29% en referencia,  $p < 0.01$ ). Tanto los contrastes paramétricos (test t) como los no paramétricos (Wilcoxon y Kolmogorov-Smirnov) detectan diferencias significativas en localización con niveles de significación menores de 0.001. El conocimiento medio en GEST/Diplo. es de 2.11 y sube a 2.87 en referencia, las medianas respectivas son 2.14 y 2.62.

Respecto a la segunda cuestión planteada, estudiaremos las diferencias en las destrezas matemáticas entre los tres perfiles formativos, no solamente, a través de la variable conocimiento, sino, también, estudiando posibles diferencias por perfil en las respuestas a cada una de las preguntas CM.

### Análisis del conocimiento matemático por perfil formativo

En primer lugar analizamos las características descriptivas de conocimiento matemático en los tres perfiles de estudios universitarios que nos ocupan, para ello incluimos la tabla 5.59 y la figura 5.24. En la primera observamos que, tanto en media como en cuartiles, se detecta un crecimiento del conocimiento matemático acorde con nuestra categorización del perfil matemático de los estudios.

Tabla 5.59.  
*Características de la variable conocimiento matemático por perfil*

Perfil	N	Media	D.T.	E.T.	Mediana	Q1	Q3	Mínimo	Máximo
Empresa	92	1.79	0.87	0.09	1.85	1.12	2.37	0.00	4.00
General	299	2.22	0.87	0.05	2.37	1.85	2.61	0.00	4.00
Referencia	154	2.87	0.90	0.07	2.61	2.37	4.00	0.05	4.00
Total	545	2.33	0.95	0.04	2.37	1.85	2.62	0.00	4.00

En los diagramas de caja de la figura 5.24 observamos que la distribución de la variable conocimiento matemático sólo puede considerarse cercana a la normal en el perfil empresa, en las muestras de general y de referencia sus distribuciones presentan asimetría negativa, más acusada en el caso de esta última. En el perfil general observamos los mismos valores atípicos que en el apartado 5.5.4 cuando analizábamos la distribución de conocimiento en la muestra completa, valores correspondientes a la suma de puntuaciones mayores o iguales que tres y menores o iguales a doce (mayores o iguales que 0.44 y menores o iguales a 4 en la variable conocimiento). En la tabla 5.60 se muestra el porcentaje de observaciones que corresponden a estos valores en cada una de las muestras. De nuevo estos porcentajes están de acuerdo con nuestra categorización del perfil matemático de los estudios, porcentajes de calificaciones bajas de 11%, 7% y 1% para empresa, general y referencia, respectivamente y de calificación alta de 4%, 7% y 29%, respectivamente.

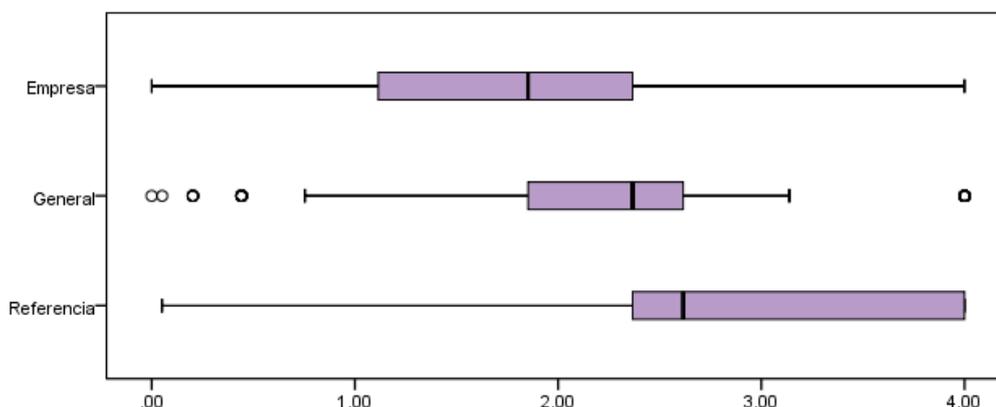


Figura 5.24.  
*Diagramas de caja de conocimiento matemático por perfil*

Tabla 5.60.  
Frecuencias de valores extremos de conocimiento matemático por perfil

Perfil	N	valores menores ó iguales que 0.44		valores iguales a 4	
		f	%	f	%
Empresa	92	10	10.9	4	4.3
General	299	20	6.7	20	6.7
Referencia	154	1	0.6	45	29.2
Total	545	31	5.7	69	12.7

Aunque la descripción muestra claramente las diferencias entre los tres perfiles, añadiremos los resultados de los contrastes asintóticos de comparación de medias para las muestras de empresa-general (estadístico  $Z=4.14$ ;  $p=0.000$ ) y de general-referencia (estadístico  $Z=7.39$ ;  $p=0.000$ ) y el contraste de rangos de Kruskal-Wallis aplicado a las tres muestras ( $\text{Chi-cuadrado}=83.56$ ;  $g.l.=2$ ;  $p=0.000$ ), que nos confirman que hay diferencias significativas entre los tres perfiles.

### **Análisis de las respuestas a las preguntas CM por perfil formativo**

Ahora pasamos a analizar los resultados de cada una de las preguntas CM tratando de buscar posibles diferencias por perfil en las puntuaciones conseguidas por los estudiantes para cada una de ellas, teniendo en cuenta las características de contenido y competencia que se apuntaron en la tabla 4.19 sobre cada pregunta, así como su nivel de dificultad PISA 2003.

Tabla 5.61.  
Distribución del número de preguntas CM no contestadas por perfil

Perfil		Número de preguntas CM no contestadas						Total
		0	1	2	3	4	5	
Empresa	f	62	19	9	1	1	0	92
	%	67.4	20.7	9.8	1.1	1.1	0.0	
General	f	250	34	8	4	2	1	299
	%	83.6	11.4	2.7	1.3	0.7	0.3	
Referencia	f	141	8	4	0	0	1	154
	%	91.6	5.2	2.6	0.0	0.0	0.6	
Total	f	453	61	21	5	3	2	545
	%	83.1	11.2	3.9	0.9	0.6	0.4	

Antes de comenzar con las puntuaciones analizamos la no respuesta a esta prueba de conocimiento, para ello en la tabla siguiente, tabla 5.61, presentamos la distribución de frecuencias del número de preguntas CM no contestadas, por perfil. Observamos que existe una clara asociación entre esta variable y el perfil de los estudios, los porcentajes de respuesta a todas las preguntas CM han sido 67% para empresa, 84% para general y 92% para referencia, en consonancia con todos los resultados obtenidos.

También analizamos la distribución del porcentaje de no respuesta a cada una de las preguntas por perfil (tabla 5.62). No parece que haya mucha diferencia en cuanto a la distribución de porcentaje de no respuesta por preguntas, la pregunta con porcentaje más bajo de respuesta en los tres perfiles es la tercera (cantidad), seguida de la sexta (S.P.) y de la quinta (incertidumbre); los mayores porcentajes de respuesta los tienen la primera, segunda (cambio y relaciones) y cuarta (espacio y forma), pero el orden varía entre ellas según el perfil. La única pregunta de las cinco de matemáticas, cuyo nivel de complejidad es el de reproducción, el más bajo, está entre ellas.

Tabla 5.62.  
Frecuencias y porcentajes de no respuesta a cada pregunta CM por perfil formativo

Perfil	N		Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6
Empresa	92	f	0	2	22	3	8	9
	100%	%	0.0%	2.2%	23.9%	3.3%	8.7%	9.8%
General	299	f	2	9	32	4	13	15
	100%	%	0.7%	3.0%	10.7%	1.3%	4.3%	5.0%
Referencia	154	f	1	2	8	0	5	5
	100%	%	0.6%	1.3%	5.2%	0.0%	3.2%	3.2%
Total	545	f	3	13	62	7	26	29
	100%	%	0.6%	2.4%	11.4%	1.3%	4.8%	5.3%

Tabla 5.63.  
Porcentajes para cada puntuación de cada una de las preguntas CM por perfil y referencias PISA 2003

Pregunta CM	Puntuación	Dificultad escala PISA	Frecuencia Muestra	Porcentajes				
				Muestra	OCDE	Empresa	General	Referencia
1	0	-	27	5.0%	63.7%	12.0%	4.3%	1.9%
	2	611	518	95.0%	36.3%	88.0%	95.7%	98.1%
2	0	-	45	8.3%	63.1%	13.0%	9.0%	3.9%
	1	605	185	33.9%	19.9%	51.1%	35.8%	20.1%
	2	666	138	25.3%	9.0%	21.7%	29.1%	20.1%
3	3	723	177	32.5%	8.0%	14.1%	26.1%	55.8%
	0	-	163	29.9%	-	48.9%	32.1%	14.3%
	1	-	143	26.2%	-	28.3%	28.1%	21.4%
4	2	-	239	43.9%	-	22.8%	39.8%	64.3%
	0	-	68	12.5%	37.0%	25.0%	13.0%	3.9%
	1	503	477	87.5%	63.0%	75.0%	87.0%	96.1%
5	0	-	160	29.4%	64.3%	40.2%	30.1%	21.4%
	1	615	385	70.6%	35.7%	59.8%	69.9%	78.6%
6	0	-	150	27.5%	64.3%	37.0%	31.8%	13.6%
	1	602 (SP)	66	12.1%	9.3%	16.3%	9.7%	14.3%
	2	629 (SP)	329	60.4%	26.4%	46.7%	58.5%	72.1%

Continuando con cada una de las preguntas de CM y sus puntuaciones, analizamos el éxito de los estudiantes para cada una de ellas, por perfil de sus estudios.

En las tres últimas columnas de la tabla 5.63 incluimos los porcentajes de estudiantes que han obtenido cada puntuación por perfil. Además, para favorecer la comparación, en la tabla se añaden los porcentajes para la muestra completa y algunas de las referencias de PISA 2003 para estas preguntas, que ya se incluyeron en la tabla 5.56, al comenzar el apartado.

Todas las preguntas presentan diferencias significativas por perfil en sus respuestas, una de las preguntas cuyo porcentaje de éxito difiere más por perfil es la de espacio y forma: 75% empresa, 87% general y 96% referencia, la asociación es para todas ellas en el mismo sentido. En la figura 5.25 se pueden observar estos porcentajes para las preguntas segunda (cambio y relaciones) y tercera (cantidad), también con grandes diferencias; menores diferencias, aunque también significativas, se observan en el diagrama de barras múltiple correspondiente a la pregunta de solución de problemas.

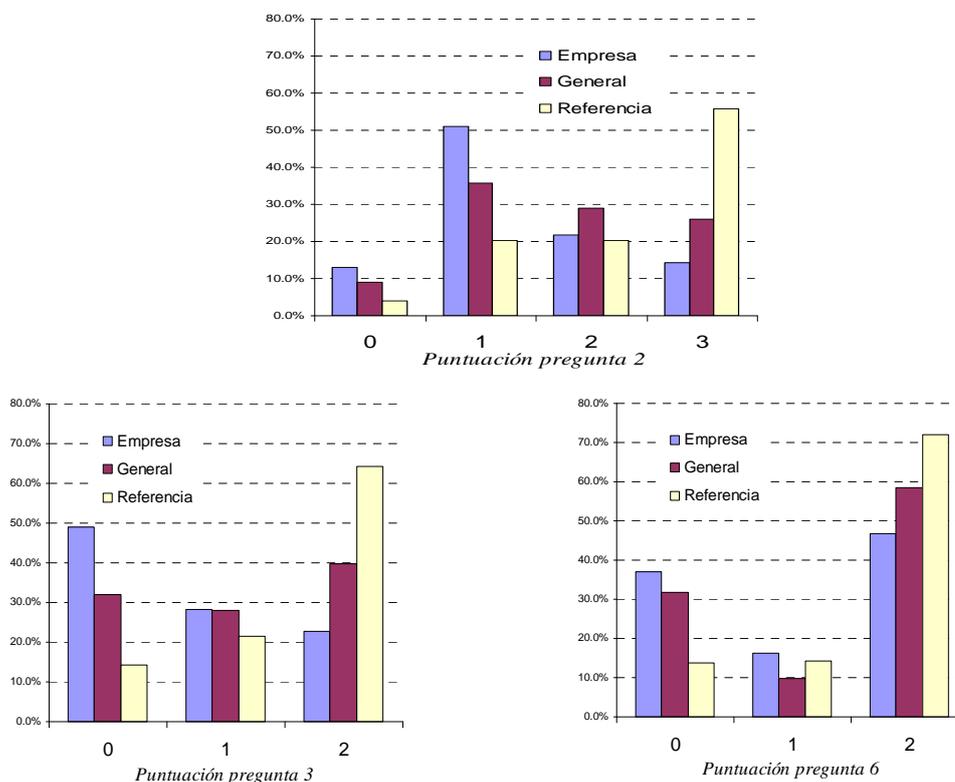


Figura 5.25.

Diagramas de barras múltiples con los porcentajes de éxito para cada puntuación de las preguntas CM: 2, 3 y 6 por perfil

Sin embargo, entre empresa y general no hay diferencias significativas entre los porcentajes de éxito para la pregunta de incertidumbre y la de SP, quinta y sexta, respectivamente, y entre general y referencia no hay diferencia para la primera ni para la quinta, el resto de las diferencias entre porcentajes de éxito son todas significativas.

Llama la atención que sea la pregunta de menor dificultad en la escala PISA 2003 entre las elegidas para nuestra prueba de conocimiento, una de las que presenta mayores diferencias de éxito entre perfiles, además observamos que el porcentaje de éxito de esta pregunta no es el mayor en ninguno de los tres perfiles, en ellos el mayor porcentaje de éxito es para la primera pregunta (95% primera y 88% cuarta), al contrario que para la OCDE (36% primera y 63% cuarta). La pregunta de incertidumbre ocupa el tercer lugar en porcentaje de éxito tanto en nuestra muestra (71%), en todos los perfiles, como en la OCDE (36%). Si continuamos el ranking solamente con la máxima puntuación, la siguiente pregunta con mayor porcentaje de éxito sería la sexta, seguida de la tercera y la segunda en los tres perfiles y para la OCDE sería la sexta seguida de la segunda, puesto que no tenemos información de la tercera por ser un ítem de prueba piloto. De modo que las preguntas que han presentado mayor dificultad han sido la segunda (cambio y relaciones) y la tercera (cantidad) con diferencias significativas entre los tres pares de perfiles.

Tabla 5.64.  
*Distribución de errores con puntuación parcial 2 asignada a la segunda pregunta, por perfil*

Perfil		Códigos puntuación parcial 2					Total
		21	22	23	24	25	
Empresa	F	11	5	4	0	0	20
	%	55.0	25.0	20.0	0.0	0.0	
General	F	34	35	14	4	0	87
	%	39.1	40.2	16.1	4.6	0.0	
Referencia	F	5	12	8	1	5	31
	%	16.1	38.7	25.8	3.2	16.1	
Total	F	50	52	26	5	5	138
	%	36.2	37.7	18.8	3.6	3.6	

Para terminar el apartado, en relación con los códigos de error recogidos siguiendo los criterios de calificación apuntados en la segunda parte del anexo III, comentamos los correspondientes a la puntuación parcial dos de la segunda pregunta, la que presenta mayor variedad de errores. En la tabla 5.64 se recogen los porcentajes de estudiantes para cada código de error, en cada perfil formativo. El error más frecuente para el perfil empresa consiste en dar la respuesta en pasos por minuto en lugar de metros por minuto (cada paso son 0.8 metros), el 55% de los estudiantes de estadística y empresa que obtienen puntuación dos en esta pregunta es por este motivo; sin embargo para general y sobre todo para referencia, el código más frecuente es el que corresponde al error en la conversión de metros por minuto a kilómetros por hora. Los códigos 24 y 25 tienen que ver con la falta de detalle al responder y la pereza u objeción para *hacer*

*las cuentas*, respectivamente, no se dan en empresa; el código 23 son errores menores de cálculo. Por tanto, el porcentaje de error relacionado *con las cuentas* está en torno al 20% en empresa y general y supone un 45% de los errores cometidos en referencia.

#### **5.3.4. Análisis del tiempo empleado en la prueba de conocimiento.**

El tiempo medio empleado en contestar a las seis preguntas por los 506 estudiantes que lo anotaron fue de 22.5 minutos (DT: 5.8), la mediana 22 y la moda 20 minutos, recordamos que se permitió un máximo de 30. En la figura 5.26 se representan los diagramas de caja del tiempo empleado por los estudiantes para cada uno de los valores de la suma de las puntuaciones que obtuvieron en la prueba. La distribución del tiempo presenta asimetría negativa y su forma es distinta según la calificación obtenida en la prueba de conocimiento, aunque la asimetría a la izquierda se mantiene en todos los casos.

Los 66 estudiantes cuya suma de puntuaciones era doce emplearon un tiempo medio de 21.2 minutos (DT: 5.3) con un mínimo de 10 y máximo de 30. Por todo ello consideramos que el tiempo máximo permitido fue adecuado para la prueba. Por otro lado, también en la figura 5.26 podemos observar indicios de que la prueba se tomó con interés por la gran mayoría de los estudiantes, prueba de ello es que entre las observaciones atípicas solamente tres llaman nuestra atención por corresponder a estudiantes que probablemente no se hayan tomado la prueba con el suficiente interés ya que tienen una calificación baja y un tiempo manifestado de sólo 5 ó 10 minutos.

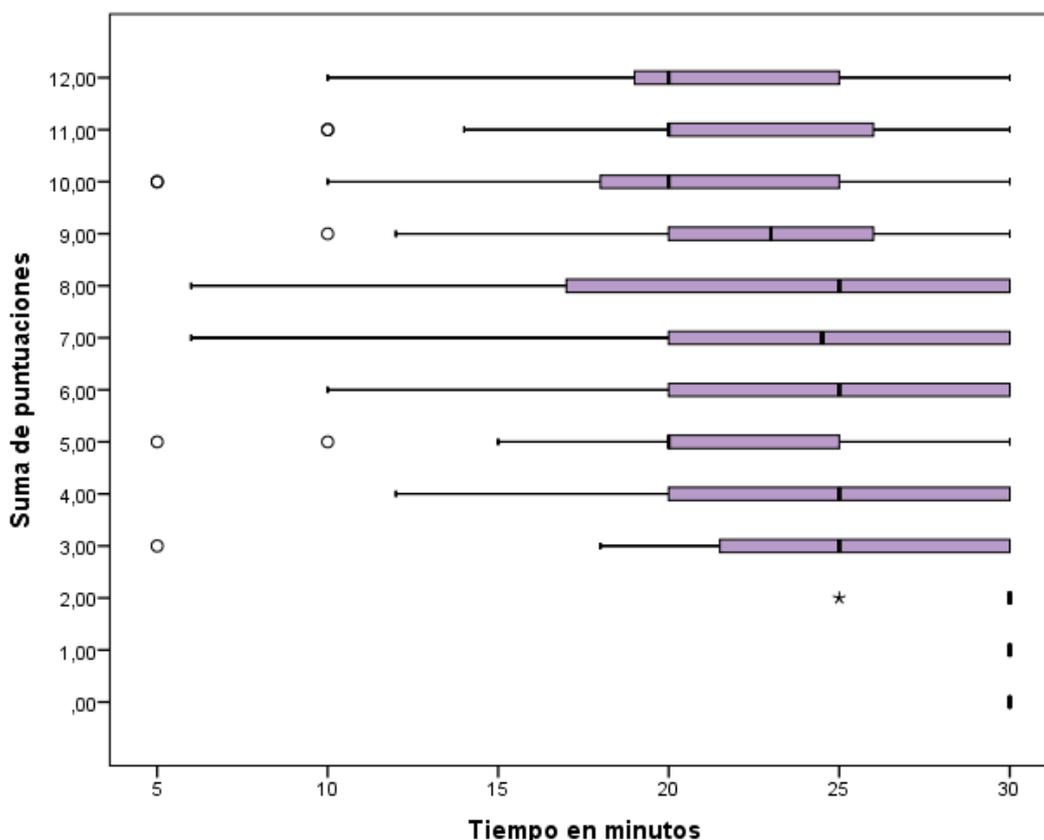


Figura 5.26.  
 Diagramas de cajas del tiempo empleado en contestar a las preguntas CM por suma de puntuaciones

Si analizamos el tiempo empleado en la prueba, por perfil formativo de los estudiantes, los tiempos medios empleados en la prueba de conocimiento, en minutos, son de 21.8 para empresa, 23.5 para general y 21 para referencia, con una desviación típica de 7.4 para empresa y en torno a 5 para referencia y general, como puede verse en el último bloque de la tabla 5.65.

Comprobamos el rechazo de igualdad en localización de las tres distribuciones del tiempo, correspondientes a los tres perfiles de estudios, mediante la prueba de Kruskal-Wallis, que no necesita normalidad para su aplicación (estadístico de Kruskal-Wallis=18.50, g.l.=2, p=0.000), sin embargo, de los tres contrastes por pares Wilcoxon detecta diferencia significativa sólo entre general y referencia (p=0.000).

Por otro lado, nos parece interesante estudiar estas diferencias de tiempo empleado en cada una de las submuestras que determina la variable conocimiento matemático categorizada como bajo, medio ó alto, según tome valores menores de 1.5, entre 1.5 y 2.5, y mayores de 2.5, respectivamente. Los estadísticos descriptivos para cada perfil en cada una de estas submuestras se presentan en los tres primeros bloques de la tabla 5.65 y los correspondientes diagramas de caja, en la figura 5.27. En primer

lugar observamos que para los estudiantes con conocimiento matemático bajo el tiempo medio es de 23.90 (5.77), para los de conocimiento medio es de 22.76 (5.98) y para los de alto de 21.52 (5.47). La prueba de Kruskal-Wallis detecta diferencias significativas por perfil en la distribución del tiempo empleado por los estudiantes con calificación media ( $p=0.004$ ) y por los de calificación alta ( $p=0.021$ ) pero no por los de calificación baja ( $p=0.133$ ). La diferencia más significativa en localización es entre general y referencia en la submuestra de conocimiento matemático medio. En los diagramas de caja observamos otras diferencias, por ejemplo en dispersión o en forma.

Tabla 5.65.

*Estadísticos Descriptivos para tiempo empleado en la prueba CM por conocimiento y perfil*

Conocimiento	Perfil	N	Media	DT	Mediana	Mínimo	Máximo
Bajo [0.0, 1.5)	Empresa	32	22.25	6.87	22.50	5	30
	General	60	25.07	4.75	25.00	15	30
	Referencia	11	22.36	6.34	23.00	10	30
	Total	103	23.90	5.77	25.00	5	30
Medio [1.5, 2.5)	Empresa	35	23.17	7.11	25.00	6	30
	General	117	23.47	5.73	25.00	6	30
	Referencia	37	20.14	4.91	20.00	10	30
	Total	189	22.76	5.98	24.00	6	30
Alto [2.5, 4.0]	Empresa	15	17.40	7.87	17.00	5	30
	General	101	22.48	5.27	22.00	10	30
	Referencia	98	21.17	4.94	20.00	10	30
	Total	214	21.52	5.47	20.00	5	30
Total	Empresa	82	21.76	7.38	23.00	5	30
	General	278	23.45	5.43	25.00	6	30
	Referencia	146	21.00	5.04	20.00	10	30
	Total	506	22.47	5.78	22.00	5	30

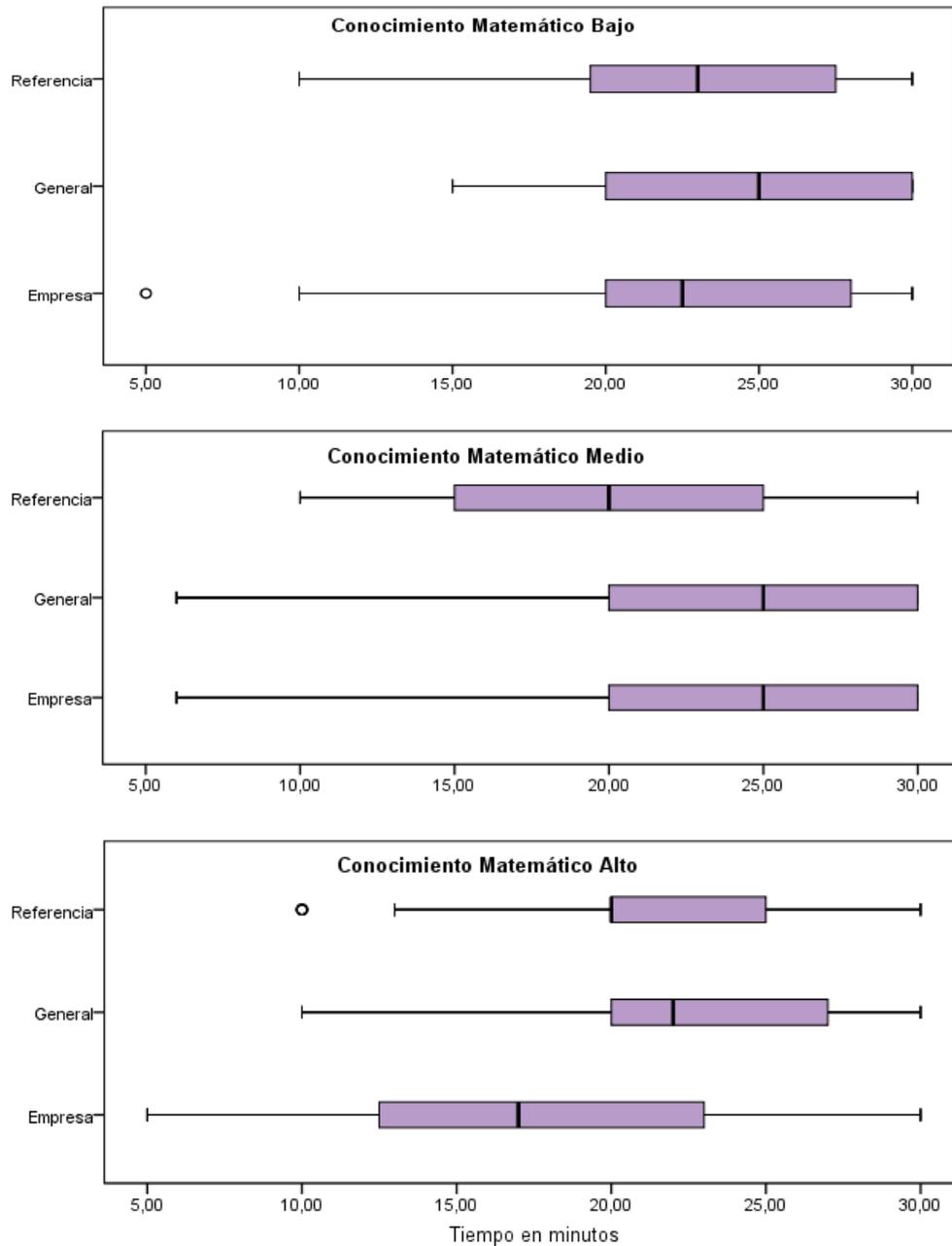


Figura 5.27.  
Diagramas de caja del tiempo empleado en la prueba CM por conocimiento y perfil

## 5.4. Correlaciones entre conocimiento matemático y las variables relacionadas con el dominio afectivo

A continuación analizamos las correlaciones entre las variables relacionadas con el dominio afectivo y la variable conocimiento matemático. En primer lugar lo haremos sólo para las escalas y después lo haremos a nivel de subescalas.

La tabla 5.66 muestra las correlaciones de Pearson de cada par de variables junto con los tamaños muestrales, el contraste bilateral es significativo en todos los casos,

$p=0.000$ . El conocimiento matemático en nuestra muestra presenta una asociación positiva con el autoconcepto matemático y la actitud hacia las matemáticas, y negativa con la ansiedad hacia éstas, en consonancia con muchas de las publicaciones referenciadas en el apartado 3.1 (Hembre, 1990; Pajares 1996a; Valiente, 2000; Palacios et al., 2013; Núñez-Peña et al., 2013). La mayor de estas correlaciones sería con el autoconcepto. Mayor es aún la asociación entre ansiedad y autoconcepto, entre la primera y la actitud hacia las matemáticas, y entre el autoconcepto y esta última. Según las correlaciones de la tabla, la mayor asociación en nuestra muestra se da entre ansiedad y actitud hacia las matemáticas.

Tabla 5.66.  
*Correlaciones de Pearson entre pares de escalas*

		<i>Correlaciones de Pearson</i>		
		Ansiedad	Autoconcepto	Actitud
Conocimiento		<b>-.352</b>	<b>.397</b>	<b>.359</b>
	N	535	526	528
Ansiedad			<b>-.717</b>	<b>-.730</b>
	N		526	528
Autoconcepto				<b>.704</b>
	N			526

Tabla 5.67.  
*Correlaciones de Pearson por pares entre conocimiento, ansiedad y subescalas*

		<i>Correlaciones de Pearson</i>					
		Ansiedad	Habilidad	Ineficacia	Gusto	Rechazo	Utilidad
Conocimiento		<b>-.352</b>	<b>.370</b>	<b>-.327</b>	<b>.321</b>	<b>-.299</b>	<b>.240</b>
	N	535	526	526	534	528	528
Ansiedad			<b>-.593</b>	<b>.714</b>	<b>-.551</b>	<b>.736</b>	<b>-.538</b>
	N		526	526	534	528	528
Habilidad				<b>-.572</b>	<b>.695</b>	<b>-.514</b>	<b>.419</b>
	N			526	525	526	526
Ineficacia					<b>-.436</b>	<b>.652</b>	<b>-.459</b>
	N				525	526	526
Gusto						<b>-.589</b>	<b>.469</b>
	N					527	527
Rechazo							<b>-.584</b>
	N						528

Analizamos ahora las correlaciones entre conocimiento matemático, ansiedad hacia las matemáticas, las dos subescalas de autoconcepto matemático y las tres de actitud hacia las matemáticas. Estas correlaciones se presentan en la tabla 5.67, todas son significativas con niveles de significación de 0.000, no hay sorpresas en ninguno de los signos. La subescala más relacionada con el conocimiento matemático es la de percepción de habilidad seguida de la ansiedad. Entre las variables afectivas la mayor

correlación se da entre ansiedad y rechazo, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.74, que indica alta asociación positiva; también es alta la asociación entre percepción de habilidad y gusto por las matemáticas, 0.70.

A continuación tratamos de estudiar, de manera descriptiva, si hay diferencias por perfil formativo en estas correlaciones a nivel de escalas. Para ello la tabla 5.68 muestra las correlaciones por pares en los tres perfiles. En primer lugar observamos que todas las asociaciones siguen siendo significativas, aunque para empresa han disminuido ligeramente los niveles de significación debido al tamaño muestral más bajo. La mayor asociación entre el conocimiento y una variable afectiva sigue siendo con el autoconcepto en los tres perfiles. Sin embargo, la mayor asociación entre un par de variables afectivas se da entre actitud y ansiedad en los dos perfiles de GEST, y entre ansiedad y autoconcepto en referencia.

