

LIBRO BLANCO

**TÍTULO DE GRADO
EN FÍSICA**

**Agencia Nacional de Evaluación
de la Calidad y Acreditación**

TÍTULO DE GRADO EN FÍSICA

Agencia Nacional de Evaluación
de la Calidad y Acreditación

El presente Libro Blanco muestra el resultado del trabajo llevado a cabo por una red de universidades españolas con el objetivo explícito de realizar estudios y supuestos prácticos útiles en el diseño de un Título de Grado adaptado al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Se trata de una propuesta no vinculante que se presentará ante el Consejo de Coordinación Universitaria y el Ministerio de Educación y Ciencia para su información y consideración. Su valor como instrumento para la reflexión es una de las características del proceso que ha rodeado la gestación de este Libro Blanco.

La Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), a través de las tres Convocatorias de Ayudas para el diseño de Planes de Estudio y Títulos de Grado realizadas hasta la fecha, ha seleccionado y financiado la realización de 56 proyectos. Uno de los criterios de selección más importante ha sido la participación del mayor número posible de universidades que imparten la titulación objeto de estudio.

El resultado de los proyectos, de manera previa a la edición de los Libros Blancos, ha sido evaluado por una Comisión del Programa de Convergencia Europea de la ANECA, de la que han formado parte dos rectores de universidad.

El proyecto que aquí se presenta recoge numerosos aspectos fundamentales en el diseño de un modelo de Título de Grado: análisis de los estudios correspondientes o afines en Europa, características de la titulación europea seleccionada, estudios de inserción laboral de los titulados durante el último quinquenio, y perfiles y competencias profesionales, entre otros aspectos.

Durante varios meses, las universidades que han participado en el desarrollo de este Libro Blanco han llevado a cabo un trabajo exhaustivo, reuniendo documentación, debatiendo y valorando distintas opciones, con el objetivo de alcanzar un modelo final consensuado que recogiese todos los aspectos relevantes del título objeto de estudio.

Índice

INFORME DE LA COMISIÓN DE EVALUACIÓN DEL DISEÑO DEL TÍTULO DE GRADO EN FÍSICA	5
1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE LOS ESTUDIOS EN EUROPA	7
2. MODELO DE LOS ESTUDIOS EUROPEOS SELECCIONADO	23
3. ESTUDIO SOBRE LA TITULACIÓN DE FÍSICA EN LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS	27
4. ESTUDIOS DE INSERCIÓN LABORAL DE LOS TITULADOS DURANTE EL ÚLTIMO QUINQUENIO	69
5. PERFILES PROFESIONALES	81
6. COMPETENCIAS TRANSVERSALES (GENÉRICAS)	85
7. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DE FORMACIÓN DISCIPLINAR	95
8. CLASIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS EN RELACIÓN CON LOS PERFILES PROFESIONALES	103
9. DOCUMENTACIÓN DE LA VALORACIÓN DE LAS COMPETENCIAS	111
10. CONTRASTE DE LAS COMPETENCIAS CON LA EXPERIENCIA ACADÉMICA Y PROFESIONAL	115

11. OBJETIVOS DEL TÍTULO	127
12. ESTRUCTURA GENERAL Y CONTENIDOS DEL TÍTULO	131
13. CRITERIOS E INDICADORES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN	169

Informe de la Comisión de Evaluación del diseño del Título de Grado en Física

DATOS IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Convocatoria:	Primera
Nombre del proyecto:	Física
Universidad Coordinadora:	Universidad de Granada
Coordinador del Proyecto:	Fernando Cornet
Fecha documento final:	abril 2004

COMISIÓN

- Joan Batlle Grabulosa
Rector Universitat de Girona
- Juan Francisco Duque Carrillo
Rector Universidad de Extremadura
- Joaquim Olivé
Experto Programa Convergencia Europea ANECA
Universidad de Deusto
- Raffaella Pagani
Asesora del Programa de Convergencia Europea de ANECA
Universidad Complutense de Madrid
- Gaspar Rosselló
Coordinador Programa Convergencia Europea ANECA
Universitat de Barcelona

VALORACIÓN DE LA COMISIÓN

Los evaluadores del proyecto consideran que éste responde al espíritu de la convocatoria.

Se hace una referencia amplia de la situación de la titulación tanto en España como en los diferentes países Europeos. Esto se ve apoyado por la información procedente del proyecto Tuning y de la colaboración que dicha red ha realizado con instituciones relacionadas con la práctica profesional.

Es importante destacar los estudios realizados de las competencias transversales y específicas relacionadas con la titulación y su vinculación con los contenidos, así como una definición precisa de los objetivos.

Los aspectos que, en opinión de esta comisión, podrían ser mejorables, se han reseñado en cada uno de los apartados de la valoración del proyecto y se han recogido en un informe remitido al coordinador del mismo para su consideración.

Por lo que respecta al punto 14 "Criterios e indicadores del proceso de evaluación", consideramos importante la aportación, si bien entendemos que una valoración conjunta de los indicadores incluidos en todos los proyectos hará posible presentar una propuesta más completa.

Una vez corregidas las mejoras sugeridas, recomendamos la publicación del Libro Blanco y su remisión al Consejo de Coordinación Universitaria y a la Dirección General de Universidades.

1.

ANÁLISIS DE LA
SITUACIÓN DE
LOS ESTUDIOS
DE FÍSICA

1. Análisis de la situación de los estudios de Física

Análisis de la situación de los estudios correspondientes o afines en Europa

El objetivo de esta parte del documento es describir la situación en la que se encuentran actualmente los estudios de Física y disciplinas relacionadas en el proceso de convergencia en el Espacio Europeo de Educación Superior. Recordemos que el 19 de junio de 1999, un año después de la Declaración de la Sorbona, los ministros responsables del área de educación de 29 países europeos firman la Declaración de Bolonia (1999). De este documento recogemos aquí dos párrafos que nos parecen especialmente significativos:

“El reconocimiento mutuo de las cualificaciones extranjeras es el núcleo de la colaboración de Bolonia, pues dicho reconocimiento, por una parte, hace posible la movilidad en el mercado de trabajo europeo para las personas con una educación superior y, por otra parte, hace posible una educación posterior (reconocimiento académico) en otros países europeos”.

“Con objeto de facilitar la transparencia y la movilidad, los países participantes se han comprometido a implementar un sistema de ciclos dentro de sus programas de educación superior”.

En esta declaración se alcanzan acuerdos sobre objetivos para el desarrollo y la cohesión del Sistema de Educación Superior para antes de 2010. El 19 de mayo de 2001, en la conferencia de Praga, se aumenta el número de objetivos y se reafirma que en el año 2010 el proceso de convergencia debe haberse completado. El 19 de septiembre de 2003, los ministros de 33 estados europeos se reúnen en Berlín para evaluar los objetivos alcanzados y fijar prioridades en el proceso de convergencia. Los resultados de la conferencia de Berlín se pueden encontrar en http://www.bologna-berlin2003.de/en/communique_minister/index.htm

En España han aparecido dos Reales Decretos sobre el proceso de convergencia. En el BOE 218 de 11/9/03 se publica un Real Decreto sobre el procedimiento para la expedición por las universidades del suplemento europeo al título. Poco después, en el BOE 224 de 18/9/03, aparece un Real Decreto

donde se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias. También han circulado varios borradores de dos decretos (las últimas versiones de 25 y 26 de septiembre de 2003), para el grado y para el postgrado. Según estos borradores, el título de grado tendrá de 3 a 4 años de duración y el Master de 1 a 2 años.

La Red Temática Europea de Física, conocida como EUPEN, participó en el informe Tuning. El informe final sobre el Proyecto Piloto-Fase 1, ver <http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/index.htm>, se ha traducido al español y ha sido publicado por la Universidad de Deusto en 2003. En la Pág. 191 encontramos la contribución del Grupo de Área Temática de Física, que se adjunta en un Anexo. No pretendemos resumir este trabajo aquí y remitimos al lector a la fuente mencionada. En cualquier caso el representante español para el área de Física en el Tuning, Fernando Cornet, es el coordinador del grupo encargado de elaborar el libro blanco para la ANECA.

Como vamos a utilizar en lo que sigue el crédito europeo ECTS, conviene recordar aquí lo que significa. El ECTS (European Credit Transfer System) es un sistema de créditos que surge de forma natural de los programas de intercambio Socrates y Erasmus, como unidad de medida del tiempo que requiere el estudio de asignatura. Este sistema es la propuesta europea para un crédito europeo común. Es importante resaltar que el ECTS mide la carga real de trabajo del estudiante, no sólo las horas de clase, como ocurre con los actuales créditos españoles o griegos, sino también las horas de estudio, de elaborar trabajos e informes, de exámenes, etc. Un ECTS supone de 25 a 30 de trabajo del estudiante.

Para referirnos a la estructura de dos ciclos utilizaremos la forma inglesa Bachelor/Master, aunque en diferentes países se utilicen denominaciones alternativas, a modo de ejemplo Licence /Master en Francia y Laurea/Laurea Specialistica en Italia.

A continuación, describiremos de forma resumida la situación en Alemania, Francia, Italia, Reino Unido, Austria, Bélgica, Francia, Dinamarca, Finlandia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido y Suecia y por último indicaremos algunas conclusiones.

Alemania

El sistema alemán contempla la introducción de itinerarios tipo Bachelor/Master desde el año 2000. El sistema tradicional Diplom/Magister está muy arraigado, pero se critica que no permite la homologación de estudios en otros países de manera directa y que no permite la obtención de un título hasta haber superado 5 años. Muchas universidades han introducido ya el binomio Bachelor/Master, coexistiendo con el Diplom en unos casos y reemplazándolo en otros.

Existe un informe nacional elaborado conjuntamente por la HRK (HochschulRektorKonferenz, Conferencia de Rectores), la KMK (KulturMinisterKonferenz, Conferencia de Ministros de Cultura) y el BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung, Ministerio de Educación e Investigación), presentado en el encuentro Bolonia-Berlín 2003 en <http://www.Bolonia-berlin2003.de>. Según ese texto, las universidades que tienen implantado actualmente el sistema ECTS pueden encontrarse en www.hochschulkompass.de, en alemán, y en <http://www.higher-education-compass.de/>, en inglés. Debemos aclarar que en Alemania se distinguen dos tipos de instituciones de Educación Superior, las

Universidades (Hochschulen) tradicionales y los Centros de Ciencias Aplicadas (Fachhochschulen). La referencia con las Universidades españolas corresponde a las Hochschulen, en las que el Diplom es equivalente al Master.

A fecha de 24 de noviembre de 2003 encontramos 21 programas de Bachelor (Baccalaureate) en áreas relacionadas con la Física, 3 de ellos son en los Centros de Ciencias Aplicadas y otros 18 en Universidades. Debemos subrayar que en todos ellos la titulación es de 3 años. Existen 79 programas de Diplom (programa tradicional alemán de 5 años) en Universidades, y 19 en Universidades de Ciencias Aplicadas, relacionados con la Física, muchos de ellos en centros en los que coexisten con Bachelor de Física. Para el Master encontramos 18 programas vinculados a la Física, 15 de 4 semestres y 3 de 3 semestres. Además existen instituciones en las que el Bachelor/Master sustituye al Diploma como son la Technische Universitaet Darmstadt (<http://www.physik.tu-darmstadt.de/dekanat/BScMSc-Poster.html>) con un Bachelor activo ya este año 2003 y un Master en Física que comienza el próximo curso 2004-05. También en la Freie Universitaet Berlin (<http://www.physik.fu-berlin.de/~fsi/>) se tendrá un Bachelor/Master en Física a partir de 2005, sustituyendo al Diplom. En la Tabla 1 se compara la situación hasta hoy en programas vinculados al área de Ciencias Experimentales y en particular con Biología, Física, Matemática (no incluimos Matemáticas Financieras) y Química.

ALEMANIA	Diplom	Bachelor		Master	
		3 años	3,5 años	1-1,5 años	2 años
Biología	60	27	2	2	17
Física	79	21	1	3	15
Matemática	80	20	0	2	19
Química	70	30	0	5	20
Total	289	98	3	12	71
		101		83	

Tabla 1

Destacamos que existen programas de Master en las Universidades de Gotinga y Heidelberg. En la Universidad de Heidelberg encontramos el siguiente documento "Leitlinien zu Bachelor und Master", ver <http://www.uni-heidelberg.de/stud/fsk/referate/hopoko/BaMaGesetz.html>, en donde se dan las líneas maestras para los Bachelor y Master. En particular, la duración del Bachelor es de 3 años, y la del Master es de 2 años. En la Universidad de Gotinga, <http://www.uni-goettingen.de/docs/feb1087b313865d13160b10982cbf0ab.pdf>, sucede algo similar.

Vemos que en Ciencias actualmente, por cada programa Bachelor, se ofertan 3 programas de Diploma. También observamos que el 97 por ciento de los títulos de Bachelor son de tres años y no existen Bachelor de 4 años de duración, aunque la Conferencia de Rectores lo permita. En concreto

el Decálogo (10 Thesen zur Bachelor- und Masterstruktur) de la Conferencia de Rectores del 12 de junio de 2003, que en su punto número 6 establece "El tiempo de estudio reglado supone un mínimo de 3 y un máximo de 4 años para los estudios de Bachelor y un mínimo de 1 y un máximo de 2 años para los estudios de Master, con un máximo total de 5 años". Un problema que no hemos discutido es la acreditación de estos programas, a este respecto ver <http://www.accreditation-council.de/>

El reparto de créditos entre asignaturas es diverso. Se suele distinguir entre Física Experimental (que es la Física explicada a partir de las leyes experimentales, y no debe confundirse con prácticas de laboratorio), y Física Teórica (con un enfoque más axiomático). Las prácticas de laboratorio van desglosadas aparte de las asignaturas. El número de créditos ECTS en las asignaturas de matemáticas suele ser alto, mientras que en Informática, Química, optativas e idiomas es variado y bajo en general. A continuación resumimos los contenidos de los estudios de Física en tres Universidades alemanas.

Distribución de Contenidos (ECTS)	Bielefeld Semestres						Universidad Técnica de Munich Semestres						Hannover Semestres						
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	1º	2º	3º	4º	5º	6º	1º	2º	3º	4º	5º	6º	
ALEMANIA																			
Matemáticas	9	9					18	9	9						50				10
Informática							3												
Física	21	21	26	19	9		9	18	18	9	21	15	60			30			
Prácticas					6				6	6	5	5							
Optativas/otros				9	9				2	2	8		10+10 prácticas						
			18 ampliaciones																
Química										7									
Idioma							2	2											
Proyecto						8+16						6						10	

Tabla 2

Francia

El sistema francés clásico tiene dos particularidades que la separan de los otros sistemas de educación superior europeos: el hecho de que el grado al final de la enseñanza media "Baccalaureat" (bachiller) sea un título universitario y la existencia de las grandes escuelas (Grandes Écoles) además de las universidades.

La participación francesa en el Espacio Europeo de Educación Superior no implica, en principio, grandes dificultades ya que el sistema universitario tenía ya un programa dividido en ciclos. Dicho sistema constaba de: DEUG (Diplôme d'Etudes Universitaires Générales) de 2 años, Licence de 1 año, Maîtrise de 1 año y DEA (Diplôme d'Etudes Approfondies) de 1 año. Así en el documento de armonización europea se dice: "no habrá por lo tanto grandes cambios en nuestro sistema de educación superior. Las necesidades de la armonización europea son totalmente compatibles con el dispositivo legislativo existente. No habrá una ley nueva de enseñanza superior". En cualquier caso, tal como se

describe en los documentos nacionales presentados en la Conferencia de Berlín, en los decretos del 8 de Abril de 2002 (nº 2002-480, nº 2002-481 y nº 2002-482) se establecen las bases para la adaptación al sistema europeo. En particular se indica que los grados en el nuevo sistema serán: "baccalauréat", "licence", "master" (que sustituye a "maitre") y "doctorat", el llamado esquema LMD. Se dice claramente que la nueva "licence" tendrá 180 créditos ECTS (3 años, incluyendo por tanto las antiguas DEUG y "licence") y que serán necesarios un total de 300 créditos para obtener el master. Este segundo ciclo de 2 años incluiría entonces las antiguas "maîtrise" y DEA. En el master de 120 créditos distinguen en uno orientado a salidas profesionales y otro a investigación. El sistema adoptado es por lo tanto el de 3 + 2. Los decretos anteriores establecen también la aplicación del sistema de crédito europeo (ECTS) e indican que las unidades de enseñanza se deben agrupar en semestres. Una Disposición del 23 de Abril de 2002 establece que puedan existir diplomas a nivel intermedio, por ejemplo el DEUG de dos años y 120 créditos, o el DUT (Diplôme Universitaire de Technologie) y el DEUST (Diplôme d'Etudes Universitaires Scientifique et Techniques). En los documentos nacionales también se recoge que los estudios de 5 años tal como los DEA, DESS o los MA de las Grandes Ecoles se deben adaptar al nuevo sistema de Master.