Tabla 5.68.  
Correlaciones de Pearson por pares de escalas en cada perfil

Perfil	Correlaciones de Pearson				
			Ansiedad	Autoconcepto	Actitud
Empresa	Conocimiento	Correlación	<b>-.259</b>	<b>.374</b>	<b>.222</b>
		p-valor	.017	.001	.043
		N	84	82	83
	Ansiedad	Correlación		<b>-.765</b>	<b>-.786</b>
		p-valor		.000	.000
		N		82	83
	Autoconcepto	Correlación			<b>.772</b>
		p-valor			.000
		N			82
General	Conocimiento	Correlación	<b>-.282</b>	<b>.321</b>	<b>.230</b>
		p-valor	.000	.000	.000
		N	297	293	293
	Ansiedad	Correlación		<b>-.658</b>	<b>-.665</b>
		p-valor		.000	.000
		N		293	293
	Autoconcepto	Correlación			<b>.636</b>
		p-valor			.000
		N			293
Referencia	Conocimiento	Correlación	<b>-.214</b>	<b>.333</b>	<b>.265</b>
		p-valor	.008	.000	.001
		N	154	151	152
	Ansiedad	Correlación		<b>-.734</b>	<b>-.697</b>
		p-valor		.000	.000
		N		151	152
	Autoconcepto	Correlación			<b>.725</b>
		p-valor			.000
		N			151

Para terminar el apartado estudiamos, también de manera descriptiva, si hay diferencias por nivel de conocimiento matemático en las correlaciones entre ansiedad, autoconcepto y actitud hacia las matemáticas. Para ello, la tabla 5.69 muestra las correlaciones por pares en los tres niveles de conocimiento establecidos. En primer lugar observamos que todas las asociaciones son significativas ( $p=.000$ ), correlaciones del orden de .7. La correlación entre ansiedad y autoconcepto, de signo negativo, aumenta de valor con el nivel de conocimiento. No podemos decir lo mismo de las correlaciones entre ansiedad y actitud, puesto que la más alta en valor absoluto se da entre los alumnos de conocimiento medio. De las correlaciones entre autoconcepto y actitud, de signo positivo, podemos apuntar que también la más alta se da entre los alumnos de conocimiento medio.

Tabla 5.69.  
*Correlaciones de Pearson entre ansiedad, autoconcepto y actitud en cada nivel de conocimiento matemático*

Conocimiento		Ansiedad- Autoconcepto	Ansiedad- Actitud	Autoconcepto- Actitud
Bajo [0.0, 1.5)	Correlación de Pearson	-.640	-.682	.618
	N	167	167	167
Medio [1.5, 2.5)	Correlación de Pearson	-.674	-.750	.691
	N	142	143	142
Alto [2.5, 4.0]	Correlación de Pearson	-.730	-.672	.689
	N	217	218	217

Nota: Los niveles de significación del contraste bilateral son todos .000

## **5.5. Análisis del perfil matemático de los estudiantes de grados en estadística por AMB, curso, perfil del grado y género**

En este apartado nos centramos en la muestra de los estudiantes de GEST/Diplo., con ella tratamos de estudiar con detalle el perfil matemático de los futuros profesionales de la estadística, ahora que tenemos más claras las referencias de las escalas que utilizamos, gracias a la comparación que se establece en los apartados anteriores con la muestra de estudiantes de grados en matemáticas. Mantendremos presentes las diferencias que hemos detectado entre el perfil matemático de los estudiantes de grados en estadística de perfil formativo empresa y los de perfil general.

Para desarrollar el apartado utilizaremos las escalas A, B, C y el conocimiento matemático como variables dependientes, y las variables AMB, CursoNILP, perfil formativo y género como factores.

### 5.5.1. Análisis del perfil matemático por curso, distinguiendo estudiantes de nuevo ingreso y LP

Comenzamos por estudiar la influencia del curso en el perfil matemático del futuro profesional de la estadística. Sin embargo, puesto que creemos que la situación académica de un estudiante de primer curso en la universidad admite un abanico de posibilidades interesantes de distinguir, para nuestro estudio utilizaremos la variable CursoNILP que clasifica a los estudiantes de nuestra muestra en cuatro categorías:

- ✓ estudiantes de nuevo ingreso en la universidad que han apuntado como razón para matricularse del grado que cursan el límite de plazas en otras titulaciones
- ✓ el resto de estudiantes de nuevo ingreso en la universidad
- ✓ estudiantes matriculados en primer curso pero que no son de nuevo ingreso en la universidad
- ✓ estudiantes matriculados en segundo curso.

Para estudiar esta influencia, en primer lugar dejamos claro que, como era de esperar, hay diferencias significativas por curso en el perfil matemático de los estudiantes de GEST/Diplo. Los estudiantes de segundo curso tienen un perfil más matemático en el sentido de presentar menor ansiedad hacia las matemáticas, mejor autoconcepto matemático y actitud hacia ellas. A continuación presentamos en la tabla 5.70 las medias correspondientes. Los contrastes paramétricos realizados para estudiar la diferencia de medias y varianzas, por curso, de las tres variables relacionadas con el dominio afectivo, tienen un nivel de significación cercano a cero en medias y mayor de 0.05 en varianzas, por lo que se confirman las diferencias significativas.

Tabla 5.70.  
*Características de las variables ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por curso en la muestra GEST/Diplo.*

	V.R.	Curso	N	Media	D.T.	E.T.	Mínimo	Máximo
Ansiedad	2.16	1º	274	1.97	0.69	0.04	0.00	3.77
		2º	107	1.50	0.70	0.07	0.00	3.31
Autoconcepto	2.39	1º	268	2.23	0.57	0.04	0.54	4.00
		2º	107	2.53	0.57	0.06	1.08	4.00
Actitud	2.02	1º	269	2.25	0.65	0.04	0.53	4.00
		2º	107	2.71	0.56	0.05	1.30	4.00
Conocimiento		1º	284	2.00	0.91	0.05	0.00	4.00
		2º	107	2.41	0.74	0.07	0.44	4.00

Para el conocimiento matemático hemos utilizado contrastes no paramétricos que detectan igualmente la diferencia estadística de ambas distribuciones y permiten asegurar una localización más a la derecha del conocimiento matemático en segundo curso, con mayor dispersión en primer curso. Esta dispersión en el conocimiento matemático de primero corrobora el interés de nuestra idea de estudiar diferencias en el perfil matemático por CursoNILP, además la prueba F para estudiar igualdad en dispersión presenta un nivel de significación de 0.057 en actitud, lo que indica que pueden existir también diferencias de dispersión en actitud por curso.

Por tanto, para estudiar estas diferencias por curso con más detalle, incluimos a continuación la tabla ANOVA de las variables afectivo-emocionales por CursoNILP (tabla 5.72) y la que muestra los estadísticos descriptivos de interés, incluidos los de conocimiento matemático (tabla 5.71). Los tres contrastes de igualdad de medias son significativos, indicando diferencias de medias en las variables entre los cuatro grupos de alumnos (previamente se comprobó que  $p > 0.15$  para los contrastes de Levene, por lo que no se rechaza la igualdad de varianzas).

Tabla 5.71.

*Características de las variables ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por CNILP en GEST/D*

	V.R.	CursoNILP	N	Media	D.T.	E.T.	I.C. 95% para media		Mínimo	Máximo
							LI	LS		
Ansiedad	2.16	NI y LP	63	2.12	0.71	0.09	1.94	2.30	0.00	3.77
		NI y no LP	127	1.93	0.63	0.06	1.82	2.04	0.40	3.49
		1º no NI	63	1.82	0.77	0.10	1.62	2.01	0.40	3.31
		2º	107	1.50	0.70	0.07	1.36	1.63	0.00	3.31
Autoconcepto	2.39	NI y LP	63	2.08	0.59	0.07	1.93	2.23	0.54	3.54
		NI y no LP	122	2.28	0.52	0.05	2.19	2.38	0.62	3.62
		1º no NI	62	2.31	0.64	0.08	2.15	2.48	1.08	4.00
		2º	107	2.53	0.57	0.06	2.42	2.64	1.08	4.00
Actitud	2.02	NI y LP	63	2.02	0.59	0.07	1.88	2.17	1.04	3.46
		NI y no LP	122	2.32	0.64	0.06	2.20	2.43	0.53	4.00
		1º no NI	63	2.32	0.71	0.09	2.14	2.49	0.53	3.86
		2º	107	2.71	0.56	0.05	2.60	2.82	1.30	4.00
Conocimiento		NI y LP	63	1.94	0.79	0.10	-	-	0.20	4.00
		NI y no LP	130	1.93	0.94	0.08	1.77	2.09	0.00	4.00
		1º no NI	65	2.27	0.87	0.11	-	-	0.20	4.00
		2º	107	2.41	0.74	0.07	2.27	2.55	0.44	4.00

Tabla 5.72.  
ANOVA de las variables ansiedad, autoconcepto y actitud por CNILP en GEST/D.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ansiedad	Inter-grupos	18.375	3	6.125	12.881	.000
	Intra-grupos	169.286	356	.476		
	Total	187.661	359			
Autoconcepto	Inter-grupos	8.533	3	2.844	8.689	.000
	Intra-grupos	114.571	350	.327		
	Total	123.104	353			
Actitud	Inter-grupos	20.542	3	6.847	17.775	.000
	Intra-grupos	135.215	351	.385		
	Total	155.758	354			

En el caso del conocimiento matemático, es el contraste de Kruskal-Wallis el que confirma las diferencias significativas entre los grupos (estadístico=21.55, g.l.=3, p=0.000), las cuales se observan claramente en los diagramas de caja de la figura 5.28, tanto en dispersión como en localización. Los porcentajes de estudiantes que obtienen la calificación máxima en la prueba de conocimiento son 1.6 % para estudiantes de NI que apuntan LP, 4.6% para estudiantes de NI que no apuntan LP, 9.2% para estudiantes de primer curso que no son de NI en la universidad y 8.4% para estudiantes matriculados en segundo curso. Estos dos últimos grupos no presentan diferencias significativas en la prueba de conocimiento (p-valores de 0.33 para Wilcoxon y de 0.70 para Kolmogorov-Smirnov), tampoco hay diferencias entre los estudiantes LP y el resto de NI (p-valor Wilcoxon=0.82). Las mayores diferencia en conocimiento se presenta entre estudiantes de NI y de segundo curso (p-valor Wilcoxon=0.000).

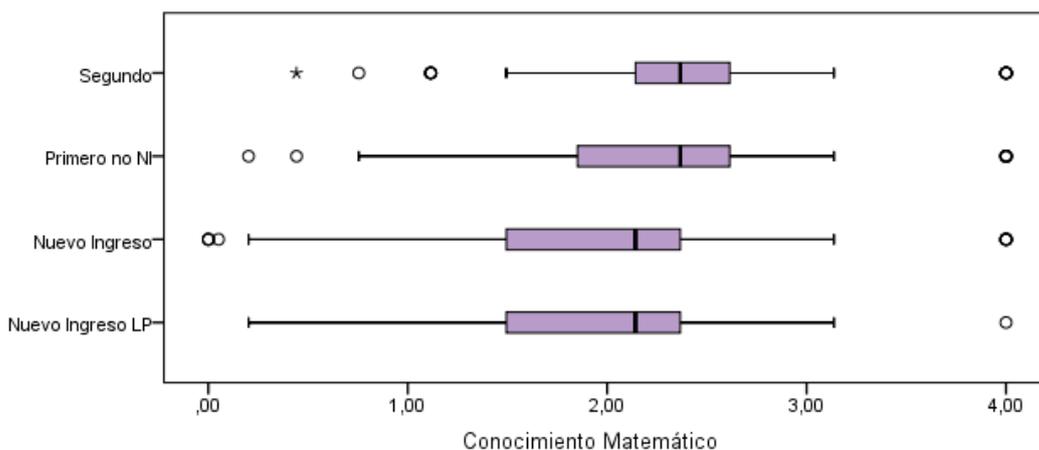


Figura 5.28.  
Diagramas de caja de conocimiento matemático por CNILP en GEST/Diplo.

Volvemos a las variables afectivo-emocionales para estudiar las diferencias por pares. El análisis de comparaciones múltiples por el método HSD de Tukey detecta

diferencias significativas a nivel 5% en actitud entre todos los pares de medias salvo entre NI y primero no NI; en ansiedad media las diferencias significativas se concentran en los tres pares de grupos de primero con segundo; en autoconcepto son significativas las diferencias en dos de esos tres pares, puesto que no hay diferencia significativa entre el autoconcepto medio de los estudiantes de primero no NI y los de segundo. En la figura 5.29 se representan los gráficos de medias para las tres variables por CursoNILP junto con el de conocimiento matemático.

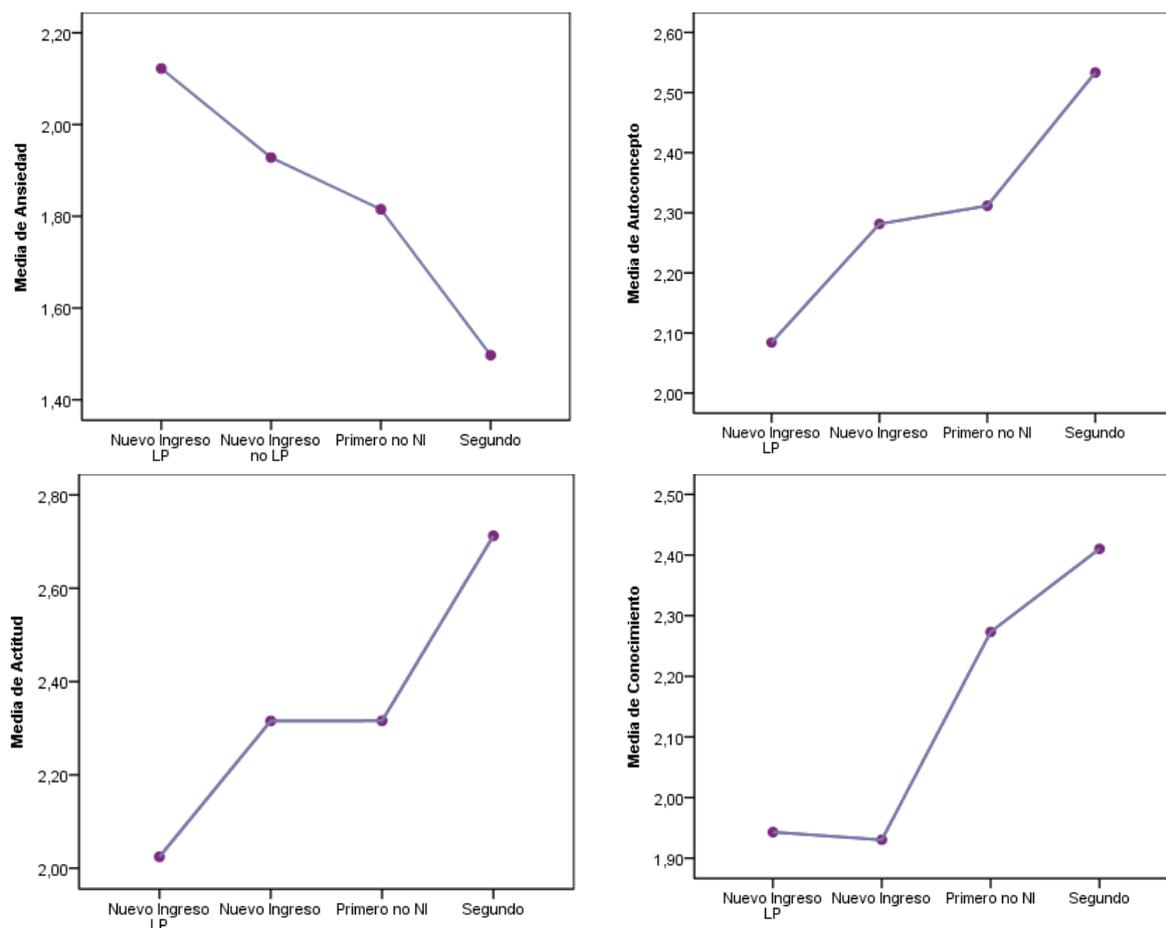


Figura 5.29. Gráficos de línea para las medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por CNILP en GEST/Diplo.

De lo dicho anteriormente y lo observado en los gráficos de medias destacamos la diferencia significativa en actitud hacia las matemáticas entre los estudiantes NI, cuya razón para matricularse de GEST ha sido LP y los que no lo han apuntado, para las otras tres variables no parece que afecte el hecho de que el estudiante no ha podido matricularse en el grado elegido en primera opción, especialmente en lo que respecta al conocimiento matemático donde la diferencia es mínima a favor de los estudiantes LP.

### 5.5.2. Análisis del perfil matemático por AMB.

En este apartado vamos a estudiar si existen diferencias en el perfil matemático del futuro profesional de la estadística según que el estudiante haya cursado la asignatura *MCCSS* ó *Matemáticas*, en Bachillerato. Para ello presentamos las tablas siguientes con los estadísticos descriptivos de las variables de interés, para los dos grupos de estudiantes (tabla 5.73), y los correspondientes contrastes de igualdad de varianzas y medias (tabla 5.74).

Hay diferencias estadísticamente significativas por AMB tanto en la media de las variables relacionadas con el perfil afectivo como en el conocimiento matemático; la diferencia en varianza se presenta sólo en actitud, que alcanza mayor dispersión en los estudiantes que han cursado *MCCSS* que en los que cursaron *Matemáticas*, la diferencia en media tanto para actitud como para autoconcepto y conocimiento matemático es al contrario, los estudiantes que han cursado *MCCSS* tienen menores medias, además la ansiedad media es significativamente menor en los que cursaron *Matemáticas*.

Todo ello, nos permite asegurar que los estudiantes que cursaron esta última asignatura en Bachillerato tienen un perfil más matemático que los que cursaron *MCCSS* (en la tabla 5.74 pueden consultarse los niveles de significación de los contrastes mencionados).

Tabla 5.73.  
*Características de las variables ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por AMB en la muestra GEST/Diplo.*

	V.R.	AMB	N	Media	D.T.	E.T.	Mínimo	Máximo
Ansiedad	2.16	MCCSS	185	1.93	0.70	0.05	0.00	3.49
		Mat	171	1.67	0.71	0.05	0.00	3.77
Autoconcepto	2.39	MCCSS	183	2.21	0.60	0.04	.54	3.83
		Mat	167	2.47	0.55	0.04	1.23	4.00
Actitud	2.02	MCCSS	184	2.29	0.70	0.05	.53	4.00
		Mat	167	2.53	0.58	0.04	.86	4.00
Conocimiento		MCCSS	187	1.99	0.90	0.07	.00	4.00
		Mat	174	2.30	0.82	0.06	.00	4.00

Tabla 5.74.  
*Comparación de medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por AMB en GEST/Diplo.*

	Prueba de Levene para igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. bilat.	Dif. medias	E.T. de la dif.	I. C. 95% para la diferencia	
								Inferior	Superior
Ansiedad	0.22	0.64	3.53	354.00	0.00	0.26	0.07	0.12	0.41
Autoconcepto	0.49	0.48	-4.30	348.00	0.00	-0.27	0.06	-0.39	-0.14
Actitud	5.67	0.02	*-3.43	346.59	0.00	-0.23	0.07	*-0.37	-0.10
Conocimiento	1.89	0.17	-3.35	359.00	0.00	-0.31	0.09	-0.48	-0.13

\*No se han asumido varianzas iguales en Actitud pero sí en el resto

### 5.5.3. Análisis del perfil matemático por curso y AMB

En esta apartado, en cada uno de los grupos de estudiantes de GEST/Diplo. determinados por la variable CursoNILP, estudiamos si existen diferencias en el perfil matemático del alumno dependiendo de que el estudiante haya cursado la asignatura *MCCSS* ó *Matemáticas* en Bachillerato. Para ello presentamos a continuación la tabla 5.75 con los estadísticos descriptivos de las variables de interés indicando, para cada variable y cada grupo de estudiantes determinado por CursoNILP, cuándo la diferencia de medias entre los estudiantes que estudiaron *MCCSS* y los que estudiaron *Matemáticas* en Bachillerato es estadísticamente significativa. Para detectar estas diferencias utilizamos el contraste t para comparar medias en muestras independientes, suponiendo varianzas iguales, o no, según sea el caso. Cuando no se advierte nada en el texto se usa el test que supone varianzas iguales. Además, se ha utilizado el contraste de Wilcoxon para estudiar las diferencias en el conocimiento matemático medio por tener la distribución que más se aleja de la normal. Gráficamente pueden observarse las diferencias en la figura 5.30.

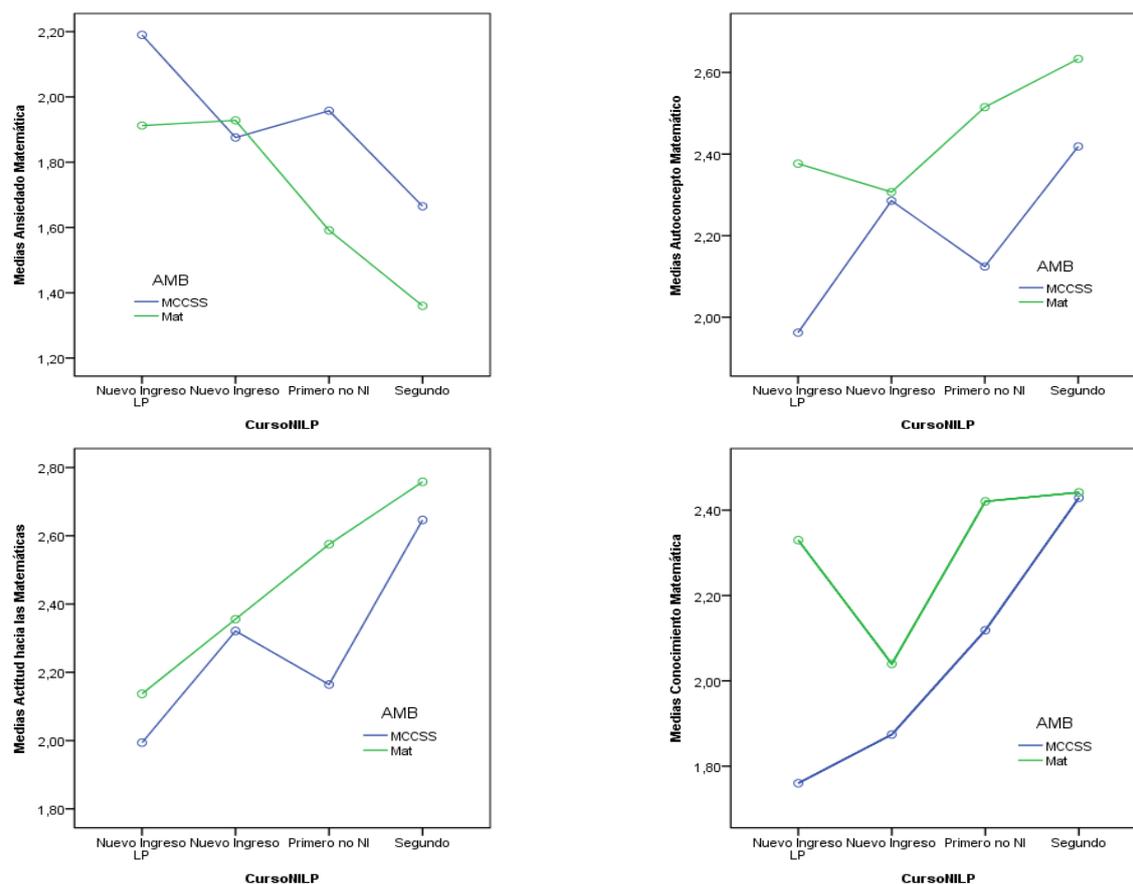


Figura 5.30. Gráficos de línea para las medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por CursoNILP y AMB en GEST/Diplo.

Tabla 5.75.  
Comparación de medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por AMB en cada grupo de estudiantes de GEST/Diplo. determinado por CursoNILP

	VR	CursoNILP	AMB	Media	DT	N
Ansiedad matemática	2.16	N. Ingreso LP	MCCSS	2.19	0.72	42
			Mat	1.91	0.69	19
		N. Ingreso	MCCSS	1.88	0.65	65
			Mat	1.93	0.61	54
		Primero no NI	MCCSS	1.96	0.71	28
			Mat	1.59	0.79	31
Segundo*	MCCSS	1.67	0.69	43		
	Mat	1.36	0.66	59		
Autoconcepto matemático	2.39	N. Ingreso LP**	MCCSS	1.96	0.60	42
			Mat	2.38	0.50	19
		N. Ingreso	MCCSS	2.29	0.56	64
			Mat	2.31	0.46	50
		Primero no NI*	MCCSS	2.12	0.54	27
			Mat	2.52	0.68	31
Segundo	MCCSS	2.42	0.60	43		
	Mat	2.63	0.54	59		
Actitud hacia las matemáticas	2.02	N. Ingreso LP	MCCSS	1.99	0.62	42
			Mat	2.14	0.56	19
		N. Ingreso	MCCSS	2.32	0.69	64
			Mat	2.36	0.57	50
		Primero no NI*	MCCSS	2.16	0.73	28
			Mat	2.58	0.55	31
Segundo	MCCSS	2.65	0.66	43		
	Mat	2.76	0.48	59		
Conocimiento matemático		N. Ingreso LP**	MCCSS	1.76	0.76	42
			Mat	2.33	0.77	19
		N. Ingreso	MCCSS	1.87	0.97	65
			Mat	2.04	0.82	56
		Primero no NI	MCCSS	2.12	0.88	29
			Mat	2.42	0.88	32
Segundo	MCCSS	2.43	0.80	43		
	Mat	2.44	0.68	59		

\*Diferencia de medias significativa a nivel 0.05

\*\*Diferencia de medias significativa a nivel 0.01

Antes de comentar las diferencias por AMB, hacemos notar las diferencias significativas por género en las muestras que se utilizan en la tabla anterior por si esto pudiera influir. En este sentido, el porcentaje de mujeres en la muestra de 43 estudiantes de segundo curso que estudiaron MCCSS en Bachillerato es de 55% y en la de 59 que estudiaron *Matemáticas* en Bachillerato es de 74%, significativamente superior. En las muestras de primer curso, encontramos diferencias significativas en la de estudiantes de NI y LP, en la que el 63% se la muestra de 42 estudiantes MCCSS son mujeres frente al

escaso 21% de mujeres en la muestra de 19 estudiantes Mat. En los otros dos grupos de primero no hay diferencias significativas por género entre las dos muestras de interés.

En segundo curso sólo observamos diferencias significativas por AMB en ansiedad matemática, mayor para MCCSS; el nivel de significación para el test t que compara la igualdad de medias para el autoconcepto es de 0.067; y la actitud presenta diferencias por AMB en varianza pero no en media, mayor dispersión en la actitud entre los estudiantes Mat. En conocimiento no hay diferencias significativas por AMB en este nivel.

En primer curso, para los estudiantes de nuevo ingreso que indicaron LP, el autoconcepto y el conocimiento matemático medio es significativamente mayor para los estudiantes Mat. que para los MCCSS, quizás influya la diferencia de género que apuntábamos entre estas muestras. Para los estudiantes de primero que no son de nuevo ingreso en la universidad hay diferencias significativas en autoconcepto y actitud a favor de los estudiantes Mat. Sin embargo, para los estudiantes de nuevo ingreso que no indicaron LP no se han encontrado diferencias significativas en el perfil matemático de los estudiantes por AMB.

#### **5.5.4. Análisis del perfil matemático por curso y perfil del grado.**

En los apartados 5.2.6 y 5.3.3 ya se han estudiado las diferencias que el perfil formativo marca en las medias de las variables de interés, comprobando el perfil más matemático de los estudiantes de GEST general o diplomatura en estadística frente a los estudiantes de GEST empresa, tanto en el dominio afectivo como en el cognitivo. Ahora queremos tratar de aislar la influencia que pudieran haber ejercido el curso y los factores NI y LP a la hora de establecer las diferencias observadas entre general y empresa. Para ello mostramos la tabla 5.76 con los estadísticos descriptivos de las variables de interés, indicando para cada variable y cada grupo de estudiantes determinado por CursoNILP, cuándo la diferencia de medias entre los estudiantes de GEST empresa y los de general es significativa. Gráficamente pueden observarse las diferencias en la figura 5.31.

Hacemos notar la gran diferencia de tamaño que puede observarse en la última columna de la tabla siguiente entre las muestras de empresa y general, tiene pequeños tamaños en las primeras, lo que dificulta las comparaciones estadísticas.

Tabla 5.76.  
 Comparación de medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por perfil de los estudios GEST/Diplo. en cada grupo de estudiantes determinado por CursoNILP

	VR	CursoNILP	Perfil GEST/Diplo.	Media	DT	N		
Ansiedad matemática	2.16	N. Ingreso LP	Empresa	2.31	0.64	19		
			General	2.04	0.73	44		
		N. Ingreso	Empresa	2.27	0.86	19		
			General	1.87	0.56	108		
		Primero no NI**	Empresa	2.42	0.53	15		
			General	1.63	0.74	48		
		Segundo	Empresa	1.64	0.65	21		
			General	1.46	0.71	86		
		Autoconcepto matemático	2.39	N. Ingreso LP	Empresa	1.93	0.55	19
					General	2.15	0.60	44
N. Ingreso**	Empresa			1.92	0.54	18		
	General			2.34	0.50	104		
Primero no NI	Empresa			2.05	0.51	14		
	General			2.39	0.66	48		
Segundo	Empresa			2.55	0.50	21		
	General			2.53	0.59	86		
Actitud hacia las matemáticas	2.02			N. Ingreso LP	Empresa	1.94	0.59	19
					General	2.06	0.60	44
		N. Ingreso**	Empresa	1.92	0.53	18		
			General	2.38	0.63	104		
		Primero no NI**	Empresa	1.65	0.59	15		
			General	2.52	0.61	48		
		Segundo	Empresa	2.57	0.57	21		
			General	2.75	0.56	86		
		Conocimiento matemático		N. Ingreso LP	Empresa	1.78	0.50	19
					General	2.01	0.88	44
N. Ingreso*	Empresa			1.52	1.05	21		
	General			2.01	0.90	109		
Primero no NI**	Empresa			1.77	0.60	17		
	General			2.45	0.89	48		
Segundo	Empresa			2.32	0.90	21		
	General			2.43	0.70	86		

\*Diferencia de medias significativa a nivel 0.05

\*\*Diferencia de medias significativa a nivel 0.01

En segundo curso no observamos diferencias significativas por perfil de los estudios en ninguna de las medias de las cuatro variables. En primer curso, para los estudiantes de nuevo ingreso que indicaron LP tampoco se detectan diferencias significativas en media en ninguna de ellas, con nuestras muestras, por perfil de los estudios GEST/Diplo., sí se observa una diferencia significativa en la dispersión de conocimiento matemático, la suma de las calificaciones de las preguntas CM varían entre 4 y 9 para los estudiantes de empresa NILP y entre 2 y 12 para los de general

NILP. Para los estudiantes de primero, tanto si no son de nuevo ingreso en la universidad como si lo son y no han indicado LP, se detectan diferencias significativas en actitud y conocimiento a favor de los estudiantes de perfil general, es decir, actitud más positiva hacia las matemáticas y mayor conocimiento matemático en ellos.

Por lo que respecta a la ansiedad en estos dos grupos de primer curso, el grupo que no es de nuevo ingreso presenta diferencia significativa en ansiedad media, más alta en empresa, mientras el grupo que sí lo es pero no ha indicado LP presenta dispersión significativamente mayor en ansiedad para los estudiantes de empresa, lo que dificulta la decisión sobre la diferencia de medias (contraste t para comparar medias en muestras independientes con varianzas distintas,  $p=0.064$ ). Sin embargo, para el autoconcepto matemático hay diferencia significativa en media en el grupo de estudiantes de nuevo ingreso, más alta en general que en empresa, pero no en el de estudiantes de primero matriculados ya en la universidad en el curso anterior.

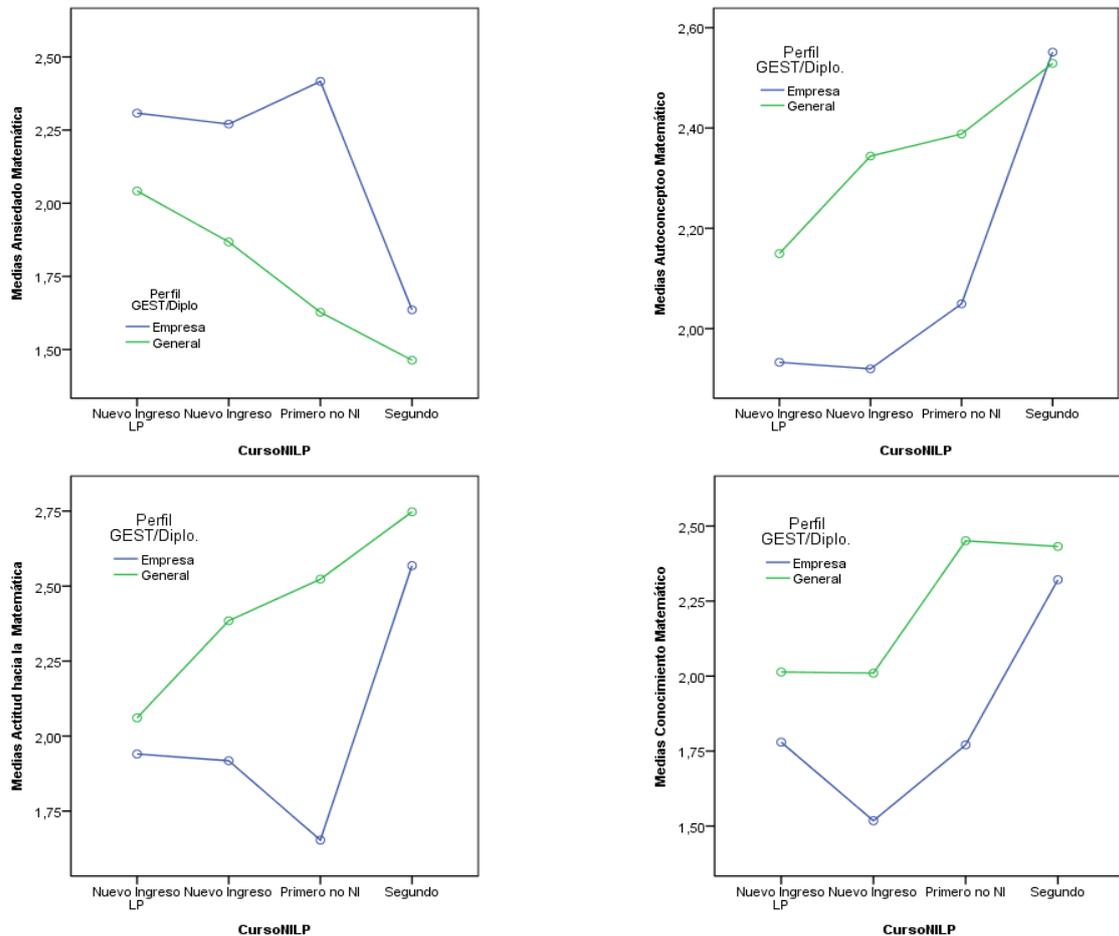


Figura 5.31. Gráficos de línea para las medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por CursoNILP y perfil de los estudios GEST/Diplo.

### 5.5.5. Análisis de diferencias por género en el perfil matemático del estudiante de grados en estadística.

En este apartado vamos a estudiar si existen diferencias por género en el perfil matemático del futuro profesional de la estadística. Para ello presentamos las tablas siguientes con los estadísticos descriptivos de las variables de interés para los estudiantes de los dos géneros (tabla 5.77) y los correspondientes contrastes de igualdad de varianzas y medias (tabla 5.78).

Tabla 5.77.  
*Características de las variables ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por género en la muestra GEST/Diplo.*

	V.R.	Sexo	N	Media	D.T.	E.T.	Mínimo	Máximo
Ansiedad	2.16	Hombre	183	1.79	0.69	0.05	0.00	3.77
		Mujer	187	1.86	0.75	0.05	0.00	3.49
Autoconcepto	2.39	Hombre	178	2.39	0.53	0.04	0.62	3.69
		Mujer	186	2.26	0.63	0.05	0.54	4.00
Actitud	2.02	Hombre	179	2.38	0.62	0.05	0.53	4.00
		Mujer	186	2.40	0.69	0.05	0.66	4.00
Conocimiento		Hombre	185	2.33	0.83	0.06	0.00	4.00
		Mujer	190	1.91	0.88	0.06	0.00	4.00

Tabla 5.78.  
*Comparación de medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por género en GEST/Diplo.*

	Prueba de Levene para igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. bilat.	Dif. medias	E.T. de la dif.	I. C. 95% para la diferencia	
								Inferior	Superior
Ansiedad	0.57	0.45	-0.88	368	0.38	-0.07	0.08	-0.21	0.08
Autoconcepto	2.54	0.11	2.15	362	<b>0.03</b>	0.13	0.06	0.01	0.25
Actitud	0.88	0.35	-0.20	363	0.84	-0.01	0.07	-0.15	0.12
Conocimiento	1.96	0.16	4.77	373	<b>0.00</b>	0.42	0.09	0.25	0.60

Se encuentran diferencias estadísticamente significativas por género, en la muestra GEST/Diplo., entre las medias de autoconcepto y conocimiento matemático (en la tabla 5.78 pueden consultarse los niveles de significación de los contrastes). El autoconcepto en hombres es de 2.39, superior al de mujeres, de 2.26, del mismo modo el conocimiento medio es de 2.33 en hombres y de 1.91 en mujeres. Analizando las subescalas de autoconcepto, observamos diferencia significativa entre las medias de habilidad percibida, 2.35 (0.59) en hombres y 2.17 (0.65) en mujeres, pero no la observamos en ineficacia percibida, 1.52 (0.67) en hombres y 1.55 (0.73) en mujeres (niveles de significación de 0.01 y 0.66, respectivamente). En los diagramas de caja de

la figura 5.32 observamos estas diferencias, en habilidad y conocimiento, entre hombres y mujeres.

Nos gustaría estudiar hasta qué punto estas diferencias de género observadas en el perfil matemático están influidas por factores como, por ejemplo, la diferente composición por género, tanto de la muestra como de la población, de los dos perfiles de estudios, empresa y general. Por ello, sería deseable estudiar si hay diferencias de género en el perfil matemático del estudiante de GEST/Diplo. en muestras con la misma categoría de perfil del GEST, la misma AMB y el mismo curso, sin embargo, esto reduce demasiado el tamaño muestral. Lo que no disminuye demasiado el tamaño muestral, y lo haremos a continuación, es estudiar las diferencias por género en el perfil matemático dentro de cada uno de los grupos de alumnos de GEST/Diplo. que determinan los factores perfil del GEST, AMB y cursoNILP.

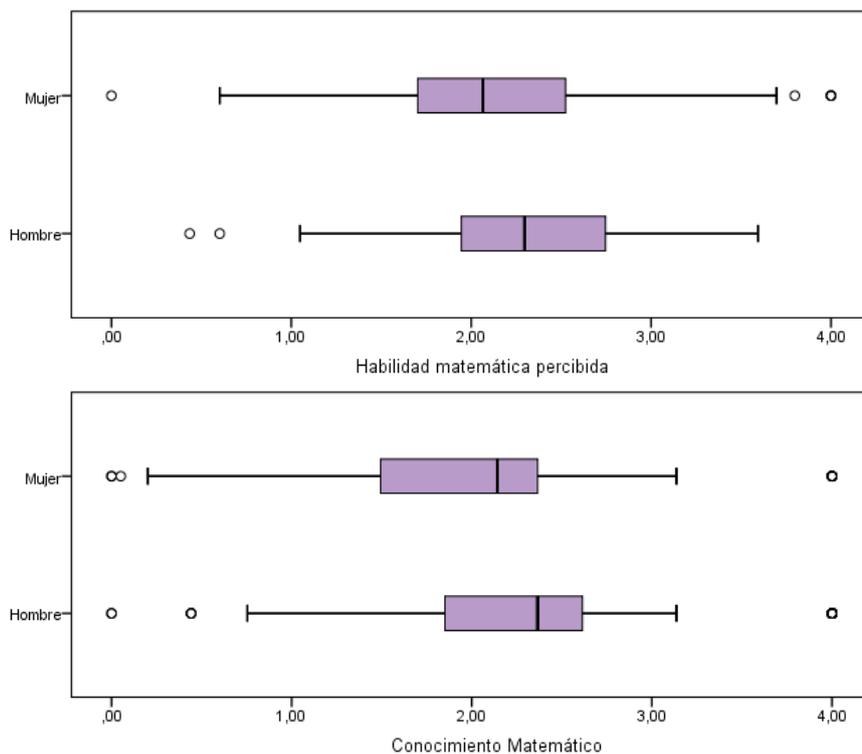


Figura 5.32.  
*Diagramas de caja de habilidad mat. percibida y conocimiento mat. por género*

### **Análisis de diferencias por género en cada uno de los dos perfiles de GEST/Diplo.**

En la tabla 5.79 mostramos los estadísticos descriptivos de las variables de interés para el estudio del perfil matemático del estudiante, a nivel de escalas, indicando para cada variable y en cada uno de los dos perfiles de GEST/Diplo. cuándo la diferencia de medias entre hombres y mujeres es significativa. Solamente se detecta una

diferencia significativa de medias por género en el perfil general, para la variable conocimiento matemático, éste es mayor en media en hombres que en mujeres, como detectábamos en la muestra completa. Sin embargo, ahora no detectamos diferencias de género en el autoconcepto medio, en ninguno de los dos grupos de estudiantes. Observamos que la actitud media hacia las matemáticas de las mujeres de general es 2.51, por encima de la de los hombres de general, 2.45, aunque la diferencia no es significativa y tampoco se da en el mismo sentido en los estudiantes de empresa, entre ellos es más matemática la actitud de los alumnos, 2.08, que la de las alumnas, 2.06.

Tabla 5.79.  
Comparación de medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por género, en cada uno de los dos perfiles de GEST/Diplo.

	VR	Perfil GEST/Diplo.	Sexo	Media	DT	N
Ansiedad matemática	2.16	Empresa	Hombre	2.12	0.66	34
			Mujer	2.18	0.78	45
		General	Hombre	1.72	0.68	149
			Mujer	1.75	0.71	142
Autoconcepto matemático	2.39	Empresa	Hombre	2.27	0.45	32
			Mujer	2.04	0.62	45
		General	Hombre	2.42	0.55	146
			Mujer	2.33	0.63	141
Actitud hacia las matemáticas	2.02	Empresa	Hombre	2.08	0.63	33
			Mujer	2.06	0.64	45
		General	Hombre	2.45	0.60	146
			Mujer	2.51	0.67	141
Conocimiento matemático		Empresa	Hombre	1.77	0.97	35
			Mujer	1.82	0.78	47
		General**	Hombre	2.46	0.74	150
			Mujer	1.94	0.91	143

\*Diferencia de medias significativa a nivel 0.05

\*\*Diferencia de medias significativa a nivel 0.01

### Análisis de diferencias por género en cada una de las dos categorías AMB

Para los estudiantes de GEST/Diplo. que cursaron la asignatura *Matemáticas* en Bachillerato las variables del dominio afectivo no presentan diferencias significativas, en media, por género. Sin embargo sí que se detectan diferencias significativas por género en el conocimiento matemático medio de estos estudiantes, los estadísticos descriptivos correspondientes pueden consultarse en la tabla 5.80.

Para los estudiantes de GEST/Diplo. que cursaron la asignatura *MCCSS* en Bachillerato la única variable del dominio afectivo que no presenta diferencias significativas en media, por género, es la de actitud hacia las matemáticas (tabla 5.80).

El autoconcepto es significativamente mayor en hombres y la ansiedad significativamente menor. También se detectan diferencias significativas por género en el conocimiento medio de estos estudiantes, incluso a un nivel inferior a las muestras del párrafo anterior. Por tanto, parece claro que, al menos entre los estudiantes MCCSS, el perfil de ellas es menos matemático que el de ellos, tanto en lo cognitivo como en lo afectivo, aunque tanto ellas como ellos mantienen una actitud positiva hacia las matemáticas.

Tabla 5.80.  
*Comparación de medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por género, en cada una de las dos categorías de AMB, en la muestra GEST/Diplo.*

	VR	AMB	Sexo	Media	DT	N
Ansiedad matemática	2.16	MCCSS**	Hombre	1.76	0.70	84
			Mujer	2.06	0.68	95
		Matemáticas	Hombre	1.75	0.67	89
			Mujer	1.56	0.75	79
Autoconcepto matemático	2.39	MCCSS**	Hombre	2.36	0.53	82
			Mujer	2.10	0.63	95
		Matemáticas	Hombre	2.45	0.53	86
			Mujer	2.50	0.58	78
Actitud hacia las matemáticas	2.02	MCCSS	Hombre	2.38	0.64	83
			Mujer	2.25	0.72	95
		Matemáticas	Hombre	2.44	0.56	86
			Mujer	2.61	0.59	78
Conocimiento matemático		MCCSS**	Hombre	2.26	0.82	85
			Mujer	1.77	0.90	96
		Matemáticas*	Hombre	2.42	0.85	90
			Mujer	2.14	0.76	81

\*Diferencia de medias significativa a nivel 0.05

\*\*Diferencia de medias significativa a nivel 0.01

### **Análisis de diferencias por género en cada uno de las cuatro categorías de CursoNILP**

Si consideramos que las categorías de la variable CursoNILP, tal como están ordenadas en la tabla 5.81 y en los gráficos de líneas que presentamos a continuación, indican un aumento en lo que podríamos llamar *tiempo de permanencia/grado de estabilidad* en los estudios universitarios, en los gráficos de ansiedad, autoconcepto y conocimiento matemático observamos una disminución de las diferencias por género al aumentar el *tiempo de permanencia/grado de estabilidad*. En segundo curso, incluso cambia de signo la diferencia en actitud y en ansiedad, teniendo las mujeres menos ansiedad y presentando mejor actitud hacia las matemáticas que sus compañeros de segundo, aunque con diferencias no significativas, como puede verse en la siguiente

tabla. Ninguna de las variables presenta diferencias significativas por género en segundo curso. Por lo que podríamos decir que en este curso ellos y ellas presentan un perfil matemático sin grandes diferencias. Esto podría deberse a que los que no abandonan los estudios de estadística se acercan más en sus perfiles matemáticos. Por otra parte, observando la figura 5.33 podríamos decir que, en general, el perfil del futuro profesional de la estadística es más matemático al aumentar el *tiempo de permanencia/grado de estabilidad*.

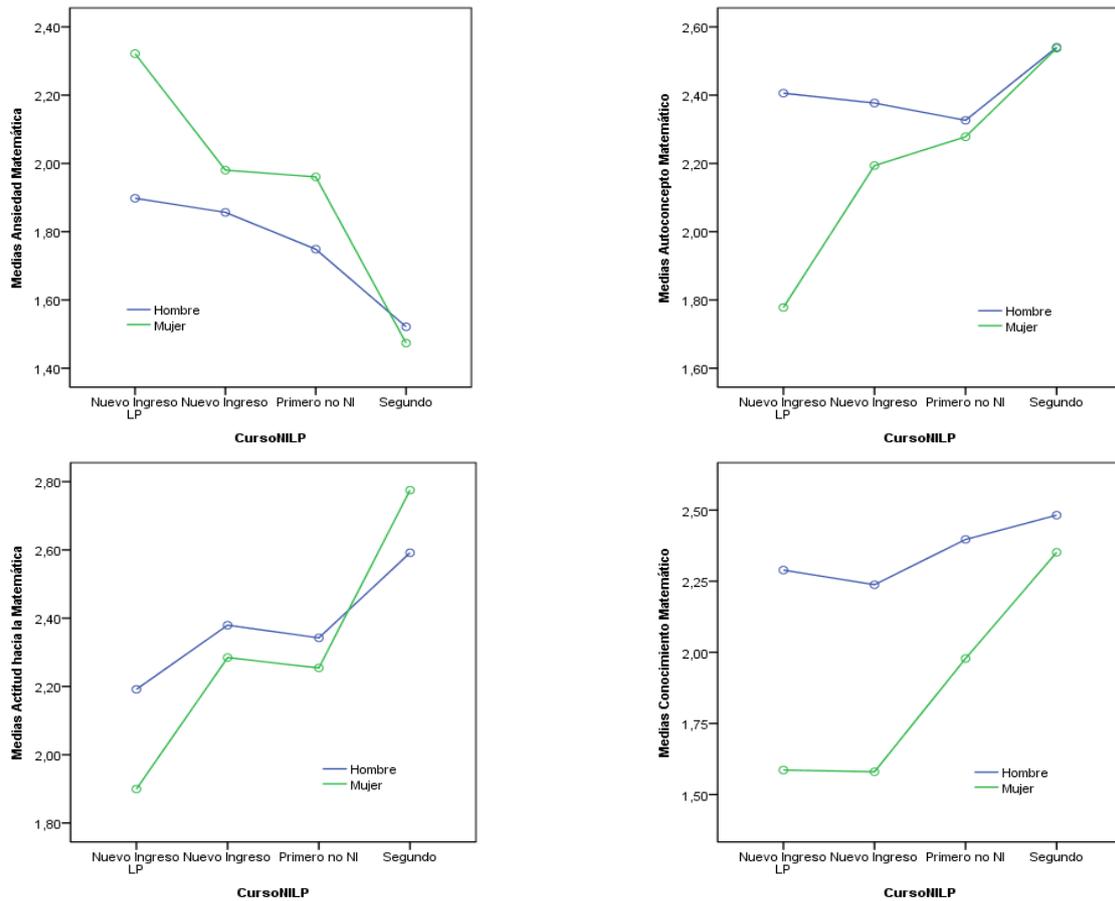


Figura 5.33. Gráficos de línea para las medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por género y CursoNILP en la muestra GEST/Diplo.

Las mayores diferencias por género se detectan en el conocimiento medio, en los grupos de primero, en los alumnos de nuevo ingreso se detectan diferencias por género en autoconcepto además de en conocimiento, entre ellos, los que indicaron LP además presentan diferencias por género en ansiedad y actitud.

Tabla 5.81.

*Comparación de medias de ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento por género, en cada grupo de estudiantes GEST/Diplo. determinado por CursoNILP*

	VR	CursoNILP	Sexo	Media	DT	N		
Ansiedad matemática	2.16	N. Ingreso LP*	Hombre	1.90	0.76	31		
			Mujer	2.32	0.61	30		
		N. Ingreso	Hombre	1.86	0.62	65		
			Mujer	1.98	0.62	60		
		Primero no NI	Hombre	1.75	0.74	42		
			Mujer	1.96	0.86	20		
		Segundo	Hombre	1.52	0.64	35		
			Mujer	1.47	0.73	69		
		Autoconcepto matemático	2.39	N. Ingreso LP**	Hombre	2.41	0.44	31
					Mujer	1.78	0.57	30
N. Ingreso*	Hombre			2.38	0.48	61		
	Mujer			2.19	0.55	59		
Primero no NI	Hombre			2.33	0.64	41		
	Mujer			2.28	0.68	20		
Segundo	Hombre			2.54	0.50	35		
	Mujer			2.54	0.62	69		
Actitud hacia las matemáticas	2.02			N. Ingreso LP*	Hombre	2.19	0.55	31
					Mujer	1.90	0.59	30
		N. Ingreso	Hombre	2.38	0.60	61		
			Mujer	2.28	0.64	59		
		Primero no NI	Hombre	2.34	0.74	42		
			Mujer	2.25	0.67	20		
		Segundo	Hombre	2.59	0.51	35		
			Mujer	2.78	0.58	69		
		Conocimiento matemático		N. Ingreso LP**	Hombre	2.29	0.68	31
					Mujer	1.59	0.76	30
N. Ingreso**	Hombre			2.24	0.90	66		
	Mujer			1.58	0.90	61		
Primero no NI*	Hombre			2.40	0.72	43		
	Mujer			1.98	1.10	21		
Segundo	Hombre			2.48	0.83	35		
	Mujer			2.35	0.68	69		

\*Diferencia de medias significativa a nivel 0.05

\*\*Diferencia de medias significativa a nivel 0.01

Respecto a las subescalas, percepción de las habilidades matemáticas propias, autopercepción de ineficacia y gusto por las matemáticas se comportan de un modo análogo a las escalas correspondientes, el esquema cambia ligeramente para rechazo de las matemáticas y utilidad percibida, como puede verse a continuación en la figura 5.34, pero sin cambios significativos.

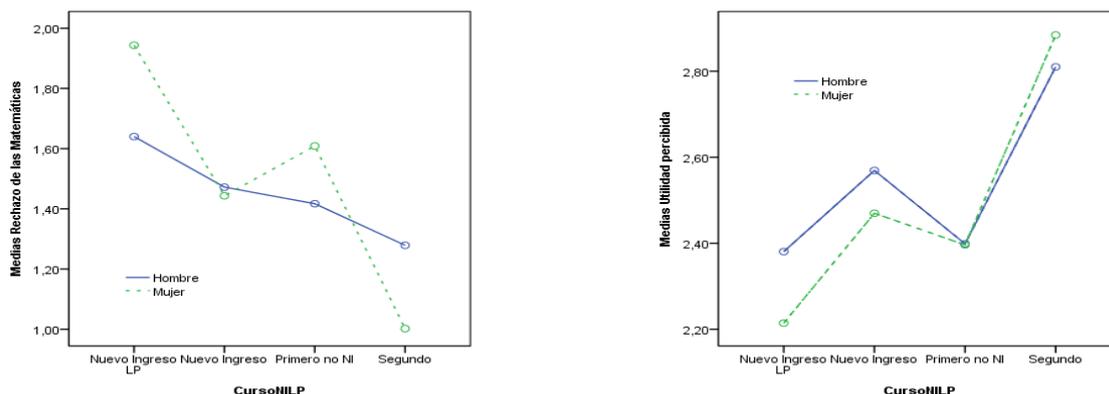


Figura 5.34. Gráficos de línea para las medias de rechazo de las matemáticas y utilidad percibida por género y CursoNILP en la muestra GEST/Diplo.

## 5.6. Perfiles matemáticos de estudiantes de grados en estadística obtenidos por análisis cluster o de conglomerados

Para terminar con el análisis de datos pretendemos establecer perfiles entre los estudiantes de GEST/Diplo. atendiendo a sus características afectivo-emocionales respecto a las matemáticas y a sus conocimientos de éstas.

Para ello comenzamos por un análisis cluster o de conglomerados jerárquico por el método de Ward, utilizando la distancia euclídea al cuadrado, tomando como variables conocimiento matemático, ansiedad, autoconcepto y actitud hacia las matemáticas. Con este primer análisis determinamos el número de conglomerados con ayuda del dendograma, decidimos tomar cuatro clases, y calculamos las medias de las cuatro variables en ellas. En una segunda etapa, con estas medias se inició un análisis de conglomerados por el método de k-medias, que se estabilizó en siete iteraciones, este método, a diferencia del de Ward, permite cambiar de grupo a los individuos, de este modo conseguimos la partición final en cuatro grupos.

Tabla 5.82. Medias a nivel de escalas y subescalas en los cuatro grupos obtenidos en el análisis cluster

	N	Escalas				Subescalas				
		Conocimiento	Ansiedad	Autoconcepto	Actitud	Habilidad	Ineficacia	Gusto	Rechazo	Utilidad
Perfil 1	82	1.02	2.48	1.80	1.77	1.75	2.07	1.71	2.03	2.00
Perfil 2	86	1.99	1.09	2.87	3.06	2.76	.93	2.71	.68	3.14
Perfil 3	159	2.35	2.06	2.14	2.19	2.08	1.75	1.93	1.65	2.44
Perfil 4	48	3.52	1.25	2.83	2.84	2.75	1.07	2.64	1.01	2.83
Total	375	2.13	1.83	2.32	2.38	2.25	1.54	2.15	1.43	2.55

Las medias de las variables de interés en los cuatro grupos finales de estudiantes, así como el tamaño de éstos se incluyen en la tabla 5.82. En la parte derecha de la misma tabla se incluyen también las medias de las subescalas.

Esta tabla junto con la matriz de gráficos de la figura 5.35 nos sugiere que los cuatro grupos de estudiantes obtenidos en la partición final corresponden, tal como están ordenados en la tabla, a perfil emocional matemático bajo, alto, medio y alto, además los perfiles están ordenados de menor a mayor conocimiento matemático medio. El *perfil 2* corresponde al perfil emocional más matemático y el *perfil 4* al de mayor conocimiento matemático, el *perfil 1* está claro que es el menos matemático tanto en lo afectivo como en lo competencial. El *perfil 3* es el más numeroso, recoge al 42% de los estudiantes de GEST/Diplo.

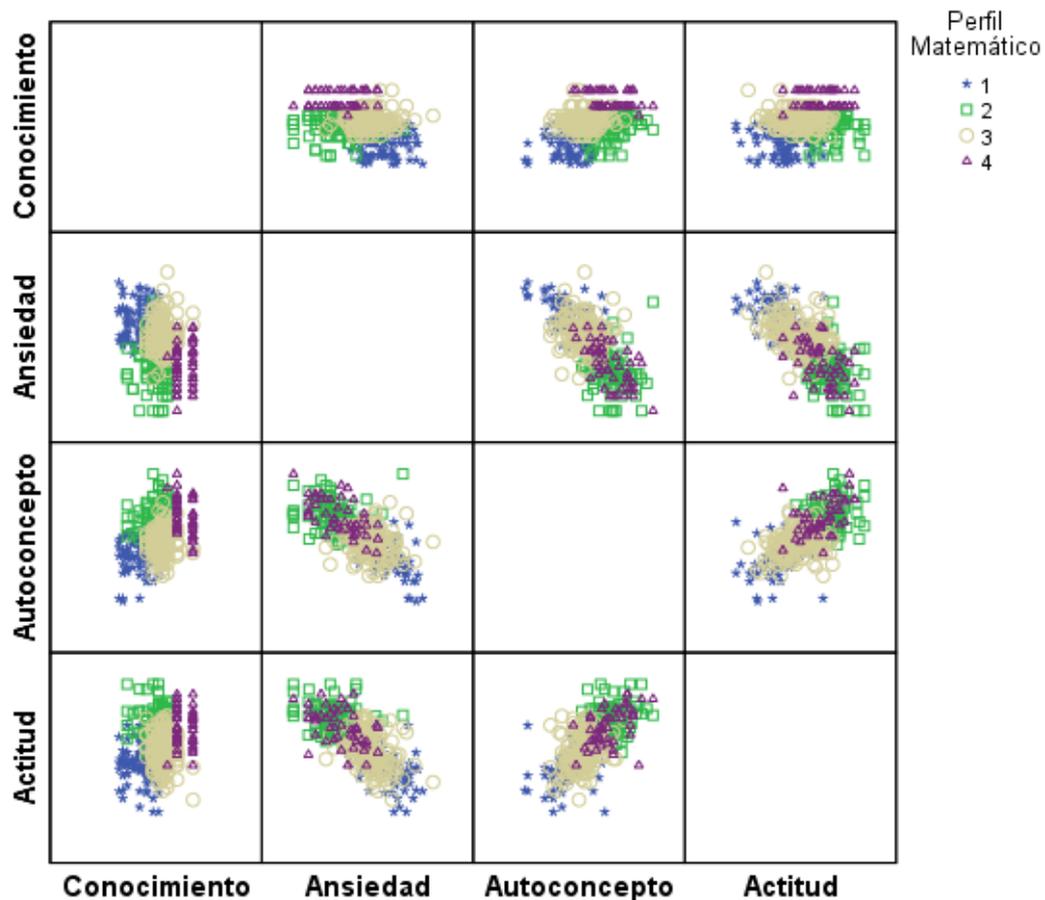


Figura 5.35. Matriz de gráficos de dispersión para las variables conocimiento, ansiedad, autoconcepto y actitud marcando los cuatro perfiles matemáticos de estudiantes de la muestra GEST/Diplo.

A continuación tratamos de caracterizar con más detalle los cuatro perfiles matemáticos de estudiantes para futuros estadísticos profesionales, con ayuda de las

tablas 5.83 a 5.87. En la tabla 5.83, en las dos últimas columnas, se incluye entre qué límites varían los valores de las escalas para los estudiantes de cada perfil, esto mismo y otros detalles pueden verse gráficamente en los diagramas de caja de la figura 5.36. La tabla 5.84 muestra cómo se distribuye la variable conocimiento en cada perfil. Las tablas 5.85 a 5.87 muestran distribuciones de frecuencias relacionadas con las variables: género, cursoNILP, AMB y perfil del GEST, en cada uno de los perfiles matemáticos determinados por el análisis cluster. Además, en estas tablas se marcan las frecuencias que son significativamente mayores de lo esperado bajo la hipótesis de falta de asociación entre las variables anteriores y el perfil matemático del estudiante con nuestra clasificación.

Tabla 5.83.

*Descripción de las características de las variables ansiedad, autoconcepto, actitud y conocimiento para cada perfil matemático de estudiantes de GEST/Diplo.*

	V.R.	Perfil matemático	N	Media	D.T.	E.T.	I.C. 95% para media		Mínimo	Máximo
							LI	LS		
Ansiedad	2.16	Perfil 1	82	2.48	0.47	0.05	2.38	2.59	1.55	3.49
		Perfil 2	86	1.09	0.53	0.06	0.97	1.20	0.00	2.96
		Perfil 3	159	2.06	0.42	0.03	1.99	2.13	0.88	3.77
		Perfil 4	48	1.25	0.57	0.08	1.09	1.42	0.00	2.28
		Total	375	1.83	0.72	0.04	1.75	1.90	0.00	3.77
Autoconcepto	2.39	Perfil 1	82	1.80	0.47	0.05	1.70	1.90	0.54	2.69
		Perfil 2	86	2.87	0.41	0.04	2.79	2.96	2.08	4.00
		Perfil 3	159	2.14	0.36	0.03	2.08	2.19	1.23	3.23
		Perfil 4	48	2.83	0.48	0.07	2.69	2.97	1.85	4.00
		Total	375	2.32	0.59	0.03	2.26	2.38	0.54	4.00
Actitud	2.02	Perfil 1	82	1.77	0.49	0.05	1.67	1.88	0.53	2.88
		Perfil 2	86	3.06	0.4	0.04	2.97	3.14	2.14	4.00
		Perfil 3	159	2.19	0.45	0.04	2.12	2.26	0.86	3.13
		Perfil 4	48	2.84	0.49	0.07	2.70	2.98	1.79	3.73
		Total	375	2.38	0.66	0.03	2.31	2.45	0.53	4
Conocimiento		Perfil 1	82	1.02	0.59	0.07	0.89	1.15	0.00	2.14
		Perfil 2	86	1.99	0.58	0.06	1.86	2.11	0.44	2.61
		Perfil 3	159	2.35	0.43	0.03	2.28	2.42	1.49	4.00
		Perfil 4	48	3.52	0.45	0.07	3.39	3.65	2.61	4.00
		Total	375	2.13	0.90	0.05	2.03	2.22	0.00	4.00

Tabla 5.84.