Se afirma en el documento nacional que ahora son las Universidades y las Instituciones de Educación Superior, en especial aquellas con contratos con el Ministerio de Educación, las encargadas de redefinir y reorganizar su oferta educativa en base al nuevo esquema Bachelor/Master. Las propuestas presentadas por estas instituciones serán examinadas y nuevas acreditaciones serán otorgadas de acuerdo con criterios hechos públicos por el Ministerio. Vinculadas a diferentes oleadas de contratos, ya definidos en Francia por regiones geográficas, la reforma debe estar completada en Francia alrededor del año académico 2005-06. Por último, es interesante observar que en la página <http://www.edufrance.fr> podemos encontrar un catálogo de los programas franceses de estudios superiores, y sólo aparecen planes con la nueva estructura.

En la Tabla 3 comparamos los contenidos en los estudios de Física en las Universidades de Lyon y Burdeos.

Distribución de contenidos (ECTS)	Lyon Años			Burdeos Años		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º
FRANCIA	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Matemáticas	12	12		14	15	12
Informática - Cálculo numérico		6	9	7		
Física (Teoría y prácticas)	18	27	30	22	21	6
Física de la Materia - Fis. Nuclear			12			
Química	12			4		
Optativas	6	3	6	6	6	42
Otras (idiomas, proyecto)	12	12	3	7	18	
	60	60	60	60	60	60

Tabla 3

Italia

En Decretos del 4 de agosto de 2000 y 28 de noviembre de 2000 el gobierno italiano introdujo la nueva estructura de los dos ciclos del Espacio Europeo de Educación Superior en Italia, a saber la Laurea (Bachelor) y la Laurea Specialistica, ver http://www.miur.it/0002Univer/0021Offert/index_cf2.htm. Dichos estudios han quedado en un primer ciclo, o grado, de 3 años ("Laurea") más un segundo ciclo, o master, de 2 años ("Laurea Specialistica"). En lo referente a los estudios de Físicas, se ha aprobado una Laurea en Ciencia y Tecnología Física que se imparte en un total de 34 universidades italianas (existe otra Laurea relacionada en Ciencias de la Tierra).

Entre los objetivos de la Laurea en Física, además de los específicos como proporcionar un conocimiento de los diversos sectores de la Física Clásica y Moderna o instruir en Técnicas de Laboratorio, Matemáticas e Informática, se incluye el aprendizaje de un idioma extranjero y la instrucción en comunicación y gestión de la información. Los objetivos específicos incluyen la adquisición de conocimientos en: Álgebra, Geometría, Cálculo Diferencial e Integral, Física Clásica, Física Teórica, Física Cuántica, Química, Física Moderna, Relatividad, Astrofísica, Física Nuclear y Subnuclear y Estructura de la Materia. Se indica claramente que las actividades en laboratorios incluirán un mínimo de 20 créditos y se hace hincapié en el aprendizaje en métodos experimentales, medidas y tratamiento de datos. El tiempo reservado al estudio personal u otras actividades formativas de tipo individual cubrirán al menos el 60% de las horas totales. Por decreto, en Italia, un crédito europeo tiene 25 horas. Se dan unas directrices generales para los programas de cada universidad, sin fijar exactamente asignaturas troncales pero estableciendo un número mínimo de créditos que han de cubrir diferentes disciplinas. En particular, de los 180 créditos de la Laurea, un mínimo de 113 han de distribuirse como se describe en la Tabla 4:

ITALIA	Créditos mínimos
Matemáticas Informática	18 créditos
Física Experimental y Aplicada Física Teórica y Fundamental Física de la Materia, Nuclear y Subnuclear Astrofísica y Física de la Tierra	50 créditos
Química	6 créditos
Materias interdisciplinarias	12 créditos
Optativas	9 créditos
Prueba final	9 créditos
Lengua extranjera	9 créditos
Otros (más conocimientos lingüísticos, informáticos, etc.)	9 créditos

Tabla 4

Respecto a la Laurea Specialistica (Master) se reconocen oficialmente las siguientes relacionadas con la Física: Física, Ciencia e Ingeniería de Materiales, Ciencias del Universo, Ciencia Geofísica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Energética y Nuclear. (Cada una de ellas lleva asociada un sistema de créditos obligatorios mínimos de forma similar a la Laurea). En el sitio http://sito.cineca.it/murst-daus/corsi_diplomi/ se pueden consultar los diferentes programas de todas las Instituciones de Educación Superior en Italia.

Contamos con los programas detallados de varias universidades (Bologna, Milán, Roma 3, Roma 2, Trieste y Pádua). Aunque los programas de dichas universidades son muy variados, todos se adaptan al esquema general visto anteriormente. En particular todos incluyen cursos de Lengua Extranjera, Química y una gran oferta de laboratorios. En el tercer año suele haber de 1 a 4 asignaturas a elegir entre una oferta de optativas y una prueba final. En algunas universidades (ej. Trieste) existe un curso cero ("curso propedéutico") durante septiembre del primer año.

La oferta de la Laurea Specialistica varía mucho entre universidades. Generalmente el Master en Física suele incluir diferentes "especialidades". En la siguiente Tabla comparamos los contenidos de los estudios en Física de 4 Universidades.

Distribución contenidos (ECTS)	Roma 3 Años			Roma 2 Años			Milán Años			Pádua Años		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
ITALIA	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Matemáticas	18	12		26	9	14	22	14		21	20	
Informática - Cálculo numérico	5	6		4	6		6		7	4		5
Física Experimental - Laboratorios	8	9	12	8	20		10	10		9	15	6
Física Fundamental y Teórica	19	21	6	17	21	26	14	34	7	14	21	12
F. de la Materia - F. Nuclear			14						14			12
Astrofísica - Geofísica			4									
Química		6			7		6					6
Idioma	4			4			2	2		2		
Optativas			30			6			23			15
Otras						4			9			
Prueba Final						5						
TOTAL	54	54	66	59	63	55	60	60	60	50	56	56

Tabla 5

Reino Unido

El Informe Nacional del Reino Unido acerca de la Implementación de la Declaración de Bolonia comienza declarando su buena acogida y acuerdo de principio con dicho Documento. Ello, según enfatiza el informe, se debe a que la Declaración de Bolonia facilita y promociona una colaboración más próxima entre las Instituciones de Educación Superior a través de la Comunidad Europea y aumenta los diversos niveles de movilidad de los profesores y de los estudiantes. El propósito de la Declaración compartido por el informe es desarrollar un sistema de Educación Superior flexible y responsable a través de toda la Comunidad Europea, basado en lo mejor de la larga experiencia conseguida en los diversos países de Europa, permitiendo que florezca la diversidad y reforzando la cooperación en todas las áreas. En otros términos, la Declaración promueve que todos los aspectos de la Educación Superior tengan una verdadera dimensión europea. En el informe se comenta que la estructura en dos ciclos ("undergraduate" y "graduate") constituye, tradicionalmente, una base importante del sistema educativo superior en el Reino Unido. Concretamente, su primer ciclo de tres años (grado de Bachelor) ya existe y es plenamente operativo. En consecuencia, concluyen que no hay necesidad de alterar de forma esencial esa estructura educativa básica previamente existente, ya que es, en un sentido amplio, compatible con la convergencia.

Según puede verse en el informe, son conscientes de que requerirán todavía algunos ajustes finos (por ejemplo, en sus actuales sistemas basados en un total de cuatro y cinco años hasta obtener el grado de Master y en un sistema de créditos más flexible) hasta lograr una sintonización más precisa y una compatibilidad mayor con las estructuras propuestas en la Declaración.

Podemos encontrar los diferentes programas de Educación Superior existentes en el Reino Unido en la página de la University and Colleges Admission Centre, <http://searchucas.co.uk/cs2002/cs.html>. Encontramos 100 programas de Bachelor y 72 de Master en Física. El Bachelor genéricamente tiene 3 años, pero puede tener años adicionales o extra: o bien un curso cero de preparación previa (foundation course), o un año en el extranjero, o bien los llamados sándwich con un año de prácticas e incluso con idiomas o también con experiencia en la industria. Por último, existen los Bachelor extendidos con 4 años reales de estudios en Física. En la Tabla 6 resumimos esta situación para los programas en Ciencias: Física, Biología, Matemáticas y Química.