*Distribución de frecuencias de Conocimiento en cada perfil matemático*

Perfil matemático	Conocimiento/Suma de calificaciones preguntas CM												Total	
	0.00	0.05	0.20	0.44	0.75	1.12	1.49	1.85	2.14	2.37	2.61	3.14		4.00
Perfil 1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	82
Perfil 2				4	2	4	12	13	16	19	16			86
Perfil 3							7	26	29	43	38	14	2	159
Perfil 4											1	25	22	48
Total	4	1	7	18	9	24	38	45	49	62	55	39	24	375

Tabla 5.85.

*Nº de estudiantes clasificados en cada perfil matemático por curso y perfil de GEST/Diplo.*

Perfil matemático	Curso*Perfil GEST								Total	
	1º Empresa		1º General		2º Empresa		2º General			
<i>Perfil 1</i>	<b>*30</b>	49%	42	20%	4	19%	6	7%	82	22%
<i>Perfil 2</i>	5	8%	43	21%	<b>*9</b>	43%	<b>*29</b>	34%	86	23%
<i>Perfil 3</i>	25	41%	96	46%	4	19%	34	40%	159	42%
<i>Perfil 4</i>	1	2%	26	13%	4	19%	<b>*17</b>	20%	48	13%
Total	61	100%	207	100%	21	100%	86	100%	375	100%

\* frecuencias significativamente por encima de lo esperado bajo la hipótesis de igualdad en los porcentajes para todas las columnas.

Tabla 5.86.

*Nº de estudiantes clasificados en cada perfil matemático por género y AMB de GEST/Diplo.*

Perfil matemático	Género*AMB								Total	
	Hombre MCCSS		Hombre Mat.		Mujer MCCSS		Mujer Mat.			
<i>Perfil 1</i>	14	17%	9	10%	<b>*34</b>	36%	7	9%	64	19%
<i>Perfil 2</i>	18	22%	18	21%	17	18%	<b>*31</b>	40%	84	25%
<i>Perfil 3</i>	39	48%	42	49%	37	39%	31	40%	149	44%
<i>Perfil 4</i>	11	13%	<b>*17</b>	20%	7	7%	9	12%	44	13%
Total	82	100%	86	100%	95	100%	78	100%	341	100%

\* frecuencias significativamente por encima de lo esperado bajo la hipótesis de igualdad en los porcentajes para todas las columnas.

Tabla 5.87.

*Nº de estudiantes de GEST/Diplo. clasificados en cada perfil matemático por CursoNILP*

Perfil matemático	CursoNILP								Total	
	Nuevo Ingreso LP		Nuevo Ingreso		Primero no NI		Segundo			
<i>Perfil 1</i>	<b>*21</b>	33%	29	24%	13	21%	10	9%	73	21%
<i>Perfil 2</i>	9	14%	25	20%	12	19%	38	36%	84	24%
<i>Perfil 3</i>	29	46%	56	46%	28	45%	38	36%	151	43%
<i>Perfil 4</i>	4	6%	12	10%	9	15%	<b>*21</b>	20%	46	13%
Total	63	100%	122	100%	62	100%	107	100%	354	100%

\* frecuencias significativamente por encima de lo esperado bajo la hipótesis de igualdad en los porcentajes para todas las columnas.

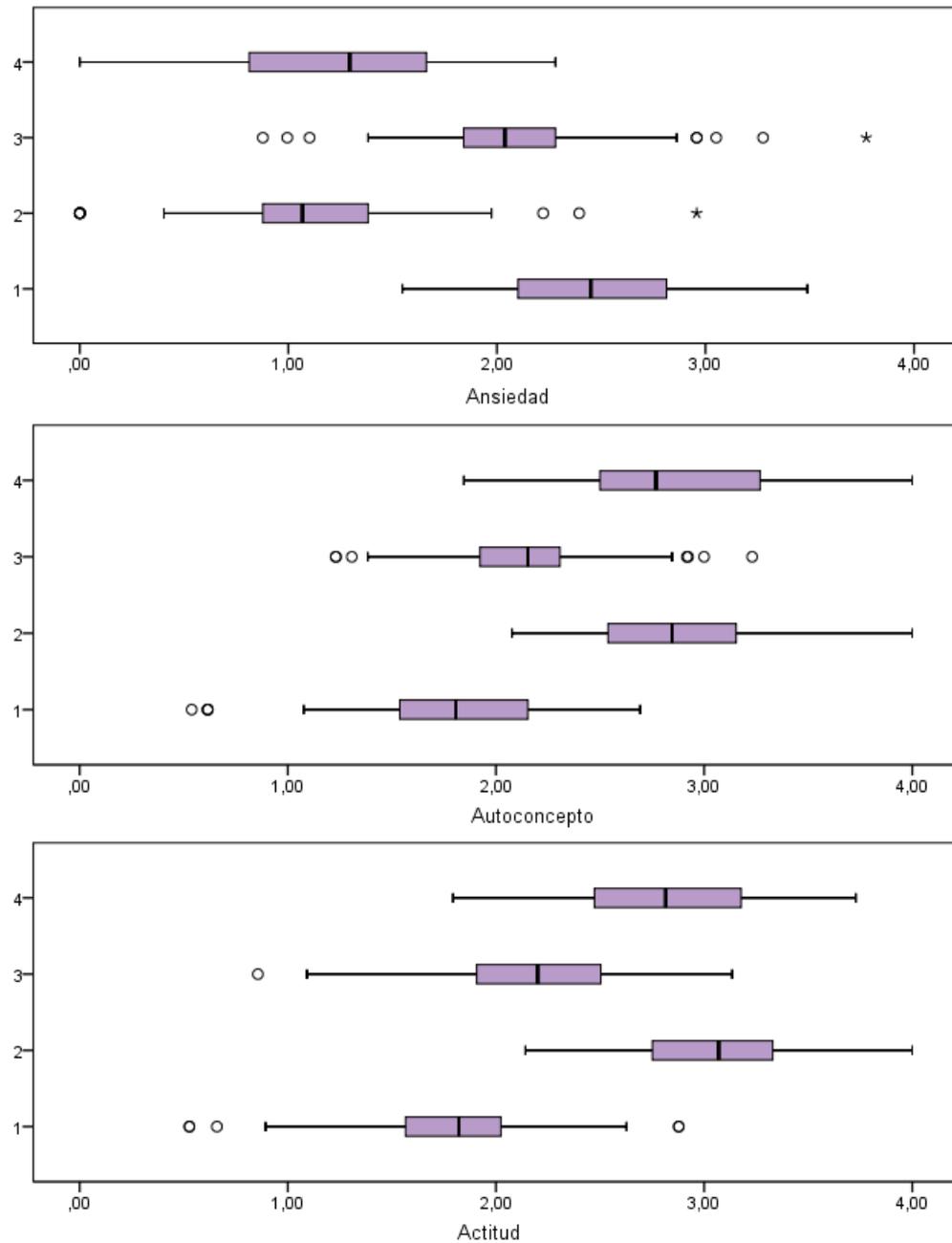


Figura 5.36.  
Diagramas de caja de ansiedad, autoconcepto y actitud para cada perfil matemático

Terminamos concretando las características de los cuatro perfiles matemáticos de estudiantes para futuros estadísticos profesionales:

- ✓ *Perfil 1.* Estudiantes con conocimiento matemático bajo (suma de calificaciones de las preguntas CM entre 0 y 8), con alta ansiedad matemática, bajo autoconcepto y actitud hacia las matemáticas también baja. El conglomerado está compuesto por 82 estudiantes (22% del total clasificado) en su mayoría de primer curso, es el perfil más frecuente para los estudiantes de primero de un GEST empresa, también es un perfil

frecuente para una estudiante que cursó MCCSS en Bachillerato y para un estudiante de nuevo ingreso que indicó LP.

- ✓ *Perfil 2.* Estudiantes con conocimiento matemático medio-bajo (suma de calificaciones de las preguntas CM entre 3 y 10), con baja ansiedad matemática, alto autoconcepto y buena actitud hacia las matemáticas. El conglomerado está compuesto por 86 estudiantes (23% del total clasificado) con una alta representación de estudiantes de segundo curso y de mujeres que estudiaron *Mat.* en Bachillerato.
- ✓ *Perfil 3.* Estudiantes con conocimiento matemático medio-alto (suma de calificaciones de las preguntas CM entre 6 y 12), con ansiedad media-alta, autoconcepto medio-bajo y actitud hacia las matemáticas también media-baja. Es el perfil mayoritario, en él se ha clasificado a 159 estudiantes, el 42% de la muestra GEST/Diplo, no destaca significativamente la representación de ningún colectivo, pero podríamos decir que los estudiantes masculinos de primero de general están generosamente representados en este perfil.
- ✓ *Perfil 4.* Estudiantes con conocimiento matemático alto (suma de calificaciones de las preguntas CM entre 10 y 12), su perfil emocional es alto, en general, pero el autoconcepto y la actitud mínimos son más bajos que los del *perfil 2*, así como sus medias. La comparación del perfil emocional matemático de los estudiantes de este conglomerado y los del dos puede verse gráficamente en los diagramas de dispersión de la figura 5.36 que cruzan ansiedad, autoconcepto y actitud. En los dos conglomerados hay estudiantes de perfil emocional matemático muy alto. El *perfil 4* es el menos numeroso, está compuesto por 48 estudiantes (13% del total), destacan con frecuencias por encima de lo esperado los estudiantes de segundo curso de GEST general ó Diplomatura y los alumnos varones que estudiaron *Mat.* en Bachillerato.

# Capítulo 6

## Conclusiones

En este último capítulo se resumen los resultados más significativos a los que hemos llegado en nuestra investigación. Estos resultados se organizan en función de las ocho hipótesis de investigación que se enuncian al comenzar el capítulo cuatro, H1 a H8, a partir de los tres objetivos propuestos. Se enuncian también las aportaciones principales de nuestro trabajo al campo de investigación de la educación matemática y estadística, las limitaciones detectadas en él y las ideas sugeridas para una posible continuación de esta investigación.

### 6.1. Conclusiones relativas a cada hipótesis de investigación

A continuación recordamos cada una de las hipótesis de investigación e indicamos qué resultados de los obtenidos en el análisis de datos permiten explicar su verificación, con los matices oportunos en cada caso. Además, compararemos dichos resultados, siempre que sea posible, con los obtenidos en alguno de los trabajos citados en el capítulo tres.

#### 6.1.1. Conclusiones relacionadas con H1.

*H1. El perfil matemático del estudiante de un Grado en Estadística en España es distinto que el de un estudiante de un Grado en Matemáticas, tanto a nivel de destrezas como a nivel afectivo.*

Para comparar el perfil matemático de un estudiante de grado en estadística con el de un estudiante de grado en matemáticas hemos utilizado los resultados relativos a la medición de la ansiedad matemática, autoconcepto matemático y actitud hacia las

matemáticas, así como el nivel de destrezas que nos ha proporcionado la prueba de conocimiento matemático, a lo anterior hemos añadido las creencias que se deducen de la asociación verbal con la palabra “*Matemáticas*” y algunas de las motivaciones que han apuntado los alumnos de las dos muestras para cursar sus estudios.

Recordamos que la muestra de estudiantes de grado en estadística tiene representación de estudiantes de primero y segundo curso de todas las universidades españolas que imparten estos estudios, pero no ocurre lo mismo con la muestra de estudiantes de primero y segundo curso de grado en matemáticas, con representación de tres universidades únicamente. No obstante, pensamos que esta muestra sí que ha servido para detectar diferencias entre ambos grupos de estudiantes en cuanto a su perfil matemático.

Comenzando por las conclusiones relativas al dominio afectivo, en los estudiantes de grado en estadística se manifiesta una carencia en el gusto medio por las matemáticas y se detecta en media un autoconcepto matemático bajo, especialmente en lo que respecta a la percepción elevada de ineficacia, estas deficiencias en el dominio afectivo no se manifiestan en la media de la muestra de estudiantes de grado en matemáticas. Además, nuestros datos detectan diferencias significativas en ansiedad matemática, autoconcepto matemático y actitud hacia las matemáticas, entre los estudiantes de ambas titulaciones, en el sentido esperado en todos los casos. Lo mismo ocurre, a nivel de subescalas, con la ineficacia matemática percibida, la percepción de habilidades matemáticas, el gusto por y el rechazo hacia las matemáticas y su utilidad percibida.

En el análisis de ítems de las escalas del dominio afectivo, hemos detectado los que marcan las mayores diferencias entre los estudiantes de los grados en estadística y matemáticas, dos de los cuales son los siguientes: “*Normalmente he tenido dificultad con las matemáticas*”, “*Soy un aficionado a las curiosidades matemáticas*”.

Del estudio de creencias derivado de las asociaciones verbales con la palabra “*Matemáticas*” realizadas por los estudiantes, se extraen conclusiones en la línea de las que acabamos de enunciar a partir de las escalas. Así, la ratio del porcentaje de asociaciones positivas frente a negativas es superior para los estudiantes de los grados en matemáticas. Desde otra perspectiva, la categoría de asociaciones más frecuente para los estudiantes de grado en estadística es la de contenidos matemáticos, con palabras como números y cálculo entre las más apuntadas; sin embargo, los estudiantes de grado en matemáticas hacen asociaciones de la palabra “*Matemáticas*” con mayor frecuencia

de las categorías de utilidad y aptitudes que de contenidos, y las asociaciones relacionadas con el razonamiento, son para ellos las más frecuentes.

Entre las razones por las que los alumnos se han matriculado de sus estudios actuales aparecen con frecuencia las relacionadas con las matemáticas en las dos titulaciones, la frecuencia para *el gusto por las matemáticas* es mayor en los estudiantes de grado del mismo nombre; así, el 71% de los estudiantes de primer curso de grado en matemáticas de nuestra muestra apuntan dicha razón, frente al 23% de los estudiantes de grado en estadística, y aunque sumáramos el porcentaje de los que apuntan *me gusta la estadística* a éste último, sólo se llegaría al 42%.

En cuanto a las destrezas matemáticas, la prueba de conocimiento evidencia también las diferencias en media a favor de los estudiantes de grados en matemáticas.

Si consideramos únicamente los estudiantes de segundo curso, no habría diferencias significativas entre ambas titulaciones, en ansiedad ni en autoconcepto matemático, pero sí en conocimiento y en actitud hacia las matemáticas. Las conclusiones del análisis por curso están relacionadas con la hipótesis H3, puesto que en la muestra de segundo no están representados suficientemente los estudiantes de grado en estadística de perfil empresa, los más alejados en su perfil matemático de los estudiantes de grado en matemáticas.

Por todo ello, queda patente la distancia del perfil matemático medio de un estudiante de grado en estadística con el de un estudiante de grado en matemáticas, tanto a nivel afectivo como de destrezas.

Diferencias relacionadas con el dominio afectivo matemático entre los estudiantes de ambas titulaciones se observan también en Pérez-Tyteca (2012), a nivel descriptivo, para las muestras de 8 y 20 estudiantes recién ingresados en las titulaciones de estadística y matemáticas de la Universidad de Granada. Así, con las escalas utilizadas por Pérez-Tyteca, la ansiedad media mayor es para los estudiantes de estadística, la seguridad en uno mismo y capacidad percibida en matemáticas para ellos es menor en media, y no se observa diferencia en el nivel medio de utilidad percibida. Nuestros resultados coinciden en los dos primeros casos, sin embargo nosotros también hemos detectado diferencia significativa en la percepción de utilidad con nuestras muestras de mayor tamaño.

Otros autores que han estudiado alguna dimensión del dominio afectivo matemático de los estudiantes de una carrera de matemáticas son Gómez-Chacón y Haines (2008), y Nortes y Nortes (2014). Los primeros estudian la relación entre las

actitudes hacia las matemáticas y hacia la tecnología en estudiantes universitarios de primer año de ciencias matemáticas, comparando los datos de 140 alumnos de la Universidad City de Londres y 120 de la Universidad Complutense de Madrid, por lo que respecta al dominio afectivo matemático utilizaron una escala con tres dimensiones, que denominaron confianza, motivación y compromiso con las matemáticas, ésta última bastante relacionada con la metacognición. Las dos primeras, de ocho ítems cada una, miden aspectos similares a nuestras escalas. Entre las conclusiones más relacionadas con nuestra investigación están las siguientes: tanto los estudiantes ingleses como españoles tienen una confianza aceptable en sus habilidades matemáticas, superior a la media, aunque también hay un grupo de estudiantes de mayor inseguridad, que están de acuerdo en que el esfuerzo es esencial para obtener buenos resultados en matemáticas y reconocen cierto nerviosismo y preocupación al hacer matemáticas; los autores observan mayor motivación por las matemáticas entre los estudiantes de Reino Unido que entre los españoles.

Nortes y Nortes (2014) estudian la ansiedad hacia las matemáticas de los alumnos del Grado de Matemáticas, con una muestra de 149 alumnos de distintas universidades españolas, incluyendo alumnos de todos los cursos. Para ello utilizan las escalas de Fennema-Sherman (1976) y de Auzmendi (1992), concluyendo con ambas que tienen un nivel bajo de ansiedad, coincidiendo con nuestros resultados. Nortes y Nortes comparan el nivel de ansiedad media obtenido con su muestra, en la escala de Fennema-Sherman, 2.01, con el obtenido por Pérez-Tyteca (2012) con la misma escala y su muestra de 1242 recién ingresados en la universidad de Granada, 2.73, así como con el de la submuestra de 20 estudiantes de la carrera de matemáticas, 2.09. Nosotros añadimos a la comparación el nivel de 2.23, obtenido por Pérez-Tyteca con la submuestra de ocho estudiantes de estadística. El nivel con nuestra escala, que toma valores entre 0 y 4, y cuyo VR de no ansiedad podría considerarse el 2.16, es de 1.84 para estadística y 1.44 para matemáticas. Si consideramos el 3 como valor de no ansiedad en la escala de Fennema-Sherman, cuyo nivel varía entre 1 y 5, los resultados relativos no son tan distintos.

Sobre el estudio de alguna dimensión del dominio afectivo matemático de los estudiantes de una carrera de estadística, la única investigación de la que tenemos constancia es la de Colorado, Cuesta y Méndez (2009), que estudian las actitudes hacia la matemática en estudiantes de estadística e informática de la Universidad Veracruzana en México. Los autores no encuentran, con su muestra de 28 estudiantes de estadística y

46 de informática, diferencias significativas entre futuros informáticos y estadísticos en lo que se refiere a la actitud hacia la matemática medida con su escala de cuatro dimensiones: *afectividad* (agrado/desagrado), *aplicabilidad* (valoración al curso de matemáticas), *habilidad* (autoconfianza) y *ansiedad* (frente al curso de matemáticas), no obstante, las mayores diferencias se dan en *aplicabilidad* y *habilidad*, los estudiantes de estadística valoran más el curso de matemáticas y los alumnos de informática tienen mayor autoconfianza. No hemos podido establecer comparación de sus resultados con los nuestros debido a la diferencia de escalas.

### 6.1.2. Conclusiones relacionadas con H2.

*H2. Existe asociación entre el perfil afectivo matemático y las destrezas en matemáticas para un estudiante de GEST.*

Para comprobar la asociación entre el perfil afectivo matemático de un estudiante de grado en estadística y las destrezas matemáticas hemos utilizado los datos resultantes de la medición de la ansiedad matemática, autoconcepto matemático y actitud hacia las matemáticas, incluidas las tres subescalas de actitud y las dos de autoconcepto, y el nivel de destrezas que nos ha proporcionado la prueba de conocimiento matemático.

Nuestros resultados están de acuerdo con las investigaciones que han estudiado la misma asociación en distintos niveles educativos, con escalas de distintas dimensiones del dominio afectivo matemático y mediciones de distintos aspectos del dominio cognitivo. Como ya apuntamos al analizar los datos, el conocimiento matemático en nuestra muestra presenta una asociación positiva significativa con el autoconcepto matemático y la actitud hacia las matemáticas, y negativa con la ansiedad hacia éstas, en consonancia con muchas de las publicaciones referenciadas en el apartado 3.1 (Hembre, 1990; Pajares 1996a; Valiente, 2000; Mato, 2006; Preciado, 2008; McMullan, Jones, & Lea, 2012; Palacios et al., 2013; Núñez-Peña, Suárez-Pellicioni y Bono, 2013). En nuestra investigación la mayor de las correlaciones de Pearson se da entre el conocimiento y el autoconcepto matemático, en particular entre el primero y la percepción de habilidad matemática. La correlación entre ansiedad y conocimiento matemático es la más baja de las tres, en consonancia con las correlaciones que obtienen Palacios et al. con su muestra de 1064 alumnos de los seis niveles comprendidos entre el último curso de primaria y primero de bachillerato, a partir del rendimiento académico en matemáticas y de las escalas de actitudes hacia las

matemáticas y ansiedad matemática. Mato también obtiene una correlación más baja entre ansiedad y rendimiento que entre actitud y rendimiento con su muestra de estudiantes de enseñanza secundaria.

Otras investigaciones como Sánchez (2009), Pérez-Tyteca (2012) o Palacios et al. (2013), entre otros, van más allá del estudio de correlaciones entre este tipo de variables y tratan de establecer relaciones causales entre ellas mediante modelos de ecuaciones estructurales, ésta es una de las líneas que propondremos para continuar con nuestra investigación. Por ejemplo, Sánchez con su muestra de 327 alumnos de la licenciatura de Economía de una universidad de México ajusta un modelo de ecuaciones estructurales con variables similares a las que nosotros hemos utilizado para el dominio afectivo matemático: utilidad, ansiedad, confianza, agrado y motivación, con el objetivo de investigar el efecto sobre el resultado de una prueba diagnóstica de matemáticas. La autora concluye que la motivación y confianza son suficientes para un buen logro en el resultado del examen y que la variable ansiedad matemática, correlada negativamente con el resultado, disminuye cuando hay una percepción de utilidad y agrado. Nuestras correlaciones están de acuerdo con estos resultados.

Por tanto, todo parece indicar que si logramos aumentar el autoconcepto y la actitud hacia las matemáticas de los estudiantes de grados en estadística que tienen deficiencias en ellos, seguramente redundará en beneficio de su rendimiento académico en matemáticas y en muchas otras asignaturas del grado.

### **6.1.3. Conclusiones relacionadas con H3.**

*H3. El perfil matemático del estudiante de un Grado en Estadística en España es distinto dependiendo de que el perfil del GEST cursado sea general o empresa.*

Hemos comprobado, en relación con los distintos aspectos estudiados, que el perfil matemático de un estudiante de grado en estadística de formación orientada a la empresa es “*menos matemático*” que el de un estudiante de grado en estadística de formación más general. Pero no hemos podido corroborar esta diferencia al reducir la muestra solo a los estudiantes de segundo curso.

Comenzamos por las conclusiones relativas al dominio afectivo. En los estudiantes de grado en estadística de perfil empresa detectamos carencias significativas en autoconcepto matemático, tanto en la autopercepción de habilidades matemáticas como en la percepción de ineficacia ante las matemáticas, esto no ocurre en el perfil general, si bien es verdad que entre el autoconcepto de un estudiante de grado en

estadística de perfil general y el de un estudiante de grado en matemáticas hay diferencia significativa a favor de éste último. Aunque las carencias sean mayores en autoconcepto, los estudiantes de primero de GEST empresa también se diferencian significativamente de sus compañeros de estadística de formación general, en ansiedad y en actitud. La ansiedad de un estudiante de primero de perfil empresa es mayor que la de un estudiante de primero de perfil general. En actitud hacia las matemáticas, el gusto es el más deficiente de las tres subescalas, tanto para el perfil empresa como para el perfil general, habiendo diferencia significativa entre los dos perfiles a favor del general.

En el análisis de ítems de las escalas del dominio afectivo, hemos detectado los que marcan las mayores diferencias por perfil formativo del grado en estadística, algunos de los cuales son los siguientes: *“Toca clase de matemáticas ¡Qué horror!”*, *“Las matemáticas se me dan bastante bien”*, *“Si me preguntan por uno de mis sueños preferidos, uno de ellos sería que no existiesen las matemáticas”*, *“Las matemáticas me ayudan a pensar y razonar”*.

Del estudio de creencias derivado de las asociaciones verbales con la palabra *“Matemáticas”*, podemos apuntar que la ratio del porcentaje de asociaciones positivas frente a negativas es superior para los estudiantes de perfil general. Para los dos perfiles formativos la categoría de asociaciones más frecuente es la de contenidos matemáticos, sin embargo sí se dan diferencias en los porcentajes de otras categorías de asociaciones verbales, por ejemplo, la categoría de ansiedad supone un 10% para empresa y sólo un 2% para general.

En cuanto a las destrezas matemáticas, la prueba de conocimiento matemático evidencia también diferencias en las destrezas, con mayor puntuación media en los estudiantes de grados de perfil general. Considerando las diferencias en los porcentajes de éxito en cada puntuación para cada una de las preguntas CM, encontramos diferencias significativas entre los estudiantes de empresa y los de general en las respuestas de las cuatro primeras, a favor del perfil general, pero no entre las respuestas de las dos últimas, correspondientes a incertidumbre y solución de problemas.

Si consideramos únicamente los estudiantes de segundo curso, con nuestras muestras, no habría diferencias significativas entre ambos perfiles formativos, ni en cuanto al dominio afectivo matemático, ni a nivel de destrezas matemáticas. Sin embargo, ya hemos advertido que en la muestra de segundo no están representados suficientemente los estudiantes de grado en estadística de perfil empresa, por lo que el tamaño muestral podría ser demasiado bajo para detectar diferencias, si las hubiera.

En esta hipótesis no hemos incluido al tercer perfil de formación considerado para un GEST, el matemático. Respecto a este perfil podemos apuntar que, en lo que hemos podido comprobar, el estudiante de primero de un grado en estadística de mayor formación matemática, se asemeja en su perfil matemático emocional y competencial al de un estudiante de primero de grado en matemáticas. Aunque la pequeña representación de este perfil, tanto en la población como en la muestra, puede haber impedido encontrar diferencias.

Tratando de establecer comparaciones con otras investigaciones que tengan ítems semejantes a nuestras escalas, podemos apuntar que con el ítem “*Suelo tener dificultades con la matemáticas*” de enunciado similar a B12, está de acuerdo el 55.2% de la muestra de 1257 estudiantes de Grado de Educación Primaria (Maroto, 2015), el 43.8% de estudiantes de GEST empresa, el 32.5% de estudiantes de GEST general y el 6.6% de la muestra de referencia. Con el ítem C9: “*Me gustan las matemáticas*”, están de acuerdo el 70% de la muestra de Educación, el 75.3% de GEST empresa, el 96.2% de GEST general y el 100% de estudiantes del grado en matemáticas. Los resultados para el ítem “*En matemáticas me quedo con la mente en blanco con frecuencia sin saber por dónde salir*” similar a A14, que en nuestra muestra no presenta diferencias significativas por perfil, estando de acuerdo con él un 40.7% de los estudiantes, en la muestra de Maroto están de acuerdo con el ítem el 45%. Resultados razonables, que nos ayudan a darnos cuenta de hasta qué punto los estudiantes de grados en estadística pueden tener carencias afectivas en matemáticas.

Respecto a la investigación de Álvarez y Ruíz (2010) con una muestra de 613 estudiantes de primero de ingeniería de universidades venezolanas, podemos establecer la comparación con el ítem A5, el 51% de los ingenieros manifiesta incomodidad y nerviosismo ante las actividades matemáticas, el 32% de GEST empresa, el 15% de GEST general y el 7% de nuestra muestra de referencia también manifiestan incomodidad y nerviosismo ante las matemáticas. Álvarez y Ruíz apuntan que la actitud hacia las matemáticas de estos estudiantes de ingeniería es globalmente positiva, en su mayoría reconocen la importancia de las matemáticas en su formación académica y declaran sentir curiosidad e interés por resolver problemas relacionados con esta disciplina, pero que no se logran alcanzar los altos niveles deseables para una carrera con amplio contenido matemático, como es la ingeniería. Podríamos decir lo mismo de un grupo de estudiantes de primero de grados en estadística, con importante representación del perfil empresa.

Podemos establecer comparaciones más generales con las investigaciones de Kaldo & Reiska (2012), que encuentran diferencias, en las actitudes y creencias hacia el estudio de las matemáticas de los 498 estudiantes de primer curso de Ciencias (ciencias naturales, matemáticas, física, etc.) en una Universidad de Estonia, respecto de 472 estudiantes de economía y administración. Los resultados de su estudio muestran que los estudiantes de ciencias tienen una actitud más positiva hacia las matemáticas que el resto de los estudiantes con diferencias significativas en cinco de los siete factores que estudian, relacionados con motivación, utilidad, importancia y autoconcepto. Resultados que, a nivel más general, están en la línea de los nuestros, sin embargo, Kargar, Tarmizi, & Bayat (2010) estudiando las relaciones entre ansiedad matemática, actitudes hacia las matemáticas y pensamiento matemático (escala que incluye la medición de habilidades para el aprendizaje matemático) con una muestra de 203 estudiantes de una universidad pública de Malasia, que cursan una asignatura de cálculo básico, pertenecientes a cuatro facultades (Ciencias, Ingeniería, Ciencias de la alimentación y Ecología humana), no encuentran diferencias en media por facultades en ninguna de las escalas, aunque para relacionar estos resultados con los nuestros faltarían las titulaciones de corte financiero. En nuestro país, Pérez-Tyteca (2012), que en su estudio con alumnos de nuevo ingreso de la Universidad de Granada cubre un mayor rango de titulaciones, concluye que existen diferencias significativas entre ramas de conocimiento, ordenando éstas de menor a mayor valor para el nivel de ansiedad del siguiente modo: enseñanzas técnicas y ciencias experimentales, carreras de corte financiero, ciencias sociales y ciencias de la salud. Estos tres bloques de titulaciones se distinguirían también para autoconfianza, con niveles a la inversa, lo mismo que para percepción de utilidad, pero en este último caso aumenta la diferencia entre las enseñanzas técnicas y los estudios con clara orientación matemática, a favor de estos últimos, y los estudios financieros se acercan más al bloque “menos matemático”. De nuevo estos resultados podrían ser considerados en sintonía con los nuestros, sobre todo si tenemos en cuenta que bastantes de los estudiantes de GEST que han indicado LP tenían intención de hacer una carrera de corte financiero.

#### **6.1.4. Conclusiones relacionadas con H4.**

*H4. El perfil matemático del estudiante de un GEST es distinto dependiendo de que el estudiante haya cursado en Bachillerato las asignaturas MCCSS I y II ó Matemáticas I y II.*

En este apartado apuntamos las conclusiones relacionadas con las diferencias en el perfil matemático, que hemos detectado, entre los estudiantes de grado en estadística que en Bachillerato cursaron las asignaturas *MCCSS I y II*, y los que cursaron *Matemáticas I y II*.

Sin tener en cuenta otros factores como el curso o el género, las diferencias entre ambos grupos de estudiantes son claras. Hay diferencias estadísticamente significativas por AMB tanto en la media de las variables relacionadas con el perfil afectivo como en el conocimiento matemático, la media tanto para actitud como para autoconcepto y conocimiento matemático es menor para los estudiantes que han cursado *MCCSS* que para los que cursaron *Matemáticas*, la diferencia es de signo contrario para la ansiedad matemática media.

Otra diferencia que hemos detectado entre ambos grupos de estudiantes es el aumento, para los estudiantes de *MCCSS* respecto de los de *Mat.*, de todas las correlaciones por pares entre las variables conocimiento, ansiedad, autoconcepto y actitud, más significativo en el caso de las tres correlaciones con el conocimiento matemático. El mayor cambio relativo se da entre conocimiento matemático y autoconcepto, que pasa de una correlación de Pearson de .17 en *Mat.* a .40 en *MCCSS*, seguido de conocimiento matemático y ansiedad que pasa de -.19 en *Mat.* a -.37 en *MCCSS*. Este aumento en las correlaciones puede estar influenciado por el género, como veremos en el apartado 6.1.6, ya que el 53% de la muestra *MCCSS* son mujeres, frente al 47% de la muestra *Mat.*

De nuevo volvemos a encontrar menores diferencias cuando analizamos únicamente los resultados para los estudiantes de segundo curso, en este caso la única diferencia significativa es la de ansiedad matemática.

Si consideramos únicamente los estudiantes que han declarado ser de nuevo ingreso en la universidad y no han apuntado el límite de plazas en otras titulaciones como razón para elegir sus estudios de estadística, tampoco encontramos diferencias significativas en media dependiendo de AMB, en ninguna de las variables de interés. Lo anterior puede explicarse bajo la hipótesis de que los estudiantes de *MCCSS* que realmente deciden cursar estudios universitarios de estadística sí tienen un perfil matemático similar al de los estudiantes que cursaron *Matemáticas* en Bachillerato, esta podría ser una de las razones por la que en segundo, después del abandono del primer año, disminuyen o desaparecen la mayoría de las diferencias.

La investigación más cercana a la comparación de nuestra hipótesis es la de Núñez-Peña et al. (2013), cuyos resultados son semejantes a los nuestros. En sus estudios sobre los efectos de la ansiedad matemática en estudiantes universitarios de segundo curso del grado en psicología, matriculados en la asignatura *Diseño de Investigaciones*, de alto contenido estadístico, también obtienen que el bajo rendimiento en la asignatura está relacionado con la ansiedad matemática y con las actitudes negativas hacia las matemáticas. Pero, además, teniendo en cuenta el itinerario cursado en Bachillerato por los estudiantes de la citada asignatura, concluyen que los alumnos que proceden de itinerarios de humanidades o sociales tienen niveles de ansiedad matemática más altos que los que proceden de itinerarios científico-tecnológicos, así como actitudes más negativas y obtienen un rendimiento medio más bajo en la asignatura.

### **6.1.5. Conclusiones relacionadas con H5.**

*H5. El perfil matemático del estudiante de un GEST es distinto dependiendo del género.*

Respecto a las diferencias en el perfil matemático entre estudiantes de grado en estadística de género femenino y masculino, podemos decir que, sin tener en cuenta ningún factor influyente, se dan de un modo significativo, a favor de los varones tanto en nivel de destrezas como en autoconcepto matemático, pero no son significativas las diferencias en ansiedad ni en actitud hacia las matemáticas. En cuanto al autoconcepto, las diferencias se dan en percepción de habilidades matemáticas, los varones se perciben más hábiles, pero no en percepción de ineficacia.

El hecho de que la diferencia de ansiedad no sea significativa, no es muy habitual en las investigaciones precedentes, de hecho en nuestra muestra lo sería si consideramos solamente la muestra de alumnos que estudiaron MCCSS en Bachillerato ( $p < 0.01$ ), la ansiedad media en ellas sería significativamente mayor que en ellos, también lo sería si consideramos las mujeres de nuestra muestra de referencia comparadas con sus compañeros ( $p < 0.05$ ), pero no lo sería si consideramos sólo las 39 mujeres de ésta última muestra que cursan segundo de matemáticas y sus 39 compañeros de estudios. La diferencia de ansiedad tampoco sería significativa si consideramos sólo la muestra de estudiantes de GEST empresa o sólo la de GEST general. Entre los autores que han detectado en sus investigaciones una ansiedad significativamente mayor en las mujeres que en los varones en su etapa universitaria,

podemos citar a Gardner (1997) y entre los que no han encontrado dicha diferencia a Tapia & Marsh (2004b). Más recientemente, Pérez-Tyteca (2012) encuentra diferencias en el mismo sentido que Gardner, mayores en las titulaciones de ciencias de la salud y ciencias experimentales que en enseñanzas técnicas y ciencias sociales. También encuentran la citada diferencia Nortes y Nortes (2014) en su muestra de 149 estudiantes de la carrera de matemáticas, Kargar, Tarmizi, & Bayat (2010) y Vitasari et al.(2010). Sin embargo, Yenilmez, Girginer, & Uzun (2007) no la encuentran en las ansiedades medias de los 1440 estudiantes turcos de los cuatro cursos de las Facultades de Economía y Administración de empresas, aunque sí encuentran diferencia en la dispersión del nivel de ansiedad por género.

Respecto a la diferencia de autoconcepto matemático, mayor en los hombres, no encontramos que sea significativa si sólo consideramos los estudiantes de grados en estadística que no son de nuevo ingreso. En la literatura encontramos una diferencia de autoconcepto a favor de los varones en la muestra de Pérez-Tyteca (2012), independientemente de la orientación de sus estudios universitarios. Recordamos que estos estudiantes son de nuevo ingreso, por lo que sus resultados estarían de acuerdo con los nuestros.

En actitud hacia las matemáticas no encontramos diferencias significativas de género, con nuestra escala, entre los estudiantes de grado en estadística. Sin embargo, sí que las encontramos si consideramos sólo a los 61 estudiantes de nuevo ingreso que indicaron LP como razón para matricularse del grado, el gusto medio por las matemáticas es significativamente mayor para los 31 varones. Pero esa diferencia disminuye si se trata del resto de estudiantes de GEST e incluso se invierte a favor de las mujeres en segundo curso, aunque no llega a ser significativa.

Entre las referencias del capítulo tres encontramos investigaciones que están en la línea de nuestros resultados sobre actitud hacia las matemáticas. Por ejemplo, Yenilmez et al. (2007) encontraron que las alumnas tenían actitudes más positivas en media hacia las matemáticas que los varones, en nuestra muestra de segundo curso, la percepción de utilidad media es más alta en las mujeres, aunque no de un modo significativo. Sin embargo, Kargar et al. (2010) encontraron diferencias significativas a favor de los varones en actitud media. Nosotros hemos detectado diferencia significativa a favor de ellos en la subescala de gusto al considerar sólo la muestra de referencia y en los estudiantes de GEST nuevo ingreso LP. Volviendo a la subdimensión de utilidad, Pérez-Tyteca (2012) indica que los hombres otorgan una utilidad a las matemáticas

significativamente más alta que las mujeres pero advierte que por titulaciones, en la mayoría de las consideradas en su muestra, ocurre lo contrario, aunque las de fuerte orientación matemática y las de corte financiero no están entre estas últimas, esto coincidiría con nuestros resultados sobre utilidad para estudiantes de nuevo ingreso pero no para el resto.

A nivel de destrezas matemáticas, las diferencias entre alumnos y alumnas son más claras a favor de los primeros, sobre todo en primer curso incluidos estudiantes que no son de nuevo ingreso, ya que en segundo curso no se detectan diferencias de género en el conocimiento matemático medio. Las mayores diferencias por género se presentan en las respuestas a las preguntas CM, 2 y 3, con menor porcentaje de éxitos para la máxima puntuación en las mujeres. Estas preguntas corresponden a las de mayor nivel de dificultad, en cuanto a contenido son de cambio y relaciones, y cantidad, respectivamente.

Otra diferencia de género que hemos detectado es el aumento, para las mujeres respecto de sus compañeros, de todas las correlaciones por pares entre las variables conocimiento, ansiedad, autoconcepto y actitud. El aumento se da también a nivel de subescalas. En el nivel de escalas, los tres pares con un mayor aumento relativo son: conocimiento y actitud hacia las matemáticas, que pasa de una correlación de Pearson de .17 en hombres a .36 en mujeres; conocimiento y autoconcepto que pasa de .24 a .42; autoconcepto y actitud que pasa de .53 a .78. Estos resultados no coinciden con los de Fennema & Sherman (1978) en su muestra de 1320 estudiantes norteamericanos de sexto a octavo grado, en la mayoría de sus correlaciones, por ejemplo, entre utilidad y confianza su resultado es .54 en hombres y .49 en mujeres, nuestra correlación más parecida sería entre utilidad y percepción de habilidad, de .19 en hombres y .52 en mujeres. Estos resultados en las correlaciones podrían estar relacionados con la mayor capacidad de la mujer para manifestar sus respuestas afectivas.

Respecto a la correlación de Pearson entre conocimiento y ansiedad, hemos observado que en la muestra GEST/Diplo. es -.29 en hombres y -.33 en mujeres, aumenta la asociación como acabamos de apuntar; sin embargo, si consideramos la muestra completa, incluidos los estudiantes de matemáticas, pasamos de -.35 en hombres a -.33 en mujeres, disminuyendo la asociación. Si consideramos sólo la muestra de referencia esta correlación sería de -.22 para los 85 hombres y -.14 para las 66 mujeres. También hemos comprobado estas diferencias utilizando correlaciones de Spearman. El resto de correlaciones por pares entre las variables conocimiento,

ansiedad, autoconcepto y actitud siguen presentando el aumento en la asociación aunque se consideren las mujeres de la muestra total, incluida referencia.

Resumiendo, podríamos decir que se constatan diferencias de género en el perfil matemático de los estudiantes de grado en estadística, a favor de los varones, fundamentalmente entre los estudiantes de nuevo ingreso y en aquellos que cursaron MCCSS en Bachillerato; sobre todo por lo que respecta a las destrezas y a la autopercepción de habilidades, pero las diferencias disminuyen al aumentar el tiempo de permanencia en la universidad. De nuevo, nos planteamos que quizá el abandono tenga influencia en estos resultados, aunque seguramente no será la única causa.

### **6.1.6. Conclusiones relacionadas con H6 y H7.**

*H6. El perfil matemático del estudiante de un GEST es distinto para un estudiante de nuevo ingreso en la universidad o en el GEST que para uno que no lo es.*

*H7. El perfil matemático de un estudiante de nuevo ingreso en GEST que apunta LP como razón para estudiar el grado es distinto que el de un estudiante que tiene otras motivaciones para elegir los estudios.*

Claramente el perfil matemático de un estudiante de grado en estadística mejora con al menos un curso en la universidad, tanto en destrezas como en el perfil afectivo. Las diferencias en las medias de las variables de interés son todas significativas a favor siempre de los estudiantes que no son de nuevo ingreso en la universidad. Ahora bien, los factores que hayan podido influir en los resultados no se han podido aislar, con nuestra muestra, para sacar conclusiones más claras; por ejemplo, no sabemos cuánto influye el abandono de los estudios en primer curso, los nuevos conocimientos adquiridos, incluida la aplicación del cálculo o el álgebra en las primeras asignaturas de estadística, o la mayor madurez del estudiante.

Un factor que parece marcar diferencias en el perfil matemático de los estudiantes de nuevo ingreso a los estudios de grado en estadística, es la limitación de plazas con la que se encuentra actualmente el estudiante, en la entrada a la universidad, cuando quiere optar a determinadas titulaciones. En la mayoría de los grados en estadística, igual que ocurre en los grados de matemáticas o física, no es necesaria una nota elevada para entrar, lo que favorece que muchos estudiantes de estos grados no los hayan elegido en primeras opciones. Además, no es descartable que estos estudiantes abandonen los estudios universitarios de estadística en primer curso con mayor probabilidad que el resto.

En nuestra muestra, 63 estudiantes de nuevo ingreso en la universidad han apuntado el límite de plazas en otras titulaciones como razón para matricularse del grado en estadística que cursan. Estudiando su perfil matemático y comparándolo con sus 130 compañeros de estudios que, como ellos, eran de nuevo ingreso en la universidad, hemos detectado diferencias estadísticamente significativas en ansiedad, autoconcepto y actitud hacia las matemáticas, siendo más alta la ansiedad media en los estudiantes LP y más bajo su autoconcepto matemático y actitud; sin embargo, no hemos detectado diferencias significativas en sus habilidades matemáticas, ni en la autopercepción de éstas.

Al terminar el apartado 3.1.1 señalamos varias investigaciones relativas a la evolución del dominio afectivo-emocional matemático, todas ellas referidas a la etapa no universitaria, la disminución con la edad especialmente durante la educación secundaria, no parece extrapolable en absoluto a la etapa universitaria. Sería interesante estudiar la evolución del perfil matemático de los estudiantes de GEST en un periodo más estable, con menos influencia del abandono; por ejemplo, las diferencias entre segundo y cuarto curso.

### **6.1.7. Conclusiones relacionadas con H8.**

*H8. Se pueden distinguir distintos tipos de perfiles matemáticos entre los estudiantes de un GEST en España.*

Por supuesto que se pueden distinguir distintos perfiles matemáticos entre los actuales universitarios futuros profesionales de la estadística; sin embargo, determinar cuántos no es tan sencillo. El análisis de conglomerados nos ha permitido distinguir cuatro perfiles que hemos considerado de interés. Para facilitar su caracterización podríamos referirnos a ellos como: los dos perfiles “más matemáticos” (*perfiles 2 y 4* en el apartado 5.6), el perfil “menos matemático” (*perfil 1*) y el perfil “medio” (*perfil 3*). Dentro de los más matemáticos, el *perfil 2* se diferencia del *perfil 4* en que incluye estudiantes con un perfil emocional más matemático (bajo nivel de ansiedad, autoconcepto y actitud en niveles altos) que los del *perfil 4* y éste último incluye estudiantes con un nivel de destrezas matemáticas mayor que el primero. El menos matemático, es en el que está el 22% de los estudiantes de grado en estadística de perfil general o empresa, son estudiantes con bajo nivel de destrezas, alta ansiedad, bajo autoconcepto, y actitud hacia las matemáticas de nivel también bajo. El perfil “medio” es el más frecuente, corresponde al 42% de los estudiantes de grado en estadística de

perfil general o empresa, de niveles más bien medios en todas las variables afectivas y de conocimiento, con un perfil emocional matemático medio bajo y un nivel de destrezas matemáticas medio alto.

El estudio de la composición de estos perfiles, en función de los grupos de estudiantes que hemos considerado en la investigación, determinados por factores como AMB, género, perfil, nuevo ingreso o LP, nos lleva a determinar como estudiantes candidatos que, con mayor probabilidad, van a necesitar una orientación especial en el aprendizaje de las matemáticas: a los estudiantes que cursaron MCCSS en Bachillerato, a los que no han elegido el grado en primera opción, a los que cursan GEST empresa y a las mujeres.

Además, creemos que el hecho de que el perfil emocional mayoritario sea medio bajo merece un esfuerzo especial por parte de los docentes que más les influye, en el aprendizaje de sus asignaturas, que el estudiante tenga un buen dominio de las matemáticas y, por supuesto, de aquellos que imparten asignaturas de matemáticas en estos grados. No debemos olvidar que, aunque el nivel de destrezas matemáticas sea medio alto en este perfil, el nivel de conocimiento matemático se ha medido con preguntas formuladas especialmente para un alumno que termina secundaria.

Por lo que respecta a las relaciones que hemos encontrado entre los resultados de nuestro análisis de conglomerados y alguna investigación anterior, podemos apuntar que Petriz, Barona, López, y Quiroz (2010) en su estudio con 124 estudiantes de la licenciatura en Administración en una universidad mejicana, cuando utilizan análisis de conglomerados para estudiar las relaciones entre la ansiedad hacia las matemáticas y el desempeño de los estudiantes, interpretan que una dosis moderada de ansiedad en los estudiantes conduce a un desempeño mayor en matemáticas. Algunos de los estudiantes de nuestro *perfil 3*, con ansiedad media alta y nivel de destrezas también medio alto, podrían apoyar la hipótesis de Petriz et al. y de otros autores anteriormente.

También apuntamos que Colorado y Juárez (2009b) estudian patrones de actitudes hacia la matemática en 72 estudiantes de estadística e informática de la Universidad Veracruzana, considerando para ello una escala de cuatro dimensiones: *afectividad* (agrado/desagrado), *aplicabilidad* (valoración al curso de matemáticas), *habilidad* (autoconfianza) y *ansiedad* (frente al curso de matemáticas). Colorado y Juárez encuentran cinco grupos homogéneos en cuanto al perfil emocional, sin tener en cuenta destrezas, pero no hemos conseguido establecer una relación clara con nuestros perfiles.

## **6.2. Aportaciones de la investigación**

En este trabajo aportamos un amplio conjunto de datos sobre los estudiantes de estadística a nivel de grado en las universidades españolas. Grados que son poco conocidos y cuyo futuro profesional es muy prometedor. Estos datos pueden contribuir a esclarecer algunos aspectos relacionados, por ejemplo, con el tipo de asignatura de matemáticas elegida en Bachillerato por sus estudiantes, y en general, con el perfil matemático del estudiante de un grado en estadística actualmente. Además, la comparación con la muestra de estudiantes de grado en matemáticas, creemos que ayudará en este aspecto.

Esperamos que esta información le sea útil tanto al profesor de matemáticas de enseñanza secundaria y bachillerato, que en algunos casos desconoce la situación de los estudios de estadística en la universidad, como a los profesores que imparten docencia en grados de estadística. En cuanto a los primeros, su papel es muy importante para que un estudiante con cualidades para estudiar estadística e interés por ella no desaproveche la ocasión de estudiar un grado con futuro profesional prometedor. En cuanto a los segundos, el conocimiento de sus estudiantes a nivel de destrezas matemáticas básicas y a nivel de dominio afectivo matemático, favorecerá el diseño de asignaturas que tengan en cuenta el grado de formalización adecuada para su impartición, y podrá ayudarle a detectar grupos de estudiantes que puedan requerir una orientación diferente en el proceso de aprendizaje de las matemáticas o de otras asignaturas básicas del grado, como la probabilidad e inferencia estadística. Las tutorías individuales, la orientación grupal o los cursos propedéuticos podrían servir como instrumentos para llevar a cabo esa orientación personalizada. Además, seguramente será beneficioso, para algunos estudiantes, que el profesor les motive haciéndoles sentir que son capaces de entender y aplicar los métodos matemáticos que necesitan.

La recopilación de enlaces relacionados con la enseñanza de la estadística en nuestro país y en otros países europeos, así como el punto de vista norteamericano, creemos que también serán de utilidad para la comunidad educativa.

Para la comunidad que investiga en Didáctica Matemática aportamos escalas en español, para tres dimensiones del dominio afectivo: ansiedad matemática, autoconcepto matemático y actitud hacia las matemáticas, adaptadas al contexto universitario, con su correspondiente validación, utilizando para ello una muestra de 545 estudiantes de primeros cursos de grados con alto contenido de matemáticas en sus

planes de estudios. La muestra tiene representación de todas las universidades donde se imparte un grado en estadística en España.

En relación con las escalas, aportamos transformaciones para normalizarlas, adaptadas a escalas que toman valores en un intervalo finito, conservando ese intervalo después de la transformación, cuestión que no hemos encontrado explícitamente, en el contexto de la psicometría, en las referencias bibliográficas utilizadas.

También aportamos la experiencia de utilización de algunas preguntas liberadas de pruebas PISA para medir destrezas matemáticas en estudiantes de primeros cursos de grados con alto contenido de matemáticas en sus planes de estudios, así como la comparación de sus resultados con los obtenidos en PISA 2003 por estudiantes de quince años.

Los resultados de esta tesis esperamos que contribuyan a evitar que alumnos con un rendimiento relativamente bueno, se vean frenados en su aprendizaje de la estadística por su actitud negativa hacia las matemáticas. Aunque para ello es necesaria la concienciación de profesores universitarios de áreas que, por el momento, no están muy acostumbrados a tener en cuenta el factor emocional en sus enseñanzas. En este sentido, las conclusiones aportadas en este trabajo pueden servir sobre todo de puntos de reflexión para este colectivo.

### **6.3. Limitaciones de la investigación**

Debido a la naturaleza del muestreo utilizado y a las condiciones necesarias para la administración del cuestionario, entre las que destacamos, permisos para su administración, colaboración de profesores del grado en estadística en otras universidades y desplazamientos de la autora de este trabajo a algunas universidades, la muestra presenta cierto desequilibrio en la representación de los perfiles formativos del grado en segundo curso. A ello también ha contribuido que los cuestionarios se administraran en un momento de cambio en la universidad con la entrada de los nuevos planes de estudios adaptados al EEES, y que, por tanto, en la mitad de los GEST no se hubiera implantado todavía segundo curso de los nuevos planes.

Como consecuencia de que, en segundo curso la mitad de los GEST no hubiera comenzado el nuevo plan en el momento de la administración del cuestionario, y en alguno, compartieran las clases los estudiantes de la antigua titulación con los de la nueva, también se han recogido datos de estudiantes de la antigua Diplomatura en

Estadística de segundo curso. No obstante, posteriormente se comprobó que no había diferencias significativas en las características de interés entre los estudiantes de la antigua titulación y los de la nueva con perfil formativo general, como se esperaba por la similitud entre planes de estudios.

El momento de administración del cuestionario no fue en todas las universidades el que nos hubiera parecido óptimo, las primeras semanas de curso. De nuevo las condiciones necesarias para la administración del cuestionario provocaron retraso en algunas universidades, incluso tener que posponerla al inicio del siguiente curso académico.

Una cuestión que podría afectar a las comparaciones con la muestra de estudiantes de grado en matemáticas es que en ella sólo hay representación de dos universidades en cada curso, tres distintas.

La transformación que trata de normalizar la distribución de la variable conocimiento matemático, es con la que se ha obtenido peor resultado, de todas las transformaciones aplicadas con ese objetivo. Ello es debido sobre todo al elevado porcentaje de estudiantes con calificación máxima. Aumentar el nivel de dificultad de la prueba de destrezas matemáticas hubiera facilitado conseguir el objetivo.

#### **6.4. Posibles líneas de continuación**

Algunas de las ideas que nos han surgido en el transcurso de la presente investigación, que podrían dar lugar a su continuación son las siguientes:

Estudio de las estrategias metacognitivas relacionadas con las matemáticas, utilizadas por los estudiantes de grado en estadística, y su relación con las variables que aquí se han estudiado.

El ajuste de un modelo de ecuaciones estructurales con las variables que aquí se han utilizado, incorporando las estrategias metacognitivas, la nota de matemáticas en Bachillerato y la nota media del GEST cursado hasta el momento de la administración del cuestionario. El objetivo de este modelo sería estudiar las relaciones causales que expliquen la influencia del perfil matemático del estudiante en su aprendizaje de la estadística. En lugar de la nota media del GEST, podría utilizarse la nota de asignaturas concretas, como por ejemplo la Inferencia estadística para centrar más el problema.

La incorporación al modelo de datos sobre estudiantes de tercero y cuarto de grados en estadística, añadiendo preguntas de mayor nivel de dificultad a la prueba de destrezas matemáticas.

Estudiar cómo ha cambiado el perfil matemático de los estudiantes al ingreso de los grados en estadística con la entrada de los PCEO en las cinco universidades que, de momento, los han incorporado.

Hacer un estudio de casos que nos permita profundizar en temas que no hayan quedado claros en los análisis estadísticos.

Hacer un estudio similar en otras titulaciones universitarias españolas, a parte de los estudios recientes para profesores en formación, por ejemplo estudios de grado en administración de empresas o de grado en informática.

Por último, añadir que aunque de momento sólo se ha publicado un trabajo relacionado con esta investigación en el libro de actas de un Simposio de la SEIEM (Rodríguez del Tío et al., 2012), nuestro propósito es continuar alguna de estas líneas con el deseo de publicar algún trabajo más.

# Referencias Bibliográficas

- Aiken, L. R. (1974). Two Scales of Attitude toward Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 5(2), 67-71, doi: [10.2307/748616](https://doi.org/10.2307/748616).
- Aiken, L. R. & Dreger, R. M. (1961). The effect of attitude on performance in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 52, 19-24.
- Aleman, I. y Lara, A. I. (2010). Las actitudes hacia las matemáticas en el alumnado de la ESO: un instrumento para su medición. *Publicaciones*, 40, 49-71.
- Alexander, L. & Martray, C. (1989). The development of an abbreviated version of the mathematics anxiety rating scale. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 22, 143-150.
- Aliage, M., Cobb, G., Cuff C., Garfield, J., Gould R., Lock, R., Moore T., Rossman A., Stephenson B., Utts J., Velleman P., & Witmer J. (2012). *GAISE College Report*. Alexandria, VA: ASA. Recuperado de: [http://www.amstat.org/education/gaise/GaiseCollege\\_Full.pdf](http://www.amstat.org/education/gaise/GaiseCollege_Full.pdf).
- Alvarado, H. (2013). Didáctica de la estadística en la educación superior. En A. Salcedo (ed.), *Educación Estadística en América Latina: Tendencias y Perspectivas*, 319-342. Universidad Central de Venezuela.
- Alvarado, H. y Retamal, L. (2012). Dificultades de comprensión del teorema central del límite en estudiantes universitarios. *Educación Matemática*, 24(3), 119-130.
- Álvarez, Y. y Ruiz, M. (2010). Actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de ingeniería en universidades autónomas venezolanas. *Revista de Pedagogía*, 31(89), 225-249.
- ANECA (2004). Libro Blanco del Título de Grado en Estadística. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Recuperado el 02/10/2014, de [http://www.aneca.es/media/150324/libroblanco\\_estadistica\\_def.pdf](http://www.aneca.es/media/150324/libroblanco_estadistica_def.pdf)
- Angulo, J.M. y Pardo, L. (2013). 2013: Año Internacional de la Estadística (Statistics2013). *La Gaceta de la RSME*, 16(1), 47-50.
- Angulo, J.M., Ugarte M. D., y Gordaliza, A. (2013). LOMCE: An opportunity to strengthen the presence of Statistics in Secondary and High School Education. *BEIO, Boletín de Estadística e Investigación Operativa*, 29(2), 141-148.
- Arbuckle, J.L. (2011). *IBM SPSS Amos 20 User's Guide*. U. S.: IBM Corporation.
- Arribas, J.M. (2004). Los comienzos de la estadística matemática (1914-1936), en J. Santos y M. García (coord.): *Historia de la Probabilidad y la Estadística. II*, 331-359. Madrid: Delta.

- Arribas, J.M. (2011). La introducción de la Estadística en las Ciencias Sociales: Estados Unidos (1920-1945), en J. M. Riobóo y I. Riobóo (eds.): *Historia de la Probabilidad y la Estadística*. V, 11-26. Santiago de Compostela: Nino-Centro de Impresión Digital.
- ASA (2014). *Curriculum Guidelines for Undergraduate Programs in Statistical Science*. American Statistical Association Undergraduate Guidelines Workgroup. Recuperado el 07/07/2015, de: <http://www.amstat.org/education/pdfs/guidelines2014-11-15.pdf>
- Ato, M. y López, J.J. (1996). *Análisis estadístico para datos categóricos*. Madrid: Síntesis Psicología.
- Auzmendi, E. (1992). *Las actitudes hacia la matemática-estadística en las enseñanzas medias y universitarias. Características y medición*. Bilbao: Mensajero.
- Baloglu, M. (2003). Individual differences in statistics anxiety among college students. *Personality and Individual Differences*, 34(5), 855-865, doi: [10.1016/S0191-8869\(02\)00076-4](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(02)00076-4)
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Nueva York: Freeman.
- Barbero, M.I., Holgado, E.P., Vila, E., y Chacón, S. (2007). Actitudes, hábitos de estudio y rendimiento en Matemáticas: diferencias por género. *Psicothema*, 19(3), 413-421.
- Barnett, V. (1983). *Statistical Education-Enseñanza de la Estadística*. Gobierno Vasco, Dirección de Estadística. (Edición bilingüe).
- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la Estadística*. Granada: Grupo de Investigación en Educación Estadística. Recuperado el 31/07/2013, de <http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/libros/didacticaestadistica.pdf>
- Batanero, C. (2002). Los retos de la cultura estadística. Jornadas Interamericanas de Enseñanza de la Estadística. Recuperado el 31/07/2013, de <http://www.docentes.unal.edu.co/pnpachecod/docs/losretos.pdf>
- Batanero, C. (2009). Retos para la formación Estadística de los profesores. *II Encontro de Probabilidade e Estadística na Scola*. Universidade do Minho, Braga, Portugal. Recuperado de: <http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/Formprofesores.pdf>
- Batanero, C., Arteaga, P., y Gea, M. M. (2012). El currículo de estadística. *Revista de Didáctica de las Matemáticas Uno*, 59, 9-17.
- Batanero, C. Arteaga, P. Serrano, L., y Ruiz, B. (2014). Prospective Primary School Teachers' Perception of Randomness. En E. J. Chernoff & B. Sriraman, (Eds.), *Probabilistic thinking: presenting plural perspectives*, (pp. 345-366). Springer Netherlands.