REINO UNIDO	Bachelor							Master
	3 años	4 años curso cero	4 años extranj.	4 años sándwich	4 años industrial	4 años Extend.	Otros	
Física	65	18	8	5	1	2	1	72
# total de programas de Física: 100								
Biología	74	7	6	6	1	3	1	4
# total de programas de Biología: 99								
Matemáticas	70	10	12	7			3	45
# total de programas de Física: 100								
Química	45	10	7	13	3	2	1	73
# total de programas de Química: 81								

Tabla 6

En Escocia existen 19 programas de Física, de ellos 5 son de Master y 14 de Bachelor. De los programas de Bachelor existen 5 de 3 años y 9 de 4 años. Daremos una descripción abreviada de la estructura de los estudios en la Universidad de Edimburgo. Los estudios tienen tres niveles, con dos formas de empezar alternativas ("Broad Base" y "Fast Track"): la elección entre estas últimas depende de la preparación y conocimientos de los alumnos al llegar a la Universidad. Los niveles son, sucesivamente, los siguientes: a) Introductorio (con duraciones de dos años para el "Broad Base" y de un año para el "Fast Track"). b) Intermedio (un año para todos). c) Avanzado (un año para el Bachelor o dos años para el Master). Para más información, puede verse: <http://www.ph.ed.ac.uk/undergraduate/degrees/structure/>.

Después de haber analizado algunos detalles más significativos de determinados países, podemos hacer un resumen de la situación en cada país:

Alemania: Según el Decálogo de la Conferencia de Rectores de 12 de junio de 2003, el grado de Bachelor tiene asignados de 3 a 4 años de estudio (180-240 ECTS), y el Master de 1 a 2 años (60-120 ECTS) de estudios. El Diplom es una titulación tradicional en Alemania, generalmente de 5 años de duración. No es raro encontrar instituciones de Educación Superior en donde la misma materia se oferta en formato Diploma y con la estructura Bachelor y/o Master. En áreas vinculadas a la Física encontramos 21 programas de Bachelor y 18 de Master, en tanto que existen 79 programas de Diploma. De los 21 programas de Bachelor, en 20 de ellos la extensión de los estudios es de 3 años, y en el otro es de 3 años más un semestre optativo de proyecto, en tanto que los 18 programas de Master son de 2 años. En la Universidad de Heidelberg cualquier programa de Bachelor debe ser de 3 años, y en Gotinga todos los Bachelor son de 3 años.

En el área de ciencias experimentales, del conjunto de titulaciones de Biología, Física, Matemáticas y Química, han convergido ya 100 programas de Bachelor (97 de 3 años, y 3 de 3,5 años) y 83 de Master (71 de 2 años, 11 de 1,5, y 1 de un año).

Austria: El acta 120/2002 de 9 de agosto de 2002 regula lo siguiente: podrán ofertarse grados de Diploma (título tradicional de aproximadamente 5 años de duración), Bachelor (3 años) y Master (2 años). En Ciencias encontramos que de las tres Universidades donde se imparten estudios de Física (y también de Química), Viena, Innsbruck y Graz, no se ha modificado el esquema todavía y se ofertan sólo Diplomas. En Matemáticas, de las 4 universidades que imparten este título, sólo Salzburgo sigue el esquema Bachelor/Master. Sin embargo, en los estudios de Biología 3 de 4 son de Bachelor/Master, en Ciencias de la Tierra 3 de 3 son de Bachelor/Master, y en Ciencias del Medio Ambiente 1 de 1 es Bachelor/Master. Debemos recordar que, en Austria, los Bachelor son de 3 años y los Master de 2 años.

Bélgica: En la Comunidad Flamenca, en abril de 2003 se introducen las reformas necesarias para la convergencia. La reforma comienza en el próximo curso 2004/05 con Bachelors de 3 años y Masters de 1 a 2 años. Las propuestas de las Universidades fueron remitidas en septiembre de 2003 y en estos momentos se están haciendo públicos los títulos de los nuevos programas reformados.

Francia: La estructura de los estudios en Francia es perfectamente adaptable al sistema en dos ciclos. En abril de 2002 aparecieron tres decretos y una disposición regulando el proceso de convergencia.

La estructura Bachelor/Master se articula en la Licence/Master, donde la Licence es de 3 años (180 ECTS) y el Master de 2 años (120 ECTS). Existen Diplomas Nacionales intermedios como el DEUG y la Maîtrise, pero estos no tienen la categoría de grado. Existen contratos con las Universidades para realizar el proceso de convergencia, y el esquema LMD debe estar implantado en toda Francia en el curso académico 2005-06.

Grecia: La convergencia es escasa. No han firmado el documento de Lisboa sobre el Suplemento al Diploma, y actualmente su sistema de créditos está articulado en función de las horas lectivas, y no en ECTS. Tienen una estructura de dos ciclos, un primer nivel de 4 años y un segundo nivel de 2 años. Se afirma que no se piensa cambiar este sistema y que un primer nivel de tres años es inadmisibles, aunque se reconoce que esto generará problemas con la movilidad en Grecia de Bachelors europeos de tres años.

Italia: Ya desde 1999, Italia ha dado pasos decididos en el camino de la convergencia en el Espacio Europeo de Educación Superior. En agosto y noviembre de 2000 sendos decretos fijaron la estructura de 3+2, con grados de Laurea (Bachelor de 180 ECTS) y Laurea Specialistica (Master de 120 ECTS). Todos los demás títulos, como la Laurea quadriennale, por ejemplo, son a extinguir.

Irlanda: Poseen Bachelors de 3 o 4 años.

Países Bajos: Desde septiembre de 2002 la educación universitaria se estructura en títulos de Bachelor de 3 años y Master de 1 a 2 años (en Ciencias son siempre de 2 años).

Dinamarca: Fue uno de los primeros en abrir el camino a la convergencia. Ya desde 1993 en sus decretos nacionales la educación universitaria se estructuraba en un sistema de dos ciclos, un Bachelor de 3 años y un Master de 2 años. La convergencia está completamente implantada en Dinamarca.

Finlandia: La estructura de dos ciclos y el título de Bachelor se introdujo en los años 90. La reforma será obligatoria en agosto de 2005 y, recientemente, el Gobierno ha elaborado los decretos. Los estudios de Física tienen una estructura 3+2.

Noruega: Desde marzo de 2001 el sistema universitario se estructura en un esquema 3+2: Bachelor de 3 años y Master de 2 años.

Suecia: Actualmente tienen diferentes títulos de 3, 4 y 5 años. El sistema ECTS está plenamente implantado y tienen títulos de tres años equivalentes al Bachelor y de 4 años equivalentes al Master. Sin embargo, una estructura más definida en 2 ciclos está siendo elaborada en la actualidad.

Islandia: Tiene una vieja tradición en estudios Bachelor/Master (en Humanidades desde 1942 y en Ciencias desde los años 1990). El sistema adoptado es el 3+2.

Portugal: Como consecuencia de los debates que están teniendo lugar parece que se tiende a adoptar una estructura en dos ciclos de la forma 4+2.

Reino Unido: En los informes del Reino Unido se observa satisfacción con el proceso de convergen-

cia ya que allí el sistema en dos ciclos Bachelor/Master es el tradicional, con un esquema 3+1. Existen 100 programas de Bachelor en Física y encontramos 65 genuinamente de 3 años, otros 34 de 3 años con un año adicional -curso 0, año en el extranjero, año con idiomas, prácticas en empresas- y sólo 2 de 4 años. Por eso afirmamos que los estudios de Física en el Reino Unido, excluyendo Escocia, siguen un esquema en dos ciclos del tipo 3+1.

De esta descripción pormenorizada podemos extraer una serie de conclusiones generales. La primera de ellas es que muchos de los países europeos han dado pasos decididos a favor de la organización de la convergencia, que en muchos casos se ha regulado por decretos o disposiciones ministeriales. El horizonte de convergencia se sitúa en el periodo 2005-2007, para la mayoría de estos países. Sin embargo, quedan algunos países en los que este horizonte parece más lejano.

También hay que destacar un punto: ¿hacia dónde se converge? Desde el punto de vista de España, país pionero en la enseñanza universitaria en los siglos XIII a XV y que ha ido evolucionando continuamente hacia una pérdida de peso específico en este tema, parece que lo más adecuado es, más que una convergencia propiamente dicha, una primera etapa de aproximación al entorno. Es posible y no demasiado traumático acercarnos a la situación del entorno continental. El modelo del Reino Unido queda algo alejado de esa convergencia. Presenta ciertas particularidades que lo alejan del núcleo antes mencionado. El acercamiento entre el modelo continental y el modelo británico presentará sin duda algunas singularidades puesto que el Reino Unido tiene una estructura articulada en dos ciclos y las enseñanzas de menos duración son una tradición en este país.