- Batanero, C., Burril, G., & Reading, C. (eds.) (2011). *Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education. A Joint ICMI/IASE Study*. Nueva York: Springer.
- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J. M., y Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números*, 83, 7-18.
- Batanero, C., Gea, M.M., Arteaga, P., y Contreras, J. M. (2014). La estadística en la educación obligatoria: Análisis del currículo español. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 14(2). Recuperado de: <http://www.tec-digital.iter.ac.cr/servicios/ojs/index.php/matematica/article/view/1663>
- Bazán, J. y Sotero, H. (1998). Una aplicación al estudio de actitudes hacia la matemática en la UNALM. *Anales Científicos UNALM*, 36, 60-72.
- Blackner, D. M. (2000). *Prediction of community college students. success in developmental math with traditional classroom, computer-based on-campus and computer-based at a distance instruction using locus of control, math anxiety and learning style*. Tesis doctoral. University of North Texas, Texas.
- Blanco, A. (2004). Enseñar y aprender Estadística en las titulaciones universitarias de Ciencias Sociales: apuntes sobre el problema desde una perspectiva pedagógica. En J. C. Torre y E. Gil (Eds.). *Hacia una enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje*, pp. 143-190. Madrid: Servicio de publicaciones de la Universidad Pontificia de Comillas.
- Blanco, A. (2008). Una revisión crítica de la investigación sobre las actitudes de los estudiantes universitarios hacia la Estadística. *Revista Complutense de Educación*, 19(2), 311-330.
- Behar, R. y Grima, P. (2001). Mil y una dimensiones del aprendizaje de la estadística. *Estadística Española*, 43, N. 148, 189-207.
- Behar, R., Grima, P., Ojeda, M.M., y Cruz, C. (2013). Educación estadística en cursos introductorios a nivel universitario: algunas reflexiones. En A. Salcedo (ed.), *Educación Estadística en América Latina: Tendencias y Perspectivas*, 343-360. Universidad Central de Venezuela.
- Ben-David, J. (1971). *The scientist'Role in Society*. Prentice-Hall. New York.
- Ben-Zvi, D. & Garfield, J. (Eds), (2004). *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Ben-Zvi, D. & Garfield, J. (2008). Introducing the emerging discipline of statistics education. *School Science and Mathematics*, 108(8), 355-361, doi: [10.1111/j.1949-8594.2008.tb17850.x](https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2008.tb17850.x)
- Berkaliev, Z & Kloosterman, P. (2009). Undergraduate Engineering Majors' Beliefs About Mathematics. *School Science and Mathematics*, 109(3), 175-182, doi: [10.1111/j.1949-8594.2009.tb17953.x](https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2009.tb17953.x)

- Bertorello, N., Albrecht, G., y Tauber, L. (2010). Revisión de estudios que analizan las actitudes y ansiedad respecto de la estadística y de la ciencia. (pp. 118-127). *III Reunión Pampeana de Educación Matemática*. Argentina. Recuperado de <http://repem.exactas.unlpam.edu.ar/cdrepem10/memorias/indiceactividades.html>
- Berze, D. (2002). ISI in the postwar period-planting the seeds of statistical education. ICOTS 6. Recuperado de [http://iase-web.org/documents/history/5b2\\_berz.pdf](http://iase-web.org/documents/history/5b2_berz.pdf), el 25/07/2013.
- Bolívar, A. (2008). El discurso de las competencias en España: educación básica y educación superior. *Revista de Docencia Universitaria*, 6(2), 1-23. Recuperado de: <http://red-u.net/redu/index.php/REDU/article/view/70>.
- Bowley, A. L. (1906). Presidential Address to the Economic Section of the British Association for the Advanced Sciences. *Journal of the Royal Statistical Society*, pp.540-558.
- Bryce, G. R. (2002). Undergraduate Statistics Education: An Introduction and Review of Selected Literature. *Journal of Statistical Education*, 10(2). Recuperado de: [www.amstat.org/publications/jse/v10n2/bryce.html](http://www.amstat.org/publications/jse/v10n2/bryce.html)
- Bryce, G. R., Gould, R., Notz, W. I., & Peck, R. L. (2001). Curriculum guidelines for bachelor of science degrees in statistical science. *The American Statistician*, 55(1), 7-13, doi: [10.1198/000313001300339879](https://doi.org/10.1198/000313001300339879).
- Buendía, L. (Coord.) (1999). *Modelos de análisis de la investigación educativa*. Sevilla: Alfar.
- Busto, A.I. y Escribano, M.C. (2009). Evolución de la enseñanza de la Estadística en España a lo largo del siglo XIX, en J. Basulto y J.J. García (eds.): *Historia de la Probabilidad y la Estadística. IV*, 89-98. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva.
- Burrill, G. & Biehler, R. (2011). Fundamental statistics ideas in the school curriculum and in training teachers, en C. Batanero, G. Burril, & C. Reading (eds.): *Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education*. Nueva York: Springer.
- Caballero, A. (2013). *Diseño, aplicación y evaluación de un programa de intervención en control emocional y resolución de problemas matemáticos para maestros en formación inicial*. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura.
- Callejo, M.L. (1994). *Un club matemático para la diversidad*. Narcea: Madrid.
- Calvo, M.E., Busto, A.I., y Escribano, M.C. (2006). La estadística en las Enseñanzas Primaria y Secundaria españolas en la segunda mitad del siglo XX, en J. Santos y M. García (coord.): *Historia de la Probabilidad y la Estadística. III*, 245-257. Madrid: Delta.

- Campos, J. (2003). *Alfabetización emocional: un entrenamiento en las actitudes básicas*. Madrid, San Pablo.
- Camúñez, J.A. y Basulto, J. (2009). *En el alumbramiento de la estadística moderna: John Graunt*. Septem ediciones.
- Cannon, A., Hartlaub, B., Lock, R., Notz, W., & Parker, M. (2002). Guidelines for Undergraduate Minors and Concentrations in Statistical Science. *Journal of Statistical Education*, 10(2). Recuperado de: [www.amstat.org/publications/jse/v10n2/cannon.html](http://www.amstat.org/publications/jse/v10n2/cannon.html)
- Cañadas, G. (2012). *Comprensión intuitiva y aprendizaje formal de las tablas de contingencia en alumnos de psicología*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Cañizares, M. J., Estepa, A., Batanero, C., y Vallecillos, A. (2006). Una década de investigaciones del grupo de estadística, probabilidad y combinatoria de la SEIEM. *Tarbiya: Revista de investigación e innovación educativa*, 38, 39-60.
- Cardoso, E. O., Vanegas, E. A., y Cerecedo, M. T. (2012). Diagnóstico sobre las actitudes hacia las matemáticas del estudiantado que inicia sus estudios en tres posgrados en administración de empresas. *Revista Electrónica Educare*, 16(2), 237-253.
- Carmona, J. (2004). Una revisión de las evidencias de fiabilidad y validez de los cuestionarios de actitudes y ansiedad hacia la estadística. *Statistics Education Research Journal*, 3(1), 5-28. Recuperado de: <http://iase-web.org/Publications.php?p=SERJ>
- Chance, B., delMas, R., & Garfield, J. (2004). Reasoning about sampling distributions. En D. Ben-Zvi & J. Garfield (eds.), *The Challenge of developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*, 295-323. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Chiesi, F. & Primi, C. (2010). Cognitive and non-cognitive factors related to students' statistics achievement. *Statistics Education Research Journal*, 9(1), 6-26. Recuperado de [www.stat.auckland.ac.nz/serj](http://www.stat.auckland.ac.nz/serj).
- Chiesi, F., Primi, C., & Carmona, J. (2011). Measuring statistics anxiety: Cross-country validity of the statistical anxiety scale (SAS). *Journal of Psychoeducational Assessment*, 29(6), 559-569, doi: [10.1177/0734282911404985](https://doi.org/10.1177/0734282911404985).
- Chiu, M.M. & Klassen, R.M. (2010). Relations of mathematics self-concept and its calibration with mathematics achievement: Cultural differences among fifteen-year-olds in 34 countries. *Learning and Instruction* 20(1), 2-17, doi: [10.1016/j.learninstruc.2008.11.002](https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.11.002)
- Chouinard, R., Karsenti, T., & Roy, N. (2007). Relations among competence beliefs, utility value, achievement goals, and effort in mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 77(3), 501-517.

- Chouinard, R. & Roy, N. (2008). Changes in high-school students' competence beliefs, utility value and achievement goals in mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 78(1), 31-50.
- Cockroft, W.H. (1985). *Las matemáticas sí cuentan (Informe Cockroft)*. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.
- Colera, J. (1990). Situación de la enseñanza de la estadística en bachillerato. *Estadística Española*, 32, N. 123, 201-218.
- Colón, H.W. (2011). Análisis de los fundamentos del razonamiento estadístico como disciplina complementaria, pero distintiva del razonamiento matemático. *Revista Paideia Puertorriqueña*, 6(1). Recuperado de <http://paideia.uprrp.edu/>.
- Colón, H.W. (2012). *Actitudes de estudiantes universitarios que tomaron cursos introductorios de estadística y su relación con el éxito académico en la disciplina*. Tesis doctoral. Universidad de Puerto Rico. Recuperado, el 16/10/2014, de: <http://iase-web.org/documents/dissertations/12.HctorColnRosa.Dissertation.pdf>
- Colorado, J.L., Cuesta, B.A., y Méndez, M.A., (2009). Actitud hacia la matemática en estudiantes universitarios de Estadística e Informática. En *III Congreso Internacional de Ciencias, Artes, Tecnología y Humanidades* (pp. 381-389). Coatzacoalcos, Veracruz, México. Academia Mexicana De Ciencias, Artes, Tecnología y Humanidades y Universidad Veracruzana. Recuperado el 27/10/2014 de <http://www.uv.mx/congresoamcath/>
- Colorado, J.L. y Juárez, S.F. (2009a). Actitud hacia la estadística en estudiantes de Estadística e Informática. En *2º Encuentro Iberoamericano de Biometría* (pp.262-267). Universidad Veracruzana. México. Recuperado el 27/10/2014 de <http://www.uv.mx/eib/documents/libroresumenesmemoria.pdf>
- Colorado, J. L. y Juárez, S.F. (2009b). Patrones de actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de Estadística e Informática. En *Congreso de Investigación de AcademiaJournals, Vol. III* (primera parte, pp. 47-52).Universidad Veracruzana, México. Recuperado el 27/10/2014 de <http://congreso.academiajournals.com/>
- Consejería de Educación (2008a). *Orden EDU/1061/2008, de 19 de junio, por la que se regula la implantación y el desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León*. Valladolid: BOCYL 20/06/2008.
- Consejería de Educación (2008b). *Orden de 5 de agosto de 2008, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en Andalucía*. Sevilla: BOJA 26/08/2008.
- Consejería de Educación, Juventud y Deporte (2012). *Orden 11377/2012, de 29 de octubre, de la Consejería de Educación, Juventud y Deporte, por la que se autoriza el cambio de denominación de centros en la Universidad Complutense de Madrid*. Madrid: BOCM 16/11/2012.

- Consellería de Educación y Ordenación Universitaria (2008). *Orden de 25 de junio de 2008, por la que se establece la relación de materias optativas del bachillerato, su currículo y se regula su oferta*. La Coruña: DOG 27/06/2008.
- Corbella, T. (2006). Antecedentes de la enseñanza de estadística en las universidades de Cataluña, en J. Santos y M. García (coord.): *Historia de la Probabilidad y la Estadística. III*, 259-269. Madrid: Delta.
- Cuadras, C.M. (1990). Docencia de la Bioestadística en Medicina y Biología (con discusión). *Estadística Española*, 32, N. 123, 71-145.
- Cuevas, J. H. (2012). Panorama actual de los estándares educativos en estocástica. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 12(2). Recuperado de: <http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/servicios/ojs/index.php/matematica/article/view/1672>
- Cupani, M. y Lorenzo, J. (2010). Evaluación de un modelo social-cognitivo del rendimiento en matemática en una población de preadolescentes argentinos. *Infancia y Aprendizaje*, 33 (1), 63-74
- De Parada, J. (1990). La enseñanza de la estadística desde la óptica profesional (con discusión). *Estadística Española*, 32, N. 123, 265-321.
- Díaz, C. (2007). *Viabilidad de la enseñanza de la inferencia bayesiana en el análisis de datos en psicología*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Dodera, G.M., Bender, G., Burroni, E.A. y Lázaro, M.P. (2014). Errores, actitud y desempeño matemático del ingresante universitario. *UNION: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 38, 69-84.
- Dupuis, D. N., Medhanie, A., Harwell, M., LeBeau, B. C., Monson, D., & Post, T. R. (2012). A multi-institutional study of the relationship between high school mathematics achievement and performance in introductory college statistics. *Statistics Education Research Journal*, 11(1), 4-20.
- Emmioglu, E. (2011). *A structural equation model examining the relationships among mathematics achievement, attitudes toward statistics, and statistics outcomes*. Tesis doctoral. Middle East Technical University, Ankara, Turquía. Recuperado de: <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12613751/index.pdf>
- Escolano, R., Gairín J.M., Jiménez-Gestal C., Murillo, J., y Roncal, L. (2012). Perfil emocional y competencias matemáticas de los estudiantes del grado de educación primaria. *Contextos Educativos*, 15, 107-134.
- Escribano, M.C. y Busto, A.I. (2002a). Primeros intentos para la organización de la enseñanza de la Estadística en España: Cursos de Estadística y sus aplicaciones (1950-1952), en AHEPE: *Historia de la Probabilidad y de la Estadística*, 193-204. Madrid: AC.

- Escribano, M.C. y Busto, A.I. (2002b). La Creación en España de la primera Escuela de Estadística, en AHEPE: *Historia de la Probabilidad y de la Estadística*, 205-220. Madrid: AC.
- Escribano, M.C. y Fernández, G.M. (2004). Participación española en las primeras reuniones internacionales de estadística, en J. Santos y M. García (coord.): *Historia de la Probabilidad y la Estadística. II*, 401-416. Madrid: Delta.
- Escribano, M.C. y Fernández, G.M. (2011). Dos tratados estadísticos fundamentales en el primer tercio del siglo XIX. VI Congreso de la AHEPE. Recuperado de [http://www.ahepe.es/VICongreso/descargas/Dos\\_tratados\\_de\\_est-Definitivo.pdf](http://www.ahepe.es/VICongreso/descargas/Dos_tratados_de_est-Definitivo.pdf)
- Estrada, A. (2002). *Análisis de las actitudes y conocimientos estadísticos elementales en la formación del profesorado*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Estrada, A. (2009). Las actitudes hacia la estadística de los profesores en formación. Incidencia de las variables género, especialidad y formación previa. En L. Serrano, (Ed.): *Tendencias actuales de la investigación en educación estocástica* (pp.117-131). Universidad de Granada. Facultad de Educación y Humanidades (Melilla). Recuperado de <http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/libros/libroluis.pdf>, el 31/07/2013.
- Estrada, A., Batanero, C., y Fortuny, J.M. (2004). Un estudio sobre conocimientos de estadística elemental de profesores en formación. *Educación Matemática*, 16(1), 89-111. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40516104>
- Estrada, A., Bazán, E., y Aparicio, A. (2013). Evaluación de las propiedades psicométricas de una escala de actitudes hacia la estadística en profesores. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 3, 5-23.
- Fennema, E. (1978). Sex related differences in mathematics achievement and related factors: a further study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 9(3), 189-203.
- Fennema, E. & Sherman, J.A. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitudes scales. Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by males and females. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7(5), 324-326, doi: [10.2307/748467](https://doi.org/10.2307/748467).
- Ferla, J., Valcke, M., & Cai, Y. (2009). Academic self-efficacy and self-concept: Reconsidering structural relationships. *Learning and Individual Differences*, 19(4), 499-505, doi: [10.1016/j.lindif.2009.05.004](https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.05.004)
- Fernández, R. y Aguirre, C. (2010). Actitudes iniciales hacia las matemáticas de los alumnos de grado de magisterio en Educación Primaria: Estudio de una situación en el EEES. *UNION: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 23, 107-116.

- Fernández-Baños, O. (1941). *Programa, concepto, método y fuentes de estadística matemática*. Madrid: Talleres Gráficos Marsiega.
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2007). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) report: A pre-K–12 curriculum framework*. Alexandria, VA: American Statistical Association. Recuperado el 15/07/2013, de:  
[http://www.amstat.org/education/gaise/GAISEPreK-12\\_Full.pdf](http://www.amstat.org/education/gaise/GAISEPreK-12_Full.pdf)
- Frenzel, A.C., Goetz, T., Pekrun, R., & Watt, H.M.G. (2010). Development of Mathematics Interest in Adolescence: Influences of Gender, Family, and School Context. *Journal of Research on Adolescence*, 20(2), 507–537, doi: [10.1111/j.1532-7795.2010.00645.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-7795.2010.00645.x)
- Gairín, J. (1990). *Las actitudes en educación: un estudio sobre la educación matemática*. Barcelona: Boixareu Universitaria.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- Gal, I., Ginsburg, L., & Schau, C. (1997). Monitoring attitudes and beliefs in statistics education. En: I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education*, pp. 37-51. IOS Press and ISI. Recuperado de:  
<http://iase-web.org/Books.php?p=book1>
- Galli, S., Chiesi, F., & Primi, C. (2011). Measuring mathematics ability needed for “non-mathematics” majors: The construction of a scale applying IRT and differential item functioning across educational contexts. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 392-402, doi: [10.1016/j.lindif.2011.04.005](https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.04.005)
- Gardner M.C. (1997). Changing math anxiety and attitudes with the use of graphics calculators: Differences by gender and age of student. Comunicación presentada en el Midwest Research-to-Practice Conference in Adult, Continuing and Community Education.
- Garfield, J. (1995). How students learn statistics. *International Statistical Review*, 63(1), 25-34.
- Garfield, J. & Ben-Zvi, D. (2007). How Students Learn Statistics Revisited: A Current Review of Research on Teaching and Learning Statistics. *International Statistical Review*, 75(3), 372-396.
- Garfield, J. & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing student's statistical reasoning*. Nueva York: Springer.
- Garfield, J., Hogg, R., Schau, C., & Whittinghill, D. (2002). First Courses in Statistical Science: The Status of Educational Reform Efforts. *Journal of Statistical Education*, 10(2). Recuperado de:  
[www.amstat.org/publications/jse/v10n2/garfield.html](http://www.amstat.org/publications/jse/v10n2/garfield.html)

- Gattuso, L. & Ottaviani, G. (2011). Complementing mathematical thinking and statistical thinking in school mathematics. En C. Batanero, G. Burril, & C. Reading (eds.). *Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education. A Joint ICMI/IASE Study* (pp. 121-132). Nueva York: Springer.
- Gil, N., Blanco, L. J., y Guerrero, E. (2005). El dominio afectivo en el aprendizaje de las matemáticas. Una revisión de sus descriptores básicos. *UNION Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 2, 15-32.
- Gil, M.A., Gil, P., y Pardo, L. (2012). Historical Evolution of Statistics in Spain. *Boletín de Estadística e Investigación Operativa*. 28(1), 8-23.
- Girón, F. J. (1990). La Enseñanza de la Estadística en la Licenciatura de Matemáticas (con discusión). *Estadística Española*, 32, N. 123, 5-69.
- Gómez-Chacón, I. M. (1997). La alfabetización emocional en Educación Matemática: actitudes, emociones y creencias. *Revista de Didáctica de las Matemáticas Uno*, 13, 7-22.
- Gómez-Chacón, I. M. (1999). *Procesos de aprendizaje en Matemáticas con poblaciones de fracaso escolar en contextos de exclusión social. Las influencias afectivas en el Conocimiento de las Matemáticas*. En MEC, Premios Nacionales de Investigación e Innovación Educativa 1998, Colección Investigación, Madrid: Ministerio de Educación y Cultura-CIDE, pp. 333-358.
- Gómez-Chacón, I. M. (2000). *Matemática emocional: los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid: Narcea.
- Gómez-Chacón, I. M. (2010). Tendencias actuales en investigación en matemáticas y afectos, en Moreno, M., Estrada, A., Carrillo, J. y Sierra, T. (eds). *Investigación en Educación Matemática XIV* (pp.121-140). Lleida: SEIEM.
- Gómez-Chacón, I. M. (2013). Prospective Teachers' Interactive Visualization and Affect in Mathematical Problem-Solving. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1y2), 61-86.
- Gómez-Chacón, I. M. & Haines, C. (2008). Students' attitudes to mathematics and technology. Comparative study between the United Kingdom and Spain. En ICME-11, *11th International Congress on Mathematical Education*. Recuperado de <http://tsg.icme11.org/tsg/show/31>
- Gómez-Villegas, M.A. (2013). 2013 Año Internacional de la Estadística. *VII Congreso de la AHEPE*. Recuperado de: <http://www.ahepe.es/VII Congreso/Trabajos.htm>
- Green, J.J., Stone, C.C., Zegeye, A., & Charles, T.A. (2009). How Much Math Do Students Need to Succeed in Business and Economics Statistics? An Ordered Probit Analysis. *Journal of Statistics Education*, 17(3). Recuperado de: [www.amstat.org/publications/jse/v17n3/green.html](http://www.amstat.org/publications/jse/v17n3/green.html)

- Guerrero, E. y Blanco, L.J. (2004). Diseño de un programa psicopedagógico para la intervención en los trastornos emocionales en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 33(5). Recuperado de [http://www.campus-oei.org/revista/psi\\_edu13.htm](http://www.campus-oei.org/revista/psi_edu13.htm)
- Guerrero, E., Blanco, L.J., y Vicente, F. (2002). Trastornos emocionales ante la educación matemática, en J.N. García (coord.): *Aplicaciones a la Intervención Psicopedagógica*, pp. 229-237. Madrid: Pirámide.
- Hahn, G. J. y Doganaksoy, N. (2011). *A career in statistics*. John Wiley & Sons, Inc.
- Hart, L. E. (1989). Describing the affective domain: saying what we mean. En D.B. McLeod y V. M. Adams (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: A new perspective*. New York: Springer-Verlag. p. 37-48.
- Hembree, R. (1990). The nature, effect, and relief of mathematics anxiety. *Journal of Research in Mathematics Education*, 21(1), 33-46.
- Hernández, S. (2005): Historia de la estadística. *La Ciencia y el Hombre. Revista de divulgación científica de la Universidad Veracruzana*. Vol XVIII. Núm. 2. Recuperado el 27/06/2013 de <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol18num2/articulos/historia/index.htm>
- Hernández, R., Fernández-Collado, C., y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Hernández, J., Palarea, M.M., y Socas, M.M. (2001). Análisis de las concepciones, creencias y actitudes hacia las Matemáticas de los alumnos que comienzan la Diplomatura de Maestro. El papel de los materiales didácticos. En M. Socas, M. Camacho, y A. Morales (Coords.), *Formación del profesorado e investigación en educación matemática II*, pp. 115-124. Universidad de la Laguna.
- Hidalgo, S., Maroto, A., y Palacios, A. (2000a): Mathematical profile of Spanish school children moving on from preschool to Primary Education. *10 th Conference on Quality early childhood Education*. University of London. Londres.
- Hidalgo, S., Maroto, A., y Palacios, A. (2000b): Simpatía hacia las matemáticas, las aptitudes y el rendimiento de los alumnos: un complicado triángulo. *Actas del IV Simposio de Formación Inicial del Profesorado*. Oviedo: Universidad de Oviedo, pp. 213-217.
- Hidalgo, S., Maroto, A., y Palacios, A. (2004). ¿Por qué se rechazan las matemáticas? Análisis evolutivo y multivariante de actitudes relevantes hacia las matemáticas. *Revista de Educación*, nº 334, 75-99. Ministerio de Educación y Ciencia.
- Hidalgo, S., Maroto, A., y Palacios, A. (2005). El perfil emocional matemático como predictor del rechazo escolar: relación con las destrezas y los conocimientos desde una perspectiva evolutiva. *Revista Educación Matemática*, 17( 2), 89-116.

- Hidalgo, S., Maroto, A., Ortega, T., y Palacios, A. (2008). Estatus afectivo emocional y rendimiento escolar en matemáticas. *Revista de Didáctica de las Matemáticas Uno*, 49, 9-28
- Hidalgo, S., Maroto, A., y Palacios, A. (2015). Una aproximación al sistema de creencias matemáticas en futuros maestros. *Revista de Educación Matemática* (en prensa).
- Hidalgo, S., Maroto, A., Ortega, T., y Palacios, A. (2013). Influencia del dominio afectivo en el aprendizaje de las matemáticas. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas* (pp. 217-242). Badajoz, España: DEPROFE.
- Higgins, J.J. (1999). Nonmathematical Statistics: A New Direction for the Undergraduate Discipline. *The American Statistician*, 53(1), 1-6, doi: [10.1080/00031305.1999.10474418](https://doi.org/10.1080/00031305.1999.10474418)
- Hogg, R.V. (1999). Let's Use CQI in Our Statistics Programs. *The American Statistician*, 53(1), 7-14, doi: [10.1080/00031305.1999.10474419](https://doi.org/10.1080/00031305.1999.10474419)
- Holmes, P. (1980). *Teaching Statistics 11-16*. Schools Council by Foulsham Educational. England, Sheffield.
- Holmes, P. (2002). Some lessons to be learnt from curriculum developments in statistics. *International Conference on Teaching Statistics, ICOTS 6*. Recuperado de [http://iase-web.org/documents/papers/icots6/2d6\\_holm.pdf](http://iase-web.org/documents/papers/icots6/2d6_holm.pdf), el 25/07/2013.
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & Hunt, M. K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): Construction, validity, and reliability. *Assessment*, 10, 178-182.
- Hulsizer, M. R. y Woolf, L. M. (2009). *A guide to teaching statistics*. Wiley-Blackwell.
- INECSE (2005). *PISA 2003. Pruebas de Matemáticas y de Solución de Problemas*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia. Recuperado el 11/11/2014 de: <http://www.mecd.gob.es/inee/Preguntas-liberadas.html>
- Instituto Canario de Evaluación y Calidad Educativa (2002). *Estudio longitudinal de la ESO: avance de resultados*. Las Palmas Gran Canaria.
- Instituto de Evaluación (2008). *PISA 2003 Matemáticas. Informe español*. Madrid: Ministerio de Educación. Recuperado de: <http://www.mecd.gob.es/inee/publicaciones/estudios-internacionales.html>.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2013). *PISA 2012. Informe español. Volumen I: Resultados y contexto*. Madrid: Ministerio de Educación. Recuperado de: <http://www.mecd.gob.es/inee/publicaciones/estudios-internacionales.html>.

- Iriarte, C., Benavides, M., y Guzmán, M. J. (2013). Tratamiento de la ansiedad hacia las matemáticas. una experiencia formativa con futuros profesionales de la educación. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas*, (pp. 149-176). Badajoz, España: DEPROFE.
- Jain, S. & Dowson M. (2009). Mathematics anxiety as a function of multidimensional self- regulation and self-efficacy. *Contemporary Educational Psychology*, 34(9), pp. 240-249.
- Jaldo, P. (2013). Estudio comparativo de los currículos de probabilidad y estadística español y americano. En J. M. Contreras, G. R. Cañadas, M. M. Gea, y P. Arteaga (Eds.): *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (pp. 265-272). Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. Recuperado el 31/07/2013, de <http://www.jvdiesproyco.es/documentos/ACTAS/2%20Comunicacion%2026.pdf>
- Johnson, M. & Kuennen, E. (2006). Basic math skills and performance in an introductory statistics course. *Journal of Statistics Education*, 14(2). Recuperado de: <http://www.amstat.org/publications/jse/v14n2/johnson.html>.
- Kahane, J.P. (2010). La Statistique vue par un Mathématicien. *Statistique et Enseignement*, 1(2), 59-65. Recuperado de <http://publications-sfds.math.cnrs.fr/ojs/index.php/StatEns/article/view/17/13>.
- Kaldo, I. & Reiska, P. (2012). Estonian science and non-science students' attitudes towards mathematics at university level. *Teaching Mathematics and its Applications*, 31(2), 95-105, doi: [10.1093/teamat/hrs001](https://doi.org/10.1093/teamat/hrs001).
- Kargar, M., Tarmizi, R. A., & Bayat, S. (2010). Relationship between mathematical thinking, mathematics anxiety and mathematics attitudes among university students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8(0), 537-542. doi: [10.1016/j.sbspro.2010.12.074](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.074).
- Kesici, S. & Erdogan, A. (2009). Predicting college students' mathematics anxiety by motivational beliefs and self-regulated learning strategies. *College Student Journal* 43(2), 631-642.
- Kimber, Ch. T. (2009). *The effect of training in self-regulated learning on math anxiety and achievement among preservice elementary teachers in a freshman course in mathematics concepts*. Temple University. CITE/Mathematics and Science Education. Recuperado de: <http://gradworks.umi.com/3359748.pdf>.
- Lawson, D. (2003). Changes in student entry competencies 1991–2001. *Teaching Mathematics and its Applications*, 22(4), 171-175, doi: [10.1093/teamat/22.4.171](https://doi.org/10.1093/teamat/22.4.171).
- Lee, J. (2009). Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries. *Learning and Individual Differences*, 19(3), 355-365, doi: [10.1016/j.lindif.2008.10.009](https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.10.009).

- Legg, A. M. & Locker, L. (2009). Math Performance and Its Relationship to Math Anxiety and Metacognition. *North American Journal of Psychology*, 11(3), 471-486.
- Ley General de Educación 14/1970, de 4 de agosto. Madrid: BOE 6/8/1970.
- Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria. Madrid: BOE 1/9/1983.
- Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo. Madrid: BOE 4/10/1990.
- Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. Madrid: BOE 24/12/2001.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Madrid: BOE 4/5/2006.
- Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. Madrid: BOE 13/4/2007.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa. Madrid: BOE 10/12/2013.
- Ley sobre Ordenación de la Enseñanza Media, de 26 de Febrero de 1953. Madrid: BOE 27/2/1953.
- Ley sobre Ordenación de la Universidad Española, de 29 de Julio de 1943. Madrid: BOE 31/7/1943.
- Little, R.J. (2013). In Praise of Simplicity not Mathematistry! Ten Simple Powerful Ideas for the Statistical Scientist. *Journal of the American Statistical Association*, 108: 502, 359-369, doi: [10.1080/01621459.2013.787932](https://doi.org/10.1080/01621459.2013.787932).
- López, R., Castro, E. y Molina, M. (2013). Actitudes de estudiantes de ingeniería de nuevo ingreso hacia el uso de la tecnología en matemáticas. *PNA*, 8(1), 31-50.
- Ma, X. & Xu, J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: a longitudinal panel analysis. *Journal of Adolescence*, 27(2), 165-179.
- Maloney, E.A., Waechter, S., Risko, E.F., & Fugelsang, J.A. (2012). Reducing the sex difference in math anxiety: The role of spatial processing ability. *Learning and Individual Differences*, 22(3), 380-384.
- Mandler, G. (1984). *Mind and body: Psychology of emotion and stress*. New York: Norton.
- Manyika J., Chui M., Brown B., Bughin J. et al. (2011). *Big data: The next frontier for innovation, competition and productivity*. McKinsey Global Institute. Recuperado de: [www.mckinsey.com](http://www.mckinsey.com)

- Maroto, A. (2015). *Perfil afectivo-emocional matemático de los maestros de primaria en formación*. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid.
- Mato, M. D. (2006). *Diseño y validación de dos cuestionarios para evaluar las actitudes y la ansiedad hacia las matemáticas en alumnos de educación secundaria obligatoria*. Tesis doctoral. Universidad de A Coruña.
- McLeod, D.B. (1988). Affective issues in mathematical problem solving: Some theoretical considerations. *Journal for Research in Mathematics Education* 19, 134-141.
- McLeod, D.B. (1992). Research on affect in mathematic education: A reconceptualization. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 575-596. New York: Macmillan, NCTM.
- McLeod, D.B. (1994). Research on affect and mathematics learning in the JRME: 1970 to the present. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(6), 637-647.
- McMillan, J.H. & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. Madrid: Pearson Educación.
- McMullan, M., Jones, R., & Lea, S. (2012), Math anxiety, self-efficacy, and ability in British undergraduate nursing students. *Research in Nursing & Health*, 35, 178-186. doi: [10.1002/nur.21460](https://doi.org/10.1002/nur.21460)
- MEC (1970). *Orden de 2 de abril de 1970 por la que se establecen las enseñanzas que se impartirán en la sección de "Estadística" dentro de la Rama de "Matemática aplicada" de la Sección de Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid*. Madrid: BOE 18/4/1970.
- MEC (1974). *Orden de 9 de octubre de 1974 por la que se divide la actual Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid*. Madrid: BOE 31/10/1974.
- MEC (1977a). *Real Decreto 42/1977, de 21 de enero, por el que se crea una Escuela Universitaria de Estadística dependiente de la Universidad Complutense de Madrid*. Madrid: BOE 11/2/1977.
- MEC (1977b). *Orden de 30 de julio de 1977 por la que se aprueba el Plan de estudios de la Escuela Universitaria de Estadística de la Universidad Complutense*. Madrid: BOE 15/10/1977.
- MEC (1977c). *Orden de 1 de octubre de 1976 por la que se aprueba el Plan de estudios del segundo ciclo de la Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid*. Madrid: BOE 17/6/1977.
- MEC (1990). *Real Decreto 1416/1990, de 26 de octubre, por el que se establece el título universitario oficial de Licenciado en Matemáticas y las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención de aquél*. Madrid: BOE 20/11/1990.