Aunque la diferente tradición de los países europeos provoca que el nivel alcanzado después de tres años de estudios pueda ser algo dispar de uno a otro (por ejemplo, en algunas universidades alemanas se llega a contemplar un trabajo conectado con empresas o con la iniciación a la investigación después de tres años), los contenidos cubiertos en materias de física, desde la física clásica a la física moderna, son más bien uniformes en todos los países. Esa complementariedad también se aprecia en los trabajos de laboratorio docente. Por contra, el mayor o menor énfasis en la preparación matemática o en métodos computacionales es muy específico de cada universidad, teniendo en cuenta que no hay una troncalidad externamente definida cuando se trata de titulaciones de Física. La característica más sobresaliente en los estudios de los tres primeros años es el énfasis en el conocimiento de los fenómenos físicos que han conducido a la síntesis científica de un cuerpo de conocimiento. La titulación del Bachelor en Física es nueva en la mayor parte de países, salvo en el Reino Unido o la "licence" francesa, por lo que es prematuro querer identificar cuáles son las funciones que este titulado podrá ejercer, mucho más en unos estudios de tanta versatilidad como los de Física. También es prematuro asignar al Bachelor una formación finalista o no. Consultas con algunas universidades parecen indicar que, de momento, se considera el Bachelor de tres años como una titulación "intermedia".

Dentro de la pluralidad de sistemas educativos y opciones de convergencia, a pesar de provenir de estructuras académicas muy distintas (como por ejemplo las de Francia y Alemania), se perciben tendencias uniformes y convergencia en las propuestas para la duración del primer ciclo Grado. De 15 países analizados (ver Tabla 7), 13 optan por un primer ciclo de 3 años y sólo 2 (Grecia y Portugal) lo hacen por el de 4 años. Hay que señalar que los sistemas educativos de los países de gran tradición científica, que representan un porcentaje muy elevado del volumen de estudiantes en Europa, optan por un primer ciclo de 3 años. Nótese que esta uniformidad facilita la movilidad de estudian-

tes dentro de estos países y que, adicionalmente, un segundo ciclo de dos años (Master) permite una buena especialización con complementos de formación muy diversos, aprovechando así las orientaciones específicas de las distintas Universidades hacia las distintas ramas de la Física.

EUROPA	Edad entrada-conclusión (años)			Duración (nº de años)			
	Primaria	Secundaria básica	Secundaria avanzada	Secundaria	Preuniversitaria	Bachelor	Master
España	6-12	12-16	16-18	6	12	¿3 ó 4?	¿2 ó 1?
Alemania	6-10	10-12-16	16-19	8	13	3 ¹	1 ó 2
Austria*	6-10	10-14	14-18	6	12	3	2
Bélgica*	6-12	12-18		6	12	3	1 ó 2
Dinamarca*	7-16		16-19		12	3	2
Francia*	6-11	11-15	15-18	7	12	3	2
Finlandia	7-16		16-19		12	3	
Islandia	6-13	13-16	16-18/20	5 / 7	12/14	3	2
Grecia	6-12	12-15	15-18	6	12	4	2
Irlanda	6-12	12-16	15 / 16-17 / 19	5 / 7	11 / 13	3 ó 4	1
Italia*	6-11	11-14	14-19	8	13	3	2
Noruega*	6-16		16-19		13	3	2
P. Bajos*	5-12	12-18		6	13	3	2
Portugal	6-15	15-17		11		4	2
Suecia	6 / 7-15 / 16		16-19		13 / 12	3	1
Inglaterra Y Gales	5-11	11-16	16-18	7	13	3	1

Tabla 7

Fuente: EURYDICE (Information Network on Education in Europe)

http://www.eurydice.org/Documents/Fiches_nationales/en/frameset_fiches_menu_EN.html

La observación de las primeras columnas de la Tabla 7 indica que el sistema de educación pre-universitario es bastante dispar, y no uniforme, en los distintos países europeos. En algunos casos, como en Alemania, Italia y Noruega, la duración de esos estudios es superior en un año a la española debido a que la conclusión de la enseñanza secundaria y, por tanto, la entrada en la Universidad tiene lugar a los 19 años. En otros países, como el Reino Unido y Países Bajos, la mayor duración de los estudios pre-universitarios se debe al inicio de la escuela primaria a los 5 años. Aún en otros, como los nórdicos Dinamarca y Finlandia, la duración de estudios pre-universitarios es igual a la de España, pero con edades de entrada y de conclusión un año más tarde. A la vista de este panorama, es difícil dar un criterio convergente sobre la formación recibida a la entrada del estudiante en la

¹ La Conferencia de Rectores de Universidades de Alemania del 12 de junio de 2003 fija la duración del Bachelor en 3 o 4 años. Sin embargo de los 21 programas de Bachelor existentes relacionados con la Física todos han optado por 3 años, y de 100 programas de Bachelor en el área de las ciencias experimentales (Biología, Matemáticas, Física y Química) en 97 de ellos la duración es de 3 años, y en los otros 3 se añade un semestre optativo para la realización de un proyecto. Por ello, en la tabla anterior figura que el Bachelor en Alemania es de 3 años.

Universidad, tanto en contenidos como en el nivel de los mismos. Al menos en cuanto a nivel, es probable que esa disparidad también se dé entre estudiantes de un mismo país procedente de distintas instituciones de enseñanza secundaria. Todas esas incertidumbres parecen aconsejar que el primer año de los estudios de Física universitaria tenga como misión, entre otras, la de señalar una referencia para los contenidos y el nivel de inicio de esos estudios.

Un análisis de las distintas Tablas expuestas indica que la duración del Bachelor en Europa es de tres años en casi todos los países, con algunas excepciones. Puesto que posteriormente en este Informe aparecerán los contenidos de dos propuestas para el Grado de Física, una correspondiente a 180 créditos ECTS y otra a 240 créditos ECTS, parece conveniente introducir una reflexión sobre duraciones intermedias. Uno de los problemas que podría desmotivar a algunos estudiantes es la existencia de un itinerario de cuatro años en el que no aparezca ningún título intermedio -con competencias evidentemente reducidas- para aquellos que, por las causas que sean, abandonen los estudios antes de su finalización completa. A este respecto, son remarcables modelos como el francés. La estructura francesa hace que un estudiante, tras dos años superados, obtenga el DEUG, al siguiente año la License y al siguiente la Maîtrise. Así el punto final lo decide el estudiante en función de una serie de parámetros personales y recibe un reconocimiento de todo lo que ha estudiado. Así, si en España se decidiese optar por la opción de cuatro cursos para el Grado, quizás sería recomendable para el proceso de convergencia pensar seriamente en la definición de un título oficial intermedio después de tres años. Ello permitiría una mejor adaptación para la movilidad de los estudiantes a otros países. No vemos serios problemas en mantener dos niveles de titulación en el Grado, mas luego el Posgrado y finalmente el Doctorado.

En cuanto a los contenidos de las materias que conforman el Grado, ya hemos indicado antes que son suficientemente uniformes en los distintos países, aunque no hemos entrado exhaustivamente en su descripción para las diferentes asignaturas en los diferentes países, más allá de lo indicado en las Tablas 2, 3, 4 y 5. Por nuestra experiencia y -sobre todo- por el reconocimiento profesional de los graduados españoles, podemos afirmar que estos contenidos son muy asimilables. En España existe una cierta tendencia, en recesión, hacia el academicismo. Comparados con Europa, los contenidos actuales españoles son, en ocasiones, excesivamente formales y quizá no suficientemente enfocados al carácter fenomenológico y experimental de la Física.

Otro aspecto importante que merece ser considerado en este Informe es la formación del profesorado que imparte las diversas asignaturas del Grado. La procedencia del profesorado en la mayoría de los modelos hacia los que parece debemos converger es mucho más "transversal" que en España. Así, aunque la Física, como toda ciencia, está dividida en una serie de campos, en los primeros cursos universitarios el profesorado en el resto de Europa es bastante permeable de un campo a otro e imparte materias que no son necesariamente de su campo científico. Podemos decir que la especialización de un profesor universitario en Europa viene dada por su actividad de investigación mientras que, en docencia, es algo más polivalente que el profesorado español.

Fuentes consultadas

Este Informe es en parte una adaptación del Informe sobre la Convergencia de los estudios relacionados con la Física en el Espacio Europeo de Educación Superior, de R. F. Álvarez-Estrada, J. M. G. Gómez, J. Gorgas, M. Mañas, J. Santamaría, A. Udías, y R. Weigand, Grupo de Trabajo del Plan de Estudios, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, 1 de diciembre de 2003 (Artículo invitado para la Revista Española de Física).

Otros documentos de especial relevancia para este Informe han sido:

- Tuning Educational Structures in Europe, Programa Sócrates, ISBN 84-7485-892-5, Universidad de Deusto (2003)
- IDEA League Report on Comparison of Study Programmes in Physics, Imperial College London, TU Delft, ETH Zürich, RWTH Aachen (2003)

Todos los datos que hemos recogido en este Informe son el resultado de una amplia búsqueda en los sitios URL de Universidades y organismos oficiales de Educación Superior, así como del contacto directo con profesores de otros países involucrados en el proceso de convergencia europeo. Estimamos que han sido consultadas unas 200 Universidades. Las Universidades cuyos planes de estudio en Física hemos analizado en mayor profundidad, ya por su importancia ya porque facilitan más detalles, son las siguientes:

Alemania: Bielefeld, Bochum, Darmstadt, Hannover, Leipzig, Universidad Técnica de Munich, Paderborn, Stuttgart, Berlin, Mainz.

Francia: École Normale Supérieure, Lyon, Burdeos, Paris 6, Paris 7, Paris 11, Paris 13, Toulouse, Marsella, Estrasburgo, Saint-Etienne.

Italia: Bolonia, Milán, Roma 3, Roma 2, Trieste, Pádua.

Irlanda: Dublin City University, Dublin Institute of Technology, University College Dublin.

Países Bajos: Ámsterdam, Twente, Utrecht.

Reino Unido: University College London, Oxford, Cambridge, Imperial College London, Nottingham, Birmingham, King College London, Leeds, Bath, Durham, Manchester (UMIST), Edimburgo.

Dinamarca: Copenhague, Aarhus, Odense.

Finlandia: Turku.

Noruega: Oslo, Bergen.

Suecia: Göteborg (Chalmers), Upsala, Umea, Linköping.

Islandia: Universidad de Islandia.

Portugal: Oporto, Lisboa.

2.

MODELO DE ESTUDIOS EUROPEOS SELECCIONADO

2. Modelo de Estudios Europeos Seleccionado

Modelo de estudios europeos seleccionado y beneficios directos que aportará a los objetivos del título la armonización que se propone

Las diferencias que se observan entre los modelos de diferentes países (e incluso diferentes universidades en el mismo país) son importantes. Ello es debido a que al construir los planes de estudio la tradición nacional y de cada universidad ha pesado de forma importante, lo que no es problema para la convergencia Europea, tal como se señala en el informe del proyecto TUNING. Por lo tanto, se ha decidido no escoger un modelo a trasladar a España, si no trabajar con los datos recogidos en el anterior punto y adaptar los planes de estudio teniendo en cuenta las características de la Universidad Española.

3.

ESTUDIO SOBRE LA
TITULACIÓN DE
FÍSICA EN LAS
UNIVERSIDADES
ESPAÑOLAS

3. Estudio sobre la Titulación de Física en las Universidades Españolas

En éste punto hemos decidido realizar un estudio un poco más amplio del solicitado añadiendo algo más de información que consideramos interesante, además de la solicitada. El estudio lo hemos dividido en los siguientes puntos:

1. Número de alumnos por curso académico
2. Número de alumnos por especialidad
3. Número de alumnos que pasan a otra titulación de segundo ciclo
4. Otros datos de interés
5. Planes de estudio actuales

Encontrándose los datos referidos al número de plazas ofertadas por cada universidad y a la demanda en primera opción dentro del primer punto.

El estudio se ha realizado recabando información a todas las facultades a través de los miembros del grupo. No se ha podido conseguir datos de tres universidades: Autónoma de Barcelona, Murcia y Santiago de Compostela por lo que los resultados que presentamos no serán exactos en cuanto a números absolutos, aunque el número de universidades de las que disponemos de datos es suficientemente amplio para que las tendencias que se observan sean fiables.

Un problema que hemos encontrado en la realización de este estudio es la falta de una recopilación de información sistemática en todas las universidades, en especial en los cursos anteriores a 1998/99. Afortunadamente, en los últimos años los datos aportados por las universidades son más completos,

aunque todavía se observan carencias. En cualquier caso sería importante que un organismo que agrupe a todas las facultades, tal como la recién creada Conferencia de Decanos de Física, se encargue de realizar de forma sistemática y anual un estudio sobre la situación de los estudios de Física en España recogiendo la misma información de todas las facultades.

1. NÚMERO DE ALUMNOS POR CURSO ACADÉMICO

1.1. Número total de alumnos en primer y segundo ciclo

En la siguiente tabla se recogen los datos ofrecidos por las Universidades en relación al número total de alumnos matriculados en la titulación de Física, tanto en primer como en segundo ciclo.

Hay que señalar que los datos aportados por algunas Universidades han sido incompletos. Hasta el curso 1998/99 no se dispone de información referida al número de alumnos de las Universidades de Zaragoza, Oviedo y País Vasco y hasta el curso 1999/00 no se pueden incluir datos de la Universidad de La Laguna. Además las Universidades de Barcelona, Sevilla y Córdoba no disponen de la información en relación al número de alumnos del presente curso académico 2003/04.

Por todo ello sólo se puede conocer el número total de alumnos matriculados en Física en todas las Universidades españolas en el período que va del curso 1999/00 al 2002/03 y es únicamente en esos años en los que se incluyen entradas en la tabla expresando la variación porcentual con respecto al curso anterior y con respecto al primer año en el que tenemos información completa.

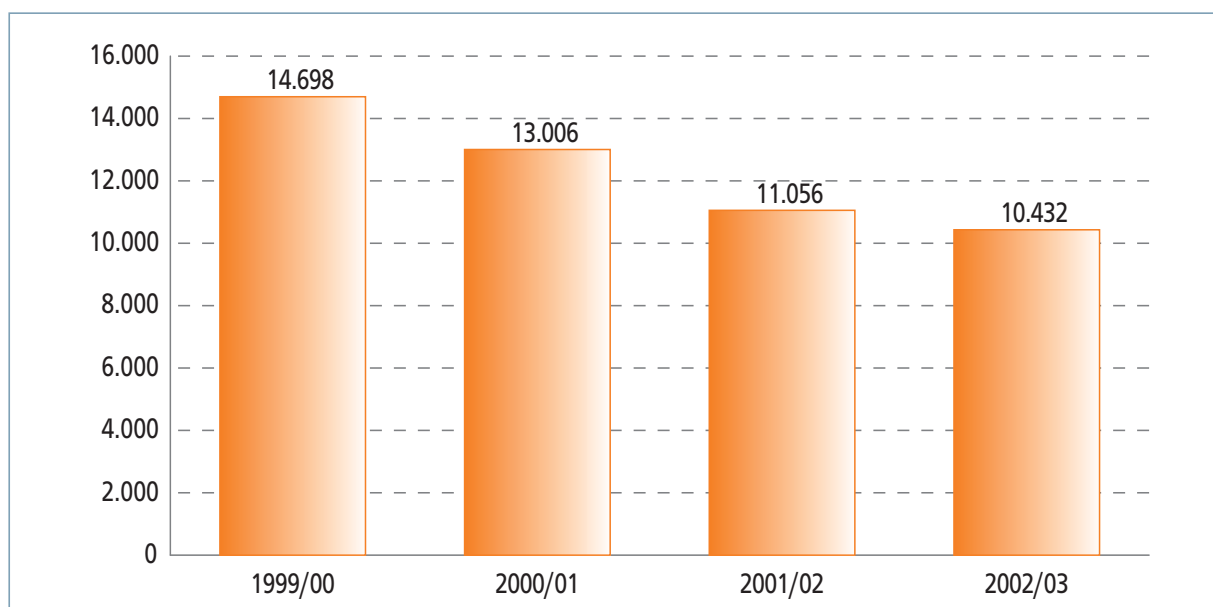
Curso	Número total de alumnos	Variación respecto al curso anterior (%)	Variación respecto al curso 99/00 (%)
1995/96	15.111 ¹		
1996/97	15.240		
1997/98	14.361		
1998/99	15.735 ²		
1999/00	14.698 ³		
2000/01	13.006	-11,51	-11,51
2001/02	11.056	-14,99	-24,78
2002/03	10.432	-5,64	-29,02
2003/04	8.016 ⁴		

¹Faltan datos de las Universidades de Zaragoza, La Laguna, Oviedo y País Vasco.

²Se incluyen los datos de alumnos de Zaragoza, Oviedo y País Vasco.