- MEC (1990b). *Real Decreto 1465/1990, de 26 de octubre, por el que se establece el título universitario oficial de Diplomado en Estadística y las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención de aquél*. Madrid: BOE 20/11/1990.
- MEC (1992). *Real Decreto 1179/1992, de 2 de octubre, por el que se establece el currículo del Bachillerato*. Madrid: BOE 21/10/1992.
- MEC (1994). *Real Decreto 2084/1994, de 20 de octubre, por el que se establece el título universitario oficial de Licenciado en Ciencias y Técnicas Estadísticas y se aprueban las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención de aquél*. Madrid: BOE 6/12/1994.
- MEC (1995). *Orden de 21 de septiembre de 1995 por la que se determinan las titulaciones y los estudios de primer ciclo, así como los complementos de formación, necesarios para el acceso a las enseñanzas conducentes a la obtención del título oficial de Licenciado en Ciencias y Técnicas Estadísticas*. Madrid: BOE 28/9/1995.
- MEC (2000). *Real Decreto 3474/2000, de 29 de diciembre, por el que se modifican el Real Decreto 1700/1991, de 29 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato, y el Real Decreto 1178/1992, de 2 de octubre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del bachillerato*. Madrid: BOE 16/1/2001.
- MEC (2006a). *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria*. Madrid: BOE 8/12/2006.
- MEC (2006b). *Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: BOE 5/1/2007.
- MEC (2007). *Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*. Madrid: BOE 30/10/2007.
- MEC (2007). *Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del Bachillerato, y se fijan sus enseñanzas mínimas*. Madrid: BOE 6/11/2007.
- Ministerio de Educación (2010). *Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*. Madrid: BOE 3/7/2010.
- MECD (2014). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*. Madrid: BOE 1/3/2014.
- MECD (2015a). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Madrid: BOE 3/1/2015.

- MECD (2015b). *Datos y Cifras del Sistema Universitario Español. Curso 2014/2015*. Secretaría General Técnica. Subdirección General de Documentación y Publicaciones. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/areas-educacion/universidades/estadisticas-informes.html>.
- Ministerio de Educación Nacional (1952). *Decreto de 11 de enero de 1952 por el que se autoriza al Ministerio de Educación Nacional para que organice la enseñanza de la Estadística en la Universidad de Madrid*. Madrid: BOE 3/2/1952.
- Ministerio de Educación Nacional (1963). *Orden de 18 de marzo de 1963 por la que se aprueba el plan de estudios (grado superior) de la Escuela de Estadística de la Universidad de Madrid*. Madrid: BOE 8/4/1963.
- Ministerio de Educación Nacional (1964). *Orden de 28 de julio de 1964 referente al plan de estudios de la Facultad de Ciencias (Sección de Matemáticas) de la Universidad de Madrid*. Madrid: BOE 2/9/1964.
- Mellado, V., Blanco, L.J., Borrachero A.B., y Cárdenas J.A. (Eds.) (2013). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas*. Badajoz, España: DEPROFE.
- Memoria para la verificación del Título de Grado en Estadística Aplicada por la Universidad Complutense de Madrid (2009). ANECA. Recuperado el 28/12/2012, de: <http://www.ucm.es/centros/cont/descargas/documento20543.pdf>.
- Memoria para la verificación del Título de Grado en Estadística por la Universidad de Granada (2009). ANECA. Recuperado el 28/12/2012, de: <http://www.ugr.es/~gradoestadistica/VERIFICAGradoEstadistica.pdf>
- Memoria para la verificación del Título de Grado en Estadística por la Universidad de Valladolid (2010). Universidad de Valladolid. Recuperado el 28/12/2012, de <http://www.eio.uva.es/docencia/grado/memoria.pdf>
- Memoria verificada del Título de Grado en Estadística y Empresa por la Universidad de Jaén (2011). Universidad de Jaén. Recuperado el 17/10/2013, de [http://viceees.ujaen.es/files\\_viceees/Grado\\_Estadistica\\_y\\_Empresa\\_Verificado.pdf](http://viceees.ujaen.es/files_viceees/Grado_Estadistica_y_Empresa_Verificado.pdf)
- Menéndez, J.A., González, M.T., Josa, R., Sánchez, M., Rodríguez, M.P., et al. (2006). Evolución del proyecto piloto para la adecuación de primer curso de Diplomado en Estadística al EEES (2005/2006). En C. Rodríguez y M.J. de la Calle (coords.), *La innovación docente ante el Espacio Europeo de educación Superior*, pp. 497-515. Universidad de Valladolid.
- Menéndez, J.A., González, M.T., Rodríguez, M.P., et al. (2008). Memoria final del Proyecto UV27/07: *Adecuación del Título de Diplomado en Estadística al EEES (2005/2008)*. No publicada.

- Miles, D., Blum, T., Staats, W. J., & Dean, D. (2003). Experiences with the metacognitive skills inventory. *33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Session T3B*. Recuperado de <http://fieconference.org/fie2003/papers/1184.pdf>
- Mollison, D. (2011). *Statistics Departments in UK and Irish Universities*. Department of Actuarial Mathematics & Statistics. Heriot-Watt University. Recuperado de <http://www.macs.hw.ac.uk/~denis/stat/depts.html>, el 7/7/2014.
- Moore, D.S. (1988). Should mathematicians teach statistics? (with discussion). *The College Mathematics Journal*, 19(1), 3-35.
- Moore, D.S. (1992). Teaching statistics as a respectable subject. En F.S. Gordon y S. P. Gordon (Eds.), *Statistics For the Twenty-First Century*, pp. 14-25. Washington, D.C.: Mathematical Association of America.
- Moore, D. S. (2001). Undergraduate Programs and the Future of Academic Statistics. *The American Statistician*, 55(1), 1-6, doi: [10.1198/000313001300339860](https://doi.org/10.1198/000313001300339860).
- Moore, D.S. & Cobb, G.W. (2000). Statistics and Mathematics: Tension and Cooperation. *The American Mathematical Monthly*, 107, 615-630.
- Moreira, C. (2011). La estadística en la enseñanza secundaria en Europa. *Actas del X Congreso Gallego de Estadística e Investigación Operativa*. Recuperado el 31/07/2013, de [http://xsgapeio.uvigo.es/resumenes/Moreira\\_Romero\\_Lopez.pdf](http://xsgapeio.uvigo.es/resumenes/Moreira_Romero_Lopez.pdf)
- Muñoz, J. M. y Mato, M. D. (2008). Análisis de las actitudes respecto a las matemáticas en alumnos de la ESO. *Revista de Investigación Educativa*, 26(1), 209-226.
- Naya, S., Ríos, M. y Zapata, L. (2012). La Estadística en la enseñanza preuniversitaria. *La Gaceta de la RSME*, 15(2), 355-368.
- NCTM (1991). *Estándares Curriculares y de Evaluación para la Educación Matemática* (NCTM, 1989). Publicado en Castellano por SAEM Thales.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM. Recuperado de <http://standards.nctm.org>
- Niss, M. & Jensen, T. H. (Eds.). (2011). Competencies and mathematical learning. Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark. Roskilde University, Denmark. IMFUFA. Recuperado el 20/11/2014 de: [http://diggy.ruc.dk/bitstream/1800/7375/1/IMFUFA\\_485.pdf](http://diggy.ruc.dk/bitstream/1800/7375/1/IMFUFA_485.pdf).
- Novales, A. (1990). La Enseñanza de la Estadística en las Facultades de Ciencias Económicas y Empresariales (con discusión). *Estadística Española*, 31, N. 122, 331-419.
- Nortes, A. (1998). Estadística y probabilidad: una propuesta didáctica para la Enseñanza Secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 32, 59-72.

- Nortes, R. y Nortes, A. (2014). ¿Tienen ansiedad hacia las matemáticas los futuros matemáticos?. *Profesorado. Revista de curriculum y formación del profesorado*, 18(2), 153-170. Recuperado de <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev182COL1.pdf>.
- Núñez-Peña, M. I., Suárez-Pellicioni, M., y Bono, R. (2013). Effects of math anxiety on student success in higher education. *International Journal of Educational Research*, 58, 36-43, doi: [10.1016/j.ijer.2012.12.004](https://doi.org/10.1016/j.ijer.2012.12.004)
- Núñez-Peña, M.I., Suárez-Pellicioni, M., Guilera, G., y Mercadé, C. (2013). A Spanish version of the short Mathematics Anxiety Rating Scale (sMARS). *Learning and individual differences*, 24, 204-210, doi: [10.1016/j.lindif.2012.12.009](https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.12.009).
- OECD (2003), *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. París: OECD.
- OECD (2009). *PISA 2009 Assessment framework. Key competencies in reading, mathematics and science*. Recuperado el 15/07/2013, de <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/44455820.pdf>
- Oliver, A., Sancho, P., Galiana, L., y Cebrià, M.A. (2014). Nueva evidencia sobre la Statistical Anxiety Scale (SAS). *Anales de psicología*, 30(1), 150-156, doi: [10.6018/analesps.30.1.151341](https://doi.org/10.6018/analesps.30.1.151341).
- Olivo, E., Batanero, C., y Díaz, C. (2008). Dificultades de comprensión del intervalo de confianza en estudiantes universitarios. *Educación Matemática*, 20(3), 5-32.
- Ottaviani, M.G. (1989). Una historia de la enseñanza de la estadística en la educación superior en Europa, 1660 a 1915. En R. Morris (ed.). *Estudios en educación matemática. La enseñanza de la estadística*. UNESCO. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001248/124810so.pdf>, el 31/07/2013.
- Ott, C.D. (2010). *Self-Regulation and Math Attitudes: Effects on Academic Performance in Developmental Math Courses at a Community College*. ProQuest LLC, Ed.D. Dissertation, University of Kansas. Recuperado de: [http://kuscholarworks.ku.edu/dspace/bitstream/1808/7081/1/Ott\\_ku\\_0099D\\_11267\\_DATA\\_1.pdf](http://kuscholarworks.ku.edu/dspace/bitstream/1808/7081/1/Ott_ku_0099D_11267_DATA_1.pdf)
- Ortiz, J.J. (2010). La educación estadística en los Simposios de la SEIEM (1997-2009). En M.M. Moreno, A. Estrada, J. Carrillo, y T.A. Sierra, (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIV* (pp. 475-486). Lleida: SEIEM.
- Outerelo, E. (2009). *Evolución Histórica de la Licenciatura de Matemáticas (Exactas) en la Universidad Central*. Documentación. Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Complutense de Madrid. Recuperado el 09/04/2013, de <http://eprints.ucm.es/11978/>
- Palacios, A., Hidalgo, S., Maroto, A., y Ortega, T. (2013). Causas y consecuencias de la ansiedad matemática mediante un modelo de ecuaciones estructurales. *Enseñanza De Las Ciencias: Revista De Investigación y Experiencias Didácticas*, 31(2), pp. 93-112.

- Palacios, A., Arias, V., y Arias, B. (2014). Las actitudes hacia las matemáticas: Construcción y validación de un instrumento para su medida. *Revista de Psicodidáctica*, 19(1), 67-91, doi: [10.1387/RevPsicodidact.8961](https://doi.org/10.1387/RevPsicodidact.8961)
- Palomeque, A. (1970). *El Trienio Constitucional en Barcelona y la instauración de la universidad de segunda y tercera enseñanza*. Barcelon: Publicaciones de la Universidad de Barcelona.
- Pajares, F. (1996a). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research*, 66 (4), pp. 543-578.
- Pajares, F. (1996b). Self-Efficacy Beliefs and Mathematical Problem-Solving of Gifted Students. *Contemporary Educational Psychology*, 21, 325-344.
- Pajares, F. & Miller, D. (1994). Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 193-203
- Pearl, D.K., Garfield, J.B., delMas, R., Groth, R.E., Kaplan, J.J., McGowan, H., & Lee, H.S. (2012). Connecting Research to Practice in a Culture of Assessment for Introductory College-level Statistics. Recuperado de: [www.causeweb.org/research/guidelines/ResearchReport\\_Dec\\_2012.pdf](http://www.causeweb.org/research/guidelines/ResearchReport_Dec_2012.pdf)
- Peña, D. (1992). Reflexiones sobre la enseñanza experimental de la estadística. *Estadística Española*, 34, N° 131, 469-490.
- Peña, D., Prat, A., y Romero, R. (1990). La Enseñanza de la Estadística en las Escuelas Técnicas (con discusión). *Estadística Española*, 32, N. 123, 147-200.
- Pérez-Tyteca, P. (2012). *La ansiedad matemática como centro de un modelo causal predictivo de la elección de carreras*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Pérez-Tyteca, P., Castro, E., Rico, L., y Castro, E. (2011). Ansiedad matemática, género y ramas de conocimiento en alumnos universitarios. *Enseñanza de las ciencias*, 29(2), 237-250
- Perry, A.B. (2004). Decreasing math anxiety in college students. *College student journal*, 38(2), pp.321-324.
- Petriz, M., Barona C., López, R., y Quiroz, J. (2010). Niveles de desempeño y actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de la licenciatura en administración en una universidad estatal mexicana. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, Vol.15, no. 47, 1223-1249.
- Pietsch, J., Walker, R., & Chapman, E. (2003). The relationship among self-concept, self-efficacy, and performance in mathematics during secondary school. *Journal of Educational Psychology*, 95(3), 589-603, doi: [10.1037/0022-0663.95.3.589](https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.3.589).

- Pino, J. (2013). La resolución de problemas y el dominio afectivo: Un estudio con futuros profesores de matemáticas de secundaria. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas* (pp. 117-148). Badajoz, España: DEPROFE.
- Pinxten, M., Marsh, H.W., De Fraine, B., Van Den Noortgate, W., & Van Damme, J. (2014). Enjoying mathematics or feeling competent in mathematics? Reciprocal effects on mathematics achievement and perceived math effort expenditure. *British Journal of Educational Psychology*, 84(1), 152-174.
- Plake, B. & Parker, C. (1982). The development and validation of a revised version of the Mathematics Anxiety Rating Scale. *Educational and Psychological Measurement*, 42, 551-557.
- Preciado, J.E. (2008). *Actitudes y rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes que ingresan por primera vez a la Fundación Universitaria San Martín*. Tesis de maestría. Escuela de Postgrados de la Universidad Sergio Arboleda, Bogotá.
- Primi, C., Busdraghi, C., Tomasetto, C., Morsanyi, K., & Chiesi, F. (2014). Measuring math anxiety in Italian college and high school students: Validity, reliability and gender invariance of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS). *Learning and Individual Differences*, 34, 51-56, doi: [10.1016/j.lindif.2014.05.012](https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.05.012).
- QS WUR (2013). *QS World University Rankings by Subject 2013 - Statistics & Operational Research*. Consultado el 7/7/2014 de <http://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2013/statistics-and-operational-research>
- Richardson, F. C. & Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19, 551-554, doi: [10.1037/h0033456](https://doi.org/10.1037/h0033456).
- Ríos, S. (1989). *Historia de la ciencia estadística*. Real Academia de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales. Madrid: Realigraf, S.A.
- Ríos, S. (1991). El progreso de la Ciencia. Estadística española en el siglo XX. *Estadística Española*, V. 33, Núm. 128, 371-384.
- Ritter, M. A., Starbuck, R. R., & Hogg, R. V. (2001), Advice From Prospective Employers on Training BS Statisticians,” *The American Statistician*, 55(1), 14-18, doi: [10.1198/000313001300339888](https://doi.org/10.1198/000313001300339888).
- Roback, P., Chance, B., Legler, J., & Moore, T. (2006). Applying Japanese lesson study principles to an upper-level undergraduate statistics course. *Journal of Statistics Education*, 14(2). Recuperado el 02/10/2014 de: <http://www.amstat.org/publications/jse/v14n2/roback.html>

- Rodarte-Luna, B. y Sherry, A. (2008). Sex differences in the relation between statistics anxiety and cognitive learning strategies. *Contemporary Educational Psychology*, 33(2), 327-344, doi: [10.1016/j.cedpsych.2007.03.002](https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2007.03.002).
- Rodriguez, R.N. (2013). Building the Big Tent for Statistics, *Journal of the American Statistical Association*, 108:501, 1-6, doi: [10.1080/01621459.2013.771010](https://doi.org/10.1080/01621459.2013.771010)
- Rodríguez del Tío, P., Hidalgo S., y Palacios, A. (2012). La ansiedad matemática en alumnos de grados en estadística, en Estepa, A., Contreras, A., Deulofeu, J. y cols. (eds). *Investigación en Educación Matemática XVI* (pp. 469-478). Jaén: SEIEM. Recuperado el 29/6/2015 de: <https://dl.dropboxusercontent.com/u/104572257/Actas/Actas16SEIEM.pdf>
- Romero, R., Ferrer A., Capilla C., Zunica, L., Balasch S., Serra V., & Alcover, R. (1995). Teaching Statistics to Engineers: An Innovative Pedagogical Experience. *Journal of Statistics Education*, 3(1).
- Romeu, J.L. (2013). Uso de software, grupos, proyectos y presentaciones, para enseñar y fomentar la estadística aplicada. En A. Salcedo (ed.), *Educación Estadística en América Latina: Tendencias y Perspectivas*, 299-317. Universidad Central de Venezuela.
- Rossmann, A., Chance, B., & Medina, E. (2006). Some important comparisons between statistics and mathematics, and why teachers should care. En G. F. Burrill, & P. C. Elliot (Eds.), *Thinking and reasoning with data and chance*, (pp. 323-333). Reston, VA: NCTM.
- Rossmann, A., Dietz, E. J., & Moore, D. (2013). Interview with David Moore. *Journal of Statistics Education*, 21(2), 1-18. Recuperado de [www.amstat.org/publications/jse/v21n2/rossmanint.pdf](http://www.amstat.org/publications/jse/v21n2/rossmanint.pdf)
- RSME-ANECA (2007). *Salidas Profesionales de los Estudios de Matemáticas. Análisis de la Inserción Laboral y Ofertas de Empleo*. Recuperado el 13/08/2013, de <http://www.rsme.es/comis/prof/RSME-ANECA.pdf>
- RSS (2014). *Undergraduate and postgraduate courses accredited by The Royal Statistical Society*. Recuperado el 7/7/2014 de: <http://www.rss.org.uk/site/cms/contentviewarticle.asp?article=1235>
- Ruiz, B.R. (2013). *Análisis epistemológico de la variable aleatoria y comprensión de objetos matemáticos relacionados por estudiantes universitarios*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Ruiz, M.A., Pardo, A., y San Martín, R. (2010). Modelos de ecuaciones estructurales. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 34-45. Recuperado de: <http://www.cop.es/papeles>.
- Salcedo, A. (Ed.) (2013). *Educación Estadística en América Latina: Tendencias y Perspectivas*. Universidad Central de Venezuela. Recuperado de: <http://saber.ucv.ve/jspui/handle/123456789/4666>.

- Sánchez, E. (2013). *Elementos de estadística y su didáctica a nivel Bachillerato*. Secretaría de Educación Pública, México, D.F. Recuperado de: [http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/6586/1/images/elementos\\_de\\_estadistica\\_y\\_su\\_didactica\\_a\\_nivel\\_bachillerato\\_baja.pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/6586/1/images/elementos_de_estadistica_y_su_didactica_a_nivel_bachillerato_baja.pdf)
- Sánchez, I. (2009). *Ecuaciones estructurales en la enseñanza-aprendizaje de matemáticas*. Trabajo presentado en el Congreso Divisional “El sistema Modular, las Ciencias Sociales y las Humanidades en el Siglo XXI”, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México. Recuperado de [http://desh.xoc.uam.mx/congresodesh/ponencias\\_fin/30sep/ConsejoamDocencia/Ecuacionesestructuralesenlaense.pdf](http://desh.xoc.uam.mx/congresodesh/ponencias_fin/30sep/ConsejoamDocencia/Ecuacionesestructuralesenlaense.pdf)
- Sánchez, E. y Hoyos, V. (2013). La estadística y la propuesta de un currículo por competencias. En A. Salcedo (ed.), *Educación Estadística en América Latina: Tendencias y Perspectivas*, 211-227. Universidad Central de Venezuela.
- Sánchez-Valverde, B. (2012). Aprendizaje de estadística basado en proyectos. *Revista de didáctica de las Matemáticas Uno*, 59, pp. 40-45.
- Sandman, R. S. (1980). The Mathematics Attitude Inventory: Instrument and user's manual. *Journal for Research in Mathematics Education*, 11(2), 148-149, doi: [10.2307/748906](https://doi.org/10.2307/748906).
- Sakiz, G., Pape, S.J., & Woolfolk, A. (2012). Does perceived teacher affective support matter for middle school students in mathematics class rooms? *Journal of School Psychology* 50(2), 235-255, doi: [10.1016/j.jsp.2011.10.005](https://doi.org/10.1016/j.jsp.2011.10.005).
- Schau, C. (2003). *Students' attitudes: The "other" important outcome in statistics education*. Joint Statistical Meetings, San Francisco, CA. Recuperado de: <http://evaluationandstatistics.com/JSM2003.pdf>
- Scheaffer, R. L. (2006). Statistics and mathematics: On making a happy marriage. En G. F. Burrill & P. C. Elliot (Eds.), *Thinking and reasoning with data and chance*, (pp. 309-321). Reston, VA: NCTM.
- Scheaffer, R.L. & Lee C. (2000). The Case for Undergraduate Statistics. Presentado en Join Statistical Meetings, Indianapolis, IN. Recuperado de: <http://www.amstat.org/meetings/jsm/2000/usei/case.html>.
- Serradó, A. (2013). El proyecto internacional de alfabetización estadística. *Números*, 83, 19-33.
- Shi, N-Z., He, X., & Tao, J. (2009). Understanding Statistics and Statistics Education: A Chinese Perspective. *Journal of Statistics Education*, 17(3)
- Smith, T.M.F. & Staetsky, L. (2007). The teaching of statistics in UK universities. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society)*, 170(3), 581-622, doi: [10.1111/j.1467-985X.2007.00482.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2007.00482.x).
- Snee, R.D. (1988). Mathematics is Only a Tool that Statistician Use. *College Mathematics Journal*, 19, 30-32.

- Sorge, C. y Schau, C. (2002). *Impact of engineering students' attitudes on achievement in statistics*. American Educational Research Association, New Orleans. Recuperado de: <http://evaluationandstatistics.com/AERA2002.pdf>
- Sowey, E. R. (2001). Striking demonstrations in teaching statistics. *Journal of Statistics Education*, 9(1). Recuperado el 02/10/2014 de: <http://www.amstat.org/publications/jse/v9n1/sowey.html>
- Spybrook, J. (2008). *The relationship among working memory, mathematics anxiety, and mathematics achievement in developmental mathematics courses in community college*. Tesis doctoral. University of San Francisco, San Francisco.
- Srivastava, M. S. (2002). *Methods of Multivariate Statistics*. Wiley Interscience.
- Symonds, R., Lawson, D., & Robinson, C. (2010). An investigation of Physics undergraduates' attitudes towards Mathematics. *Teach. Math. Appl.*, 29(3), 140-154.
- Tapia, M. & Marsh, G.E. (2004a). An instrument to measure mathematics attitudes. *Academic Exchange Quartely*, 8(2), 16-21. Recuperado de <http://rapidintellect.com/AEQweb/cho253441.htm>
- Tapia, M. & Marsh, G.E. (2004b). The relationship of math anxiety and gender. *Academic Exchange Quartely*, 8(2), 130-134.
- Tarpey, T., Acuna, C., Cobb, G., & De Veaux, R. (2002). Curriculum Guidelines for Bachelor of Arts Degrees in Statistical Science. *Journal of Statistical Education*, 10(2). Recuperado de: [www.amstat.org/publications/jse/v10n2/tarpey.html](http://www.amstat.org/publications/jse/v10n2/tarpey.html)
- Tempelaar, D. T., Schim van der Loeff, S., & Gijsselaers, W. H. (2007). A structural equation model analyzing the relationship of students' attitudes toward statistics, prior reasoning abilities and course performance. *Statistics Education Research Journal*, 6(2), 78-102.
- Times Higher Education (2014). *The Times Higher Education World University Rankings 2013-2014*. Consultado el 7/7/2014 en <http://www.timeshighereducation.co.uk/world-university-rankings/>
- Valiante, G. (2000). *Writing Self-efficacy and gender orientation: A developmental perspective, a dissertation proposal*. Atlanta: Emory University.
- Vanhoof, S. (2010). *Statistics Attitudes in University Students: Structure, stability, and relationship with achievement*. Tesis doctoral. Universidad Católica de Leuven, Bélgica . Recuperado de: <http://iase-web.org/Publications.php?p=Dissertations>
- Varsavsky, C. & Norton, P. (1995). Building up the self-confidence of mathematics students in non-science courses. *International Journal of Mathematics Education Science and Technology*, 26(4), 517-521, doi: [10.1080/0020739950260405](https://doi.org/10.1080/0020739950260405)

- Vázquez, A., y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka*, 5(3), 274-292.
- Vitasari, P., Herawan, T., Wahab, M. N. A., Othman, A., & Sinnadurai, S. K. (2010). Exploring mathematics anxiety among engineering students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8(0), 482-489. doi: [10.1016/j.sbspro.2010.12.066](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.066)
- Wallman, K. K. (1993). Enhancing statistical literacy: Enriching our society. *Journal of the American Statistical Association*, 88, 1-8.
- Walsh, K. A. (2008). The relationships among mathematics anxiety, beliefs about mathematics, mathematics self-efficacy, and mathematics performance in associate degree nursing students. *Nursing Education Perspectives*, 29(4), 226-229.
- Watson, J.M. (2006). *Statistical literacy at school: growth and goals*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Yenilmez, K., Girginer, N., & Uzun, O. (2007). Mathematics anxiety and attitude level of students of the faculty of economics and business administrator; The Turkey model. *International Mathematical Forum*, Vol. 2, no. 41, 1997-2021, Recuperado de: <http://www.m-hikari.com/imf.html>
- Zamora, R.F. (2014). *Análisis de las Pruebas de Acceso a las Universidades de Castilla y León (Matemáticas II)*. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid.
- Zeidner, M. (1991). Statistics and mathematics anxiety in social science students: some interesting parallels. *British Journal of Educational Psychology*, 61, 319-328, doi: [10.1111/j.2044-8279.1991.tb00989.x](https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1991.tb00989.x).



# Enlaces de Interés

## Información sobre titulaciones universitarias en España

RUCT <https://www.educacion.gob.es/ruct/home>

MECD Estadísticas Universitarias <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/areas-educacion/universidades/estadisticas-informes/estadisticas.html>

## Información Nacional sobre estudios universitarios de Estadística

Conferencias Interuniversitarias sobre titulaciones de Estadística  
<http://www.seio.es/Universidad.html>

Información de las universidades sobre los PCEO que comparten programa de estudios con uno de los doce GEST:

Grado en Economía/Grado en Estadística  
<http://www.upc.edu/aprender/estudios/grados>

Grado en Economía/Grado en Matemáticas y Estadística  
<http://matematicas.ucm.es/estudios/2015-16/grado-economiamatematicas>

Grado en Matemáticas/Grado en Estadística  
[http://www.us.es/estudios/grados/plan\\_241](http://www.us.es/estudios/grados/plan_241)

Grado en Estadística/Grado en Ingeniería Informática  
<https://www.inf.uva.es/indat>

Grado en Estadística Aplicada/Grado en Sociología  
<http://www.uab.cat/web/els-estudis-1192707407557.html>

## Información Internacional sobre estudios universitarios de Estadística

En Reino Unido: RSS <http://www.rss.org.uk/>

UCAS <http://search.ucas.com/>

<http://unistats.direct.gov.uk/>

En Francia: STID Grenoble  
[http://stid-grenoble.xtek.fr/1077\\_0\\_0\\_0\\_Parcours+possibles\\_0.html](http://stid-grenoble.xtek.fr/1077_0_0_0_Parcours+possibles_0.html)

Departamentos STID <http://www.stid-france.com/>

Société Française de Statistique:  
[http://www.sfds.asso.fr/120-Annuaire\\_des\\_formations](http://www.sfds.asso.fr/120-Annuaire_des_formations)

## Información Nacional e Internacional sobre didáctica de la Estadística

CAUSE, *Consortium for the Advancement of Undergraduate Statistics Education*  
<https://www.causeweb.org/>

IASE <http://iase-web.org/>

International Statistical Literacy Project (ISLP) <http://iase-web.org/islp/>

ICSE (sucesor del RSSCSE) <http://www.icse.xyz/>

Proyectos y recursos de la etapa RSSCSE:

<http://www.icse.xyz/statisticaleducation/>

Grupo de Investigación sobre Educación Estadística de la Universidad de Granada

<http://www.ugr.es/~batanero/>

Grupo de trabajo de la SEIEM de Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria <http://www.seiem.es/gruposdetrabajo/estadistica.htm>

Grupo de trabajo de la SEIO de Enseñanza y Aprendizaje de la Estadística e Investigación Operativa <http://genaeio.seio.es/>

Recopilación internacional de recursos para la enseñanza de la estadística en primaria y secundaria con motivo del AIE 2013

<http://www.worldofstatistics.org/primary-secondary-school-teacher-resources/>

# Anexo I

## Las asignaturas de matemáticas en los GEST

A continuación incluimos los nombres de las asignaturas de matemáticas de Formación Básica y Obligatoria, en cada uno de los GEST, así como las asignaturas optativas ofertadas, que se indican en cursiva. Todas son asignaturas de 6 ECTS, salvo que se indique lo contrario.