³A partir de este curso se dispone de datos de todas las Universidades.

⁴Faltan los datos correspondientes a Barcelona, Sevilla y Córdoba.



Evolución del número total de alumnos

1.2. Número de plazas ofertadas para nuevo ingreso

En la tabla siguiente se muestran los datos ofrecidos por las Universidades en relación a las plazas de nuevo ingreso ofertadas. No se ha podido hacer un estudio porcentual por dos motivos: no se dispone de datos de todas las Universidades y a partir de ciertos cursos algunas Universidades no ofrecieron límite en el número de plazas ofertadas. En los casos en que una universidad ofrece un número ilimitado de plazas, no se suma ningún valor al número de plazas ofertadas, por lo que la disminución que se observa a lo largo de los años es muy poco indicativa.

Curso	Número de plazas de nuevo ingreso	Universidades que a partir de ese curso no ofrecen límite de plazas
1995/96	1.706 ⁵	
1996/97	1.396	
1997/98	1.981 ⁶	
1998/99	3.165 ⁷	
1999/00	2.669	Valladolid / Oviedo / Cantabria
2000/01	2.386 ⁸	
2001/02	2.278 ⁹	
2002/03	1.518	Illes Balears / Zaragoza / Granada
2003/04	1.243 ¹⁰	País Vasco

⁵ No se dispone de los datos correspondientes a las Universidades de La Laguna, Autónoma de Madrid, Salamanca, Vigo, Sevilla, València, Illes Balears, Zaragoza y País Vasco.

⁶ Se añaden los datos de Vigo, València e Illes Balears.

⁷ Se añaden Sevilla, Autónoma de Madrid, Zaragoza y País Vasco.

⁸ En este caso falta, además de La Laguna y Salamanca, Vigo.

⁹ De nuevo se añade Vigo.

¹⁰ Falta, además de La Laguna y Salamanca, Sevilla.

1.3. Número de alumnos de nuevo ingreso

En la siguiente tabla se muestra el número de alumnos de nuevo ingreso en la titulación de Física en cada curso académico. Sólo a partir del curso 1999/00 y hasta el curso 2002/03 se dispone de datos completos referidos a alumnos de nuevo ingreso en todas las Universidades y es para ese intervalo de tiempo para el cual se hace un estudio de la variación porcentual.

Curso	Número de alumnos de nuevo ingreso	Variación respecto al curso anterior (%)	Variación respecto al curso 99/00 (%)
1995/96	3.060 ¹¹		
1996/97	3.057 ¹²		
1997/98	2.722		
1998/99	2.963 ¹³		
1999/00	2.632 ¹⁴		
2000/01	2.044	-22,34	-22,34
2001/02	1.849	-9,54	-29,75
2002/03	1.682	-9,03	-36,09
2003/04	1.675 ¹⁵		

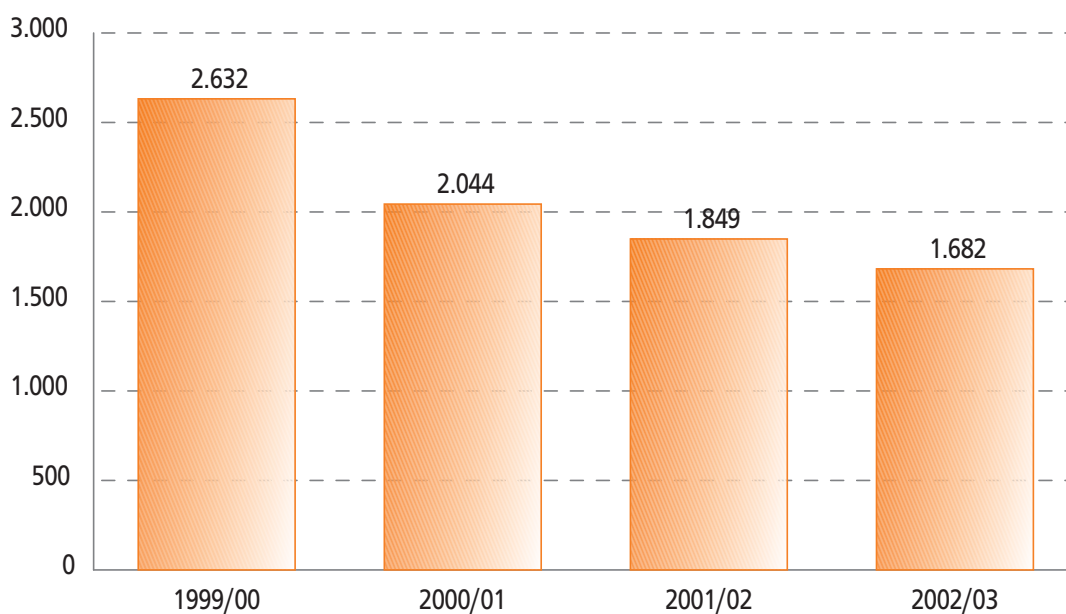
¹¹Faltan datos de La Laguna, Autónoma de Madrid, València, Zaragoza y País Vasco.

¹²Se añaden datos de la Universidad de València.

¹³Se añaden datos de la Autónoma de Madrid y Zaragoza.

¹⁴Se añaden datos de La Laguna y País Vasco. Curso con información de todas las Universidades.

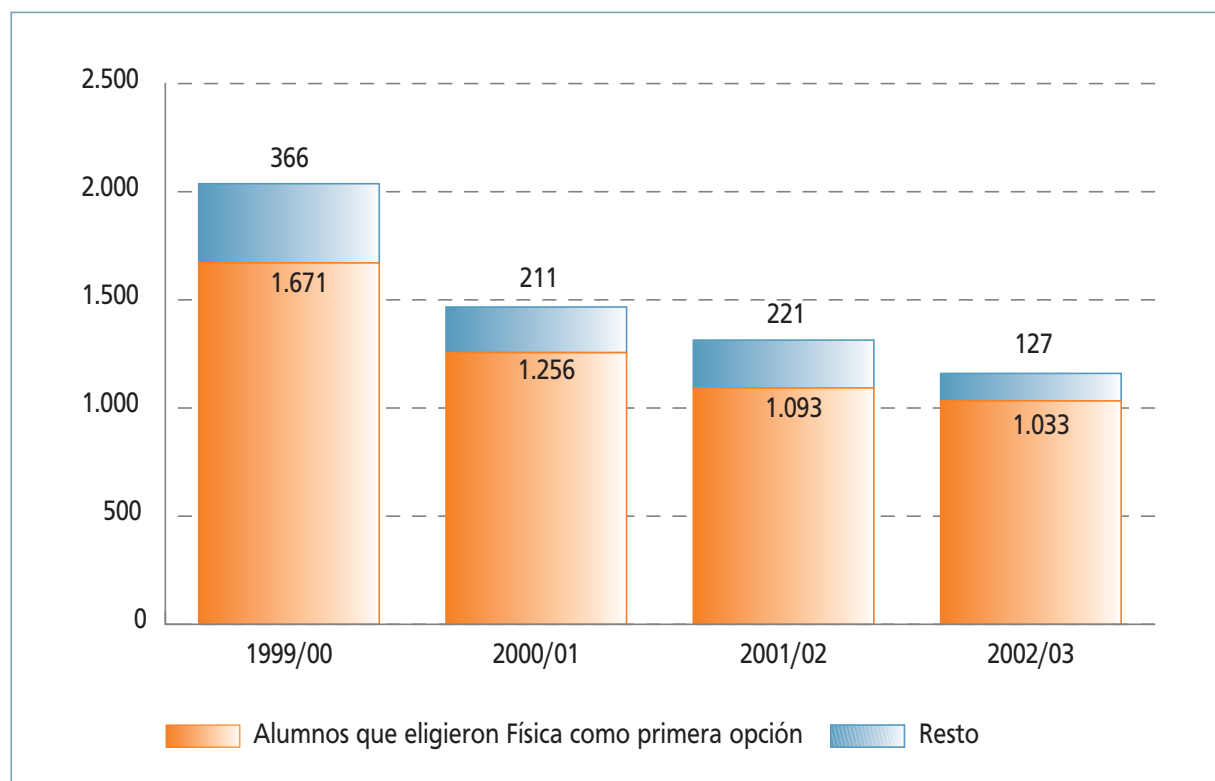
¹⁵Faltan datos de la Universidad de Sevilla.