### GEST de perfil empresa:

#### UC3M

Métodos Matemáticos I  
Métodos matemáticos avanzados I  
Métodos Matemáticos II  
Métodos matemáticos avanzados II  
*Métodos numéricos en estadística (optativa)*

#### JAEN

Análisis Matemático  
Álgebra  
*Modelos matemáticos en la empresa (optativa)*

#### UMH

Matemáticas  
Cálculo Numérico  
Álgebra Matricial

### GEST de perfil general:

#### UABV

Cálculo  
Métodos Algebraicos para la Estadística  
Modelización Matemática

#### UCME

Métodos matemáticos para estadística I  
Métodos matemáticos para estadística II  
Métodos matemáticos para estadística III  
Matemáticas con Ordenador

**UPCB**

Métodos Algebraicos para la Estadística  
Modelización Matemática  
Cálculo  
Matemáticas para la Estadística

**UGR**

Álgebra  
Análisis Matemático I  
Análisis Matemático II  
Métodos Numéricos  
*Análisis Matemático Avanzado (optativa)*  
*Ampliación de Métodos Numéricos (optativa)*

**USAL**

Álgebra Lineal I  
Análisis Matemático I  
Análisis Matemático II  
Cálculo Numérico  
*Optimización Numérica (optativa)*

**US**

Algebra Lineal 12 ECTS  
Cálculo 12 ECTS  
Métodos Matemáticos  
Elementos de Cálculo Numérico  
*Geometría de los Métodos Estadísticos (optativa)*  
*Métodos Algebraicos en Probabilidad y Estadística (optativa)*

**UVA (plan de estudios 2009/2010)**

Álgebra y Geometría Lineales 12 ECTS  
Cálculo Infinitesimal 12 ECTS  
Ampliación de Matemáticas  
Métodos Numéricos

**UVA (plan de estudios 2014/2015)**

Fundamentos de Matemáticas  
Matemática Discreta  
Ampliación de Matemáticas  
Ampliación de Matemáticas II  
Ampliación de Matemáticas III

**GEST de perfil matemáticas:****UNEX**

Álgebra Lineal I

Cálculo I

Análisis Matemático I

Álgebra Lineal II

Cálculo II

Métodos Matemáticos para la Estadística

Métodos Computacionales II

*Análisis Funcional (optativa)**Ampliación de Análisis Funcional (optativa)**Ecuaciones Diferenciales (optativa)**Ecuaciones en Derivadas Parciales (optativa)***UCMF**

Álgebra Lineal 18 ECTS

Análisis de Variable Real 18 ECTS

Matemáticas Básicas 9 ECTS

Elementos de Matemáticas y Aplicaciones 7.5 ECTS

Cálculo Diferencial

Cálculo Integral

Métodos Numéricos

Elementos de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

Estructuras Algebraicas

Geometría Lineal

Análisis Matemático para Estadística

Modelos Dinámicos

Álgebra Matricial

Como ejemplo de los contenidos de estas asignaturas, a continuación damos una breve descripción de los correspondientes a las asignaturas de los GEST JAEN, UCME y US.

### **Breve descripción de contenidos de asignaturas de matemáticas del GEST JAEN**

#### **Análisis Matemático:**

*Cálculo diferencial e integral en una y varias variables*

#### **Álgebra:**

*Sistemas de ecuaciones lineales. Matrices y determinantes. Espacios vectoriales. Aplicaciones lineales. Espacio vectorial euclídeo. Valores y vectores propios. Diagonalización. Descomposición en valores singulares. Inversas generalizadas.*

#### **Modelos matemáticos en la empresa (optativa):**

*Modelos matemáticos discretos aplicados a la Empresa, basados en ecuaciones y sistemas de ecuaciones en diferencias. Modelos matemáticos continuos aplicados a la Empresa, basados en ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales. Dinámica de Sistemas.*

### **Breve descripción de contenidos de asignaturas de matemáticas del GEST UCME**

#### **Métodos matemáticos para estadística I:**

*Números reales. Funciones reales. Límites y continuidad de funciones. La derivada y sus aplicaciones. Cálculo de primitivas. La integral definida y sus aplicaciones. Integrales impropias. Series numéricas.*

#### **Métodos matemáticos para estadística II:**

*Matrices y sistemas lineales. Espacios vectoriales. Aplicaciones lineales. Rango y determinante. Diagonalización.*

#### **Métodos matemáticos para estadística III:**

*Series de potencias. Funciones de varias variables. Integrales múltiples. Formas bilineales y cuadráticas. Espacios vectoriales Euclídeos.*

#### **Matemáticas con Ordenador:**

*Introducción a Matlab. Resolución de sistemas lineales. Diagonalización de matrices. Sucesiones y series (numéricas y de funciones): convergencia, suma y radio de convergencia. Estudio completo de una función de una variable. Problemas de optimización e integración. Funciones de varias variables: clasificación puntos críticos y volúmenes.*

---

**Breve descripción de contenidos de asignaturas de matemáticas del GEST US****Álgebra lineal (12 ECTS):**

*Lenguaje. Sistemas de ecuaciones lineales. Sistemas rectangulares y formas escalonadas. Álgebra matricial. Espacios vectoriales. Determinantes. Producto escalar y ortogonalidad. Autovalores y autovectores. Número de condición de un sistema. Inversas generalizadas y mínimos cuadrados. Matrices no negativas.*

**Cálculo (12 ECTS):**

*Números reales y complejos. Funciones elementales. Cálculo con funciones de una variable: cálculo de límites, derivadas, representaciones gráficas. Sucesiones y series de números reales. Series de potencias. Cálculo integral de funciones de una variable y sus aplicaciones. Cálculo con funciones de varias variables: cálculo de límites, continuidad, derivadas parciales. Problemas de extremos.*

**Métodos Matemáticos:**

*Integral de Riemann-Stieltjes. Integración múltiple. Conceptos de Teoría de la medida.*

**Elementos de Cálculo Numérico:**

*Aplicación de métodos numéricos en la resolución de sistemas de ecuaciones. Interpolación y ajuste de funciones. Integración numérica.*

**Geometría de los Métodos Estadísticos (optativa)**

*Conceptos geométricos básicos en Estadística. Estadística descriptiva: métodos geométricos. Geometría y modelos lineales.*

**Métodos Algebraicos en Probabilidad y Estadística (optativa)**

*Polinomios y algoritmos. Optimización entera. Resolución de sistemas de ecuaciones polinomiales. Métodos algebraicos en diseño de experimentos.*



## Anexo II

### Las asignaturas de matemáticas en algunos Grados en Estadística de Reino Unido

A continuación incluimos los nombres de las asignaturas obligatorias de matemáticas en los *Statistics BSc Hons* de Bath, Lancaster y UCL. Todos ellos se imparten en tres años, a tiempo completo y hay posibilidad de añadir un cuarto año (*MSci Hons*). Se indica el número de créditos de la asignatura cuando es distinto de 6 ECTS (en Lancaster y UCL se ha establecido la equivalencia a créditos ECTS).

#### Statistics BSc Hons:

##### University of Bath

Analysis 1	12 ECTS
Methods and applications 1	12 ECTS
Programming and discrete mathematics 1	12 ECTS
Algebra 1A	
Algebra 1B	
Algebra 2A	
Analysis 2A	

##### University of Lancaster

Calculus  
Integration  
Matrix Methods  
Numbers and Relations  
Discrete Mathematics  
Geometry and Calculus  
Series and Functions  
Differential Equations  
Real Analysis  
Complex Analysis  
Linear Algebra  
Groups and Rings

##### University College London (University of London)

Mathematics for Students of Economics, Statistics and Related Disciplines I	7.5 ECTS
Mathematics for Students of Economics, Statistics and Related Disciplines II	7.5 ECTS
Mathematics for Students of Economics, Statistics and Related Disciplines III	7.5 ECTS

## **Departamentos STID (Statistique et Informatique Décisionnelle) en Francia**

A continuación citamos los doce Departamentos STID franceses (enlace Departamentos STID, consultado el 1/10/2013), en todos ellos se puede cursar el DUT STID (*Diplôme Universitaire de Technologie de Statistique et Informatique Décisionnelle*) en dos años, en algunos también en un ciclo especial de un año. Además en los diez primeros se puede obtener una o más LP (*Licence Professionnelle*), las cuales se indican a continuación del IUT (*Institut Universitaire de Technologie*) y/o Universidad responsables.

- 1.- IUT de Roubaix (Universidad Lille 2)
  - LP Statistique et Informatique Décisionnelle (en alternance)
  - LP Gestion de la Qualité
- 2.- IUT de Caen (Universidad de Caen Basse-Normandie)
  - LP Biostatistique: statistique et informatique appliquées aux sciences du vivant
- 3.- IUT Paris 5 (Universidad Paris Descartes)
  - LP Statistique et Informatique Décisionnelles pour la Santé
  - LP Data Mining/Décision et traitement de l'Information
- 4.- IUT Ile du Saulcy (Universidad Paul Verlaine-Metz)
  - LP Statistique et Informatique Décisionnelle
    1. Application de la statistique aux sciences de la vie
    2. Application de la statistique au marketing
    3. Application de la statistique au marketing par alternance
- 5.- STID Vannes (Universidad de Bretagne Sud)
  - LP Statistique Décisionnelle en Marketing
  - LP Conception de Systèmes Décisionnels
  - LP Statistique et Informatique pour la Santé
- 6.- IUT de Poitiers (Universidad de Poitiers-Niort)
  - LP Statistique Commerciale
- 7.- IUT Lumière-Bron (Universidad Lyon 2)
  - LP Chargé d'Etudes Statistiques
- 8.- IUT2 Grenoble (Universidad Pierre Mendès-France)
  - LP Biostatistique
  - LP Etudes Statistiques, Sondages et Marketing
  - LP Etudes Statistiques et Systèmes d'Information Géographique

- 9.- IUT des Pays de l'Adour (Universidad de Pau et des Pays de l'Adour-Pau)
  - LP Statistique et Informatique Décisionnelle pour le Management de la Qualité
- 10.- IUT de Perpignan, Carcassonne (Universidad de Perpignan)
  - LP Traitement de l'Information Géographique
  - LP Systèmes d'Information Géographique orientés Web
  - LP Bioinformatique, traitement de données génomiques
- 11.- Universidad d'Avignon et des Pays de Vaucluse
- 12.- IUT Nice-Côte d'Azur (Universidad de Niza-Menton)

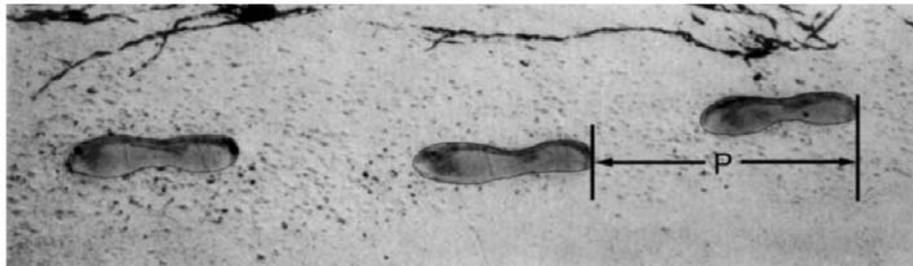


# Anexo III

## Preguntas CM

A continuación se incluyen las preguntas de la prueba de conocimiento matemático tal como se presentaron a los estudiantes en el cuestionario, con la única excepción de que en éste se utilizaron cinco hojas, en las que el estudiante debía contestar. Preguntas 1 y 2 en la misma hoja y preguntas 3 a 6 en hojas separadas.

### Caminar



La foto muestra las huellas de un hombre caminando. La longitud del paso  $P$  es la distancia entre los extremos posteriores de dos huellas consecutivas.

Para los hombres, la fórmula  $\frac{n}{P} = 140$  da una relación aproximada entre  $n$  y  $P$  donde:

$n$  = número de pasos por minuto, y

$P$  = longitud del paso en metros.

#### *Pregunta 1: CAMINAR*

Si se aplica la fórmula a la manera de caminar de Enrique y éste da 70 pasos por minuto, ¿cuál es la longitud del paso de Enrique? Muestra tus cálculos.

#### *Pregunta 2: CAMINAR*

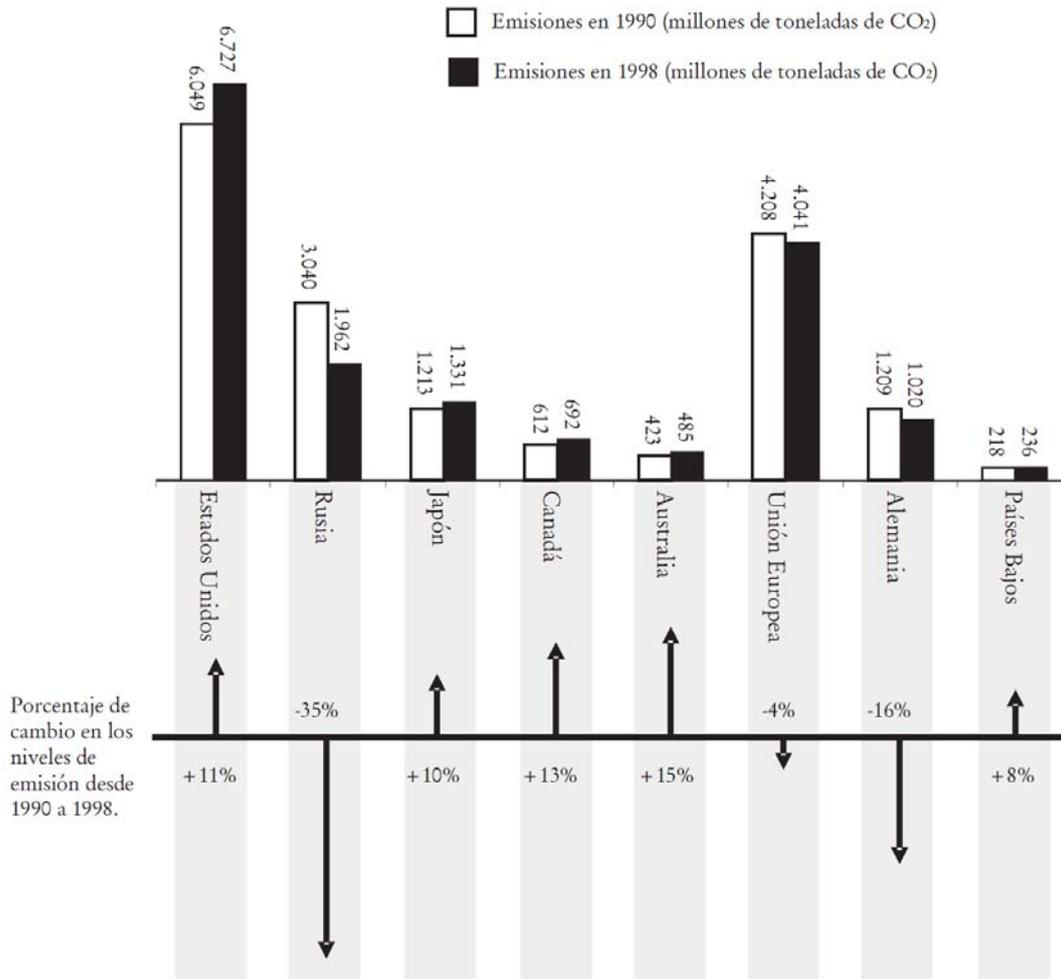
Bernardo sabe que sus pasos son de 0,80 metros. El caminar de Bernardo se ajusta a la fórmula.

Calcula la velocidad a la que anda Bernardo en metros por minuto y en kilómetros por hora. Muestra tus cálculos.

## Los niveles de CO<sub>2</sub>

Muchos científicos temen que el aumento del nivel de gas CO<sub>2</sub> en nuestra atmósfera esté causando un cambio climático.

El diagrama siguiente muestra los niveles de emisión de CO<sub>2</sub> en 1990 (las barras claras) de varios países (o regiones), los niveles de emisión en 1998 (las barras oscuras), y el porcentaje de cambio en los niveles de emisión entre 1990 y 1998 (las flechas con porcentajes).



### Pregunta 3: LOS NIVELES DE CO<sub>2</sub>

En el diagrama se puede leer que el aumento de emisiones de CO<sub>2</sub> en Estados Unidos entre 1990 y 1998 fue del 11%.

Escribe los cálculos para demostrar cómo se obtiene este 11%.

## Dados

A la derecha, hay un dibujo de dos dados.

Los dados son cubos con un sistema especial de numeración en los que se aplica la siguiente regla:

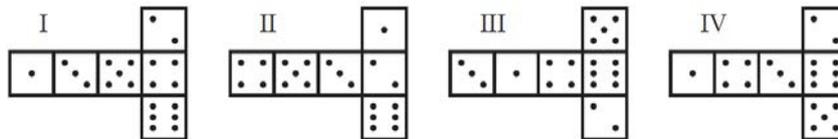
El número total de puntos en dos caras opuestas es siempre siete.



### Pregunta 4: DADOS

Puedes construir un dado sencillo cortando, doblando y pegando cartón. Estos dados se pueden hacer de muchas maneras. En el dibujo siguiente puedes ver cuatro recortes que se pueden utilizar para hacer cubos, con puntos en las caras.

¿Cuál de las siguientes figuras se puede doblar para formar un cubo que cumpla la regla de que la suma de caras opuestas sea 7? Para cada figura, rodea con un círculo Sí o No en la tabla de abajo.



Foma	¿Cumple la regla de que la suma de las caras opuestas es 7?
I	<i>Sí / No</i>
II	<i>Sí / No</i>
III	<i>Sí / No</i>
IV	<i>Sí / No</i>

## Respaldo al presidente

### Pregunta 5: RESPALDO AL PRESIDENTE

En Zedlandia, se realizaron varios sondeos de opinión para conocer el nivel de respaldo al Presidente en las próximas elecciones. Cuatro periódicos hicieron sondeos por separado en toda la nación. Los resultados de los sondeos de los cuatro periódicos se muestran a continuación:

Periódico 1: 36,5% (sondeo realizado el 6 de enero, con una muestra de 500 ciudadanos elegidos al azar y con derecho a voto).

Periódico 2: 41,0% (sondeo realizado el 20 de enero, con una muestra de 500 ciudadanos elegidos al azar y con derecho a voto).

Periódico 3: 39,0% (sondeo realizado el 20 de enero, con una muestra de 1.000 ciudadanos elegidos al azar y con derecho a voto).

Periódico 4: 44,5% (sondeo realizado el 20 de enero, con 1.000 lectores que llamaron por teléfono para votar).

Si las elecciones se celebraran el 25 de enero, ¿cuál de los resultados de los periódicos sería la mejor predicción del nivel de apoyo al presidente? Da dos razones que justifiquen tu respuesta.

## Programación de la carrera

Una escuela técnica ofrece las siguientes 12 asignaturas para una carrera de 3 años en la que la duración de cada asignatura es de un año:

	Código de la asignatura	Nombre de la asignatura
1	M1	<i>Mecánica. Nivel 1</i>
2	M2	<i>Mecánica. Nivel 2</i>
3	E1	<i>Electrónica. Nivel 1</i>
4	E2	<i>Electrónica. Nivel 2</i>
5	B1	<i>Estudios empresariales. Nivel 1</i>
6	B2	<i>Estudios empresariales. Nivel 2</i>
7	B3	<i>Estudios empresariales. Nivel 3</i>
8	C1	<i>Sistemas de ordenadores. Nivel 1</i>
9	C2	<i>Sistemas de ordenadores. Nivel 2</i>
10	C3	<i>Sistemas de ordenadores. Nivel 3</i>
11	T1	<i>Gestión de Tecnología e Información. Nivel 1</i>
12	T2	<i>Gestión de Tecnología e Información. Nivel 2</i>

### Pregunta 6: PROGRAMACIÓN DE LA CARRERA

Cada estudiante cursará 4 asignaturas por año para así aprobar 12 asignaturas en 3 años.

Un estudiante sólo puede cursar una asignatura de nivel superior si ha aprobado el año anterior la misma asignatura del nivel o niveles inferiores. Por ejemplo, sólo se puede cursar Estudios Empresariales de Nivel 3 después de haber aprobado Estudios Empresariales de Nivel 1 y Nivel 2.

Además, sólo puede elegirse Electrónica de Nivel 1 después de aprobar Mecánica de Nivel 1, y sólo puede elegirse Electrónica de Nivel 2 después de aprobar Mecánica de Nivel 2.

Completa la siguiente tabla con las asignaturas que deberían ofrecerse en cada curso. Escribe en la tabla los códigos de cada asignatura.

	Asignatura 1	Asignatura 2	Asignatura 3	Asignatura 4
Primer curso				
Segundo curso				
Tercer curso				

**Anota aquí los minutos que has empleado en contestar las 6 preguntas:.....**

## Criterios de calificación utilizados para las preguntas CM

Aquí se exponen los criterios utilizados para la corrección de las preguntas correspondientes a la prueba de conocimiento, para ello incluimos los criterios utilizados en PISA 2003 para estas preguntas, que también nosotros hemos utilizado, y las únicas consideraciones que hemos añadido para las preguntas 2 y 3.

### Pregunta 1

Caminar: pregunta 1			
M124Q01	Aciertos		%
<i>Subescala</i>	Cambio y relaciones	<i>OCDE</i>	36,3
<i>Situación</i>	Personal	<i>España</i>	38,4
<i>Competencia</i>	Reproducción	<i>Castilla y León</i>	44,6
<i>Dificultad</i>	611 (nivel 5)	<i>Cataluña</i>	33,9
		<i>País Vasco</i>	50,2

*Puntuaciones*

**Máxima puntuación**  
**Código 2:** 0,5 m ó 50 cm, 1/2 (no es necesario especificar las unidades).

- 70/ p = 140
- 70 = 140 p
- p = 0,5
- 70/140

**Ninguna puntuación**  
**Código 0:** Otras respuestas.

- 70 cm.

**Código 9:** Sin respuesta.

Fuente: INECSE (2005, p.28)

**Pregunta 2**

Caminar: pregunta 2			
M124Q03	Puntuación 1	Aciertos	%
<i>Subescala</i>	Cambio y relaciones	OCDE	19,9
<i>Situación</i>	Personal	España	23,7
<i>Competencia</i>	Conexiones	Castilla y León	26,7
<i>Dificultad</i>	605 (nivel 4)	Cataluña	24,9
		País Vasco	30,4

M124Q03	Puntuación 2	Aciertos	%
<i>Subescala</i>	Cambio y relaciones	OCDE	9,0
<i>Situación</i>	Personal	España	8,3
<i>Competencia</i>	Conexiones	Castilla y León	11,3
<i>Dificultad</i>	666 (nivel 5)	Cataluña	6,2
		País Vasco	12,0

M124Q03	Puntuación 3	Aciertos	%
<i>Subescala</i>	Cambio y relaciones	OCDE	8,0
<i>Situación</i>	Personal	España	7,5
<i>Competencia</i>	Conexiones	Castilla y León	8,6
<i>Dificultad</i>	723 (nivel 6)	Cataluña	12,0
		País Vasco	8,7

*Puntuaciones:*

**Máxima puntuación (3 puntos)**

**Código 31:** Respuestas correctas (no es necesario especificar las unidades) para m/min y km/h:

$$n = 140 \times 0,80 = 112.$$

Camina por minuto  $112 \times 0,80 \text{ m} = 89,6 \text{ m}$ .

Su velocidad es de 89,6 metros por minuto.

De modo que su velocidad es 5,38 o 5,4 km/h.

Se debe conceder código 31 si se dan las dos respuestas correctas (89,6 y 5,4), se muestren los cálculos o no. Téngase en cuenta que los errores debidos al redondeo son aceptables. Por ejemplo, 90 metros por minuto y 5,3 km/h ( $89 \times 60$ ) son aceptables.

- 89,6; 5,4.
- 90; 5,376 km/h.
- 89,8; 5376 m/hora [téngase en cuenta que si la segunda respuesta se da sin unidades, debe aplicarse el código 22].

**Puntuación parcial (2 puntos)**

**Código 21:** Responde como en el caso del código 31 pero falla al multiplicar por 0,80 para convertir de pasos por minuto a metros por minuto. Por ejemplo, su velocidad es 112 metros por minuto y 6,72 km/h.

- 112; 6,72 km/h

**Código 22:** La velocidad en metros por minuto es correcta (89,6 metros por minuto) pero la conversión a kilómetros por hora es incorrecta o falta.

- 89,6 m/min, 8960 km/h.
- 89,6; 5376
- 89,6; 53,76
- 89,6; 0,087 km/h
- 89,6; 1,49 km/h

**Código 23:** Método correcto (descrito explícitamente) con errores menores de cálculo que no están cubiertos por los códigos 21 y 22. Sin respuestas correctas.

- $n = 140 \times 0,8 = 1120$ ;  $1120 \times 0,8 = 896$ . Camina 896 m/min; 53,76 km/h.
- $n = 140 \times 0,8 = 116$ ;  $116 \times 0,8 = 92,8$ . 92,8 m/min 92,8 m/min  $\rightarrow$  5,57 km/h.

**Código 24:** Sólo se da 5,4 km/h, pero no 89,6 m/min (no se muestran los cálculos intermedios).

- 5,4
- 5,376 km/h
- 5376 m/h

**Puntuación parcial (1 punto)**

**Código 11:**  $n = 140 \times 0,80 = 112$ . No se muestra el trabajo posterior o es incorrecto a partir de este punto.

- 112.
- $n = 112$ ; 0,112 km/h
- $n = 112$ ; 1120 km/h
- 112 m/min, 504 km/h

**Ninguna puntuación**

**Código 00:** Otras respuestas.

**Código 99:** Sin respuesta.

Fuente: INECSE (2005, p.29)

En esta pregunta hemos considerado también la siguiente respuesta con una puntuación parcial de 2:

- Planteamiento indicado correctamente sin efectuar las operaciones. (código 25)

### Pregunta 3

Niveles de CO2: pregunta 29			
M525Q01	Aciertos		%
<i>Subescala</i>	Cantidad	Ítem de prueba piloto.	
<i>Situación</i>	Científica	Resultados	
<i>Competencia</i>	Conexiones	no publicados.	
<i>Dificultad</i>	-		

*Puntuaciones:*

**Máxima puntuación**  
**Código 2:** Resta correcta, y correcto cálculo del porcentaje.

**Puntuación parcial**  
**Código 1:** Error en la resta y cálculo del porcentaje correcto, o resta correcta pero dividiendo por 6.727.

- $6.727 - 6.049 = 678, \frac{678}{6.049} \times 100 = 11\%$
- $\frac{6.049}{6727} \times 100 = 89,9\%$  y  $100 - 89,9 = 10,1\%$

**Ninguna puntuación**  
**Código 0:** Otras respuestas, que incluyan sólo Sí o No.  
 • Sí, es el 11%.  
**Código 9:** Sin respuesta.

Fuente: INECSE (2005, p.57)

En esta pregunta hemos considerado también las siguientes respuestas con una puntuación parcial de 1:

- $\frac{6.727}{6.049} \times 100 = 111\%$
- $6.049 \times 1.11 = 6.727$

### Pregunta 4

Datos: pregunta 35			
M555Q02	Aciertos		%
<i>Subescala</i>	Espacio y forma	OCDE	63,0
<i>Situación</i>	Personal	España	59,6
<i>Competencia</i>	Conexiones	Castilla y León	64,4
<i>Dificultad</i>	503 (nivel 3)	Cataluña	62,1
		País Vasco	67,2

*Puntuaciones:*

**Máxima puntuación**  
**Código 1:** No, Sí, Sí, No, en ese orden.

**Ninguna puntuación**  
**Código 0:** Otras respuestas.  
**Código 9:** Sin respuesta.

Fuente: INECSE (2005, p.62)

### Pregunta 5

Respaldo al presidente: pregunta 36			
M702Q01		Aciertos	%
<i>Subescala</i>	Incertidumbre	<i>OCDE</i>	35,7
<i>Situación</i>	Pública	<i>España</i>	26,8
<i>Competencia</i>	Conexiones	<i>Castilla y León</i>	31,3
<i>Dificultad</i>	615 (nivel 5)	<i>Cataluña</i>	30,6
		<i>País Vasco</i>	28,2

*Puntuaciones:*

**Código 2:** Periódico 3. El sondeo es más reciente, con una muestra más grande, una selección al azar de la muestra, y sólo se preguntó a votantes. (Dar al menos dos razones). Debe ignorarse cualquier información adicional (incluyendo información irrelevante o incorrecta).

- Periódico 3, porque han seleccionado más ciuda-

danos al azar entre los que tienen derecho a voto.

- Periódico 3 porque ha pedido la opinión a 1.000 personas seleccionadas al azar, y la fecha es más próxima a la fecha de la elección, por lo que los votantes tienen menos tiempo de cambiar de opinión.
- Periódico 3 porque fueron seleccionados al azar y tenían derecho a voto.
- Periódico 3 porque encuestó a más personas y más cerca de la fecha.
- Periódico 3 porque las 1.000 personas fueron seleccionadas al azar.

**Ninguna puntuación**

**Código 0:** Otras respuestas.

- Periódico 4. Más personas significa resultados más precisos, y las personas que telefonan habrán considerado mejor sus votos.

**Código 9:** Sin respuesta.

Fuente: INECSE (2005, p.63)

### Pregunta 6

Programación de la carrera: pregunta 6			
X414Q01	Puntuación parcial	Aciertos	%
<i>Tipo</i>	Análisis y diseño de sistemas	<i>OCDE</i>	9,3
<i>Dificultad</i>	602 (nivel 3)	<i>España</i>	8,8
		<i>Castilla y León</i>	7,2
		<i>Cataluña</i>	13,6
		<i>País Vasco</i>	9,5

X414Q01	Máxima puntuación	Aciertos	%
<i>Tipo</i>	Análisis y diseño de sistemas	<i>OCDE</i>	26,4
<i>Dificultad</i>	629 (nivel 3)	<i>España</i>	28,2
		<i>Castilla y León</i>	32,6
		<i>Cataluña</i>	28,9
		<i>País Vasco</i>	28,2

*Puntuaciones:*

**Máxima puntuación**

**Código 2:** No es importante el orden de las materias dentro de un curso, pero la lista de materias para cada año debe ser como la que se presenta a continuación:

	Asignatura 1	Asignatura 2	Asignatura 3	Asignatura 4
Primer curso	B1	M1	T1	C1
Segundo curso	B2	M2	E1	C2
Tercer curso	B3	T2	E2	C3

**Puntuación parcial**

**Código 1:** Mecánica no precede a Electrónica. Se satisfacen todos los otros requisitos.

**Ninguna puntuación**

**Código 0:** Otras respuestas.

- Tabla completamente correcta, excepto que falta "E2" y "E1" se repite donde debería estar "E2" o esta casilla está vacía.

**Código 9:** Sin respuesta.

Fuente: INECSE (2005, p.76)

## Anexo IV

### Transformaciones empleadas para normalizar las escalas

Tabla A.IV.1.

*Valores de las potencias utilizadas en las transformaciones que normalizan las variables relacionadas con el dominio afectivo y el conocimiento matemático*

	Valores de $\lambda$	
	transformación potencia $x^\lambda$	transformación módulo de John y Draper
Conocimiento	2.00	1.95
Ansiedad	0.56	-
Autoconcepto	1.00	-
Actitud	1.30	-
Habilidad	0.80	-
Ineficacia	0.72	-
Gusto	0.75	-
Rechazo	0.57	2.90
Utilidad	2.10	1.80

Transformación potencia básica utilizada:  $x^\lambda$

Transformación módulo básica utilizada:

$$\left(|x - b| + 1\right)^2 \text{signo}(x - b)$$

donde  $b$  es la media muestral de los valores a transformar.