Evolución del número de alumnos de nuevo ingreso

A continuación se incluye una tabla con información acerca de los alumnos de nuevo ingreso que habían escogido Física como primera opción. Los datos presentados son los aportados por trece Universidades: Barcelona, Autónoma de Madrid, Extremadura, València, Sevilla, Illes Balears, Zaragoza, Valladolid, Córdoba, Oviedo, UNED, Granada y Cantabria. Con la finalidad de conocer el porcentaje de alumnos de nuevo ingreso que había escogido Física como primera opción, se ha añadido a la tabla una columna con el número total de alumnos de Física de nuevo ingreso en las trece Universidades antes mencionadas.

Curso	Número de alumnos de nuevo ingreso	Número de alumnos con Física como 1ª opción	Porcentaje de alumnos con Física como 1ª opción
1999/00	2.037	1.671	82,03
2000/01	1.467	1.256	85,62
2001/02	1.314	1.093	83,18
2002/03	1.160	1.033	89,05

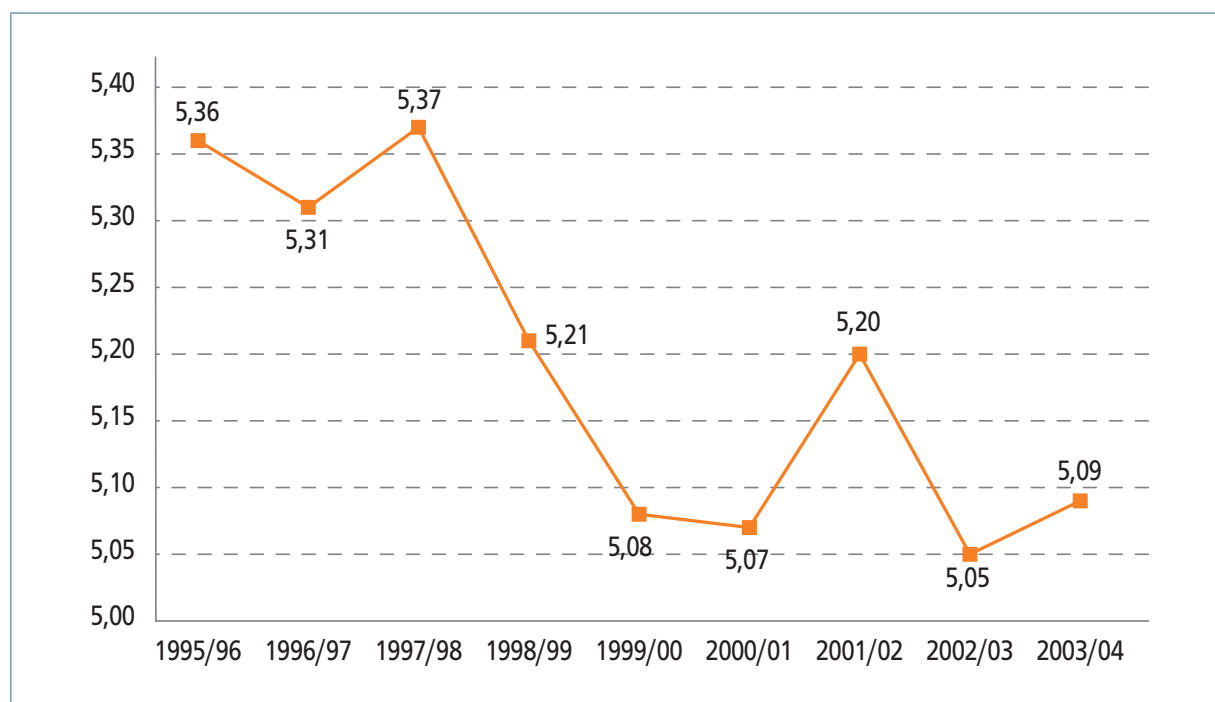


Evolución del número de alumnos de nuevo ingreso y de los alumnos que eligieron Física como primera opción

1.4. Nota mínima de ingreso

Las notas que se indican para cada uno de los cursos son la media de los datos disponibles en cada caso. Para interpretar este dato hay que recordar que hay muchas universidades que ofrecen un número ilimitado de plazas, por lo que la nota mínima en esas universidades es de 5,00.

Curso	Nota
1995/96	5,28
1996/97	5,24
1997/98	5,29
1998/99	5,17
1999/00	5,07
2000/01	5,07
2001/02	5,16
2002/03	5,05
2003/04	5,08



Evolución nota mínima

1.5. Número de estudiantes de tercer ciclo

Al igual que en apartados anteriores, no todas las universidades facilitaron los datos referidos al número de alumnos de tercer ciclo, y dentro de las que sí los aportaron, hay algunos cursos de los que no se dispone de información. Por esa razón, los valores porcentuales calculados son muy pocos. Hay que tener en cuenta en este punto que la organización de los estudios de tercer ciclo es bastan-

te diferente en las distintas universidades, de forma que en muchos casos no dependen de la facultad directamente, lo que hace más difícil la recogida sistemática de esta información. En cuanto a la gráfica, se representa la correspondiente al periodo de tiempo más amplio posible y referido al mayor número posible de Universidades; concretamente el periodo es el comprendido entre 1999 y el 2003 y comprende a todas las Universidades menos a Salamanca, UNED y País Vasco.

Curso	Número de estudiantes de tercer ciclo	Variación respecto al curso anterior (%)	Variación respecto al curso 99/00 (%)
1995/96	380 ¹⁶		
1996/97	479 ¹⁷		
1997/98	477		
1998/99	729 ¹⁸		
1999/00	831 ¹⁹		
2000/01	869	+4,57	+4,57
2001/02	915	+5,29	+10,11
2002/03	767	-16,17	-7,70
2003/04	755 ²⁰		

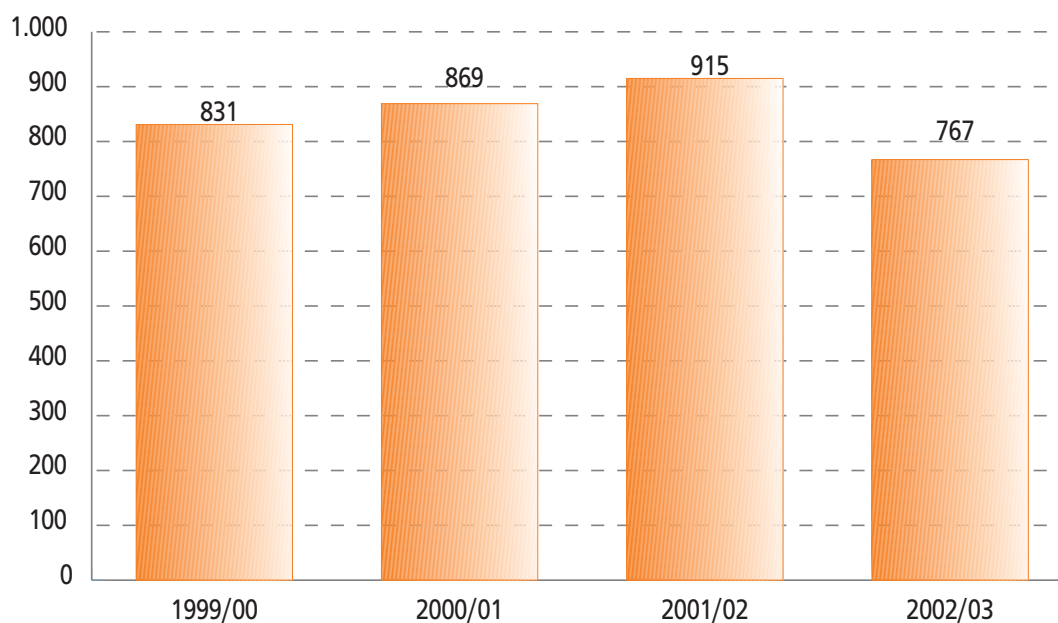
¹⁶Faltan los datos de Salamanca, UNED, País Vasco y además La Laguna, Autónoma de Madrid, Sevilla, València y Zaragoza.

¹⁷Se añade València.

¹⁸Se incorporan Sevilla, Autónoma de Madrid y Zaragoza.

¹⁹Se añade La Laguna.

²⁰Además de Salamanca, UNED y País Vasco faltan datos de Barcelona, Vigo, Illes Balears y Granada



Evolución del número de estudiantes de tercer ciclo

1.6. Número de estudiantes que acabaron la licenciatura

De nuevo la información facilitada por las Universidades en relación al número de estudiantes por curso que han finalizado sus estudios es incompleta. El periodo más amplio del que se tiene información de todas las Universidades es el que abarca de 1998 a 2003 por tanto a él referiremos la gráfica y los estudios porcentuales.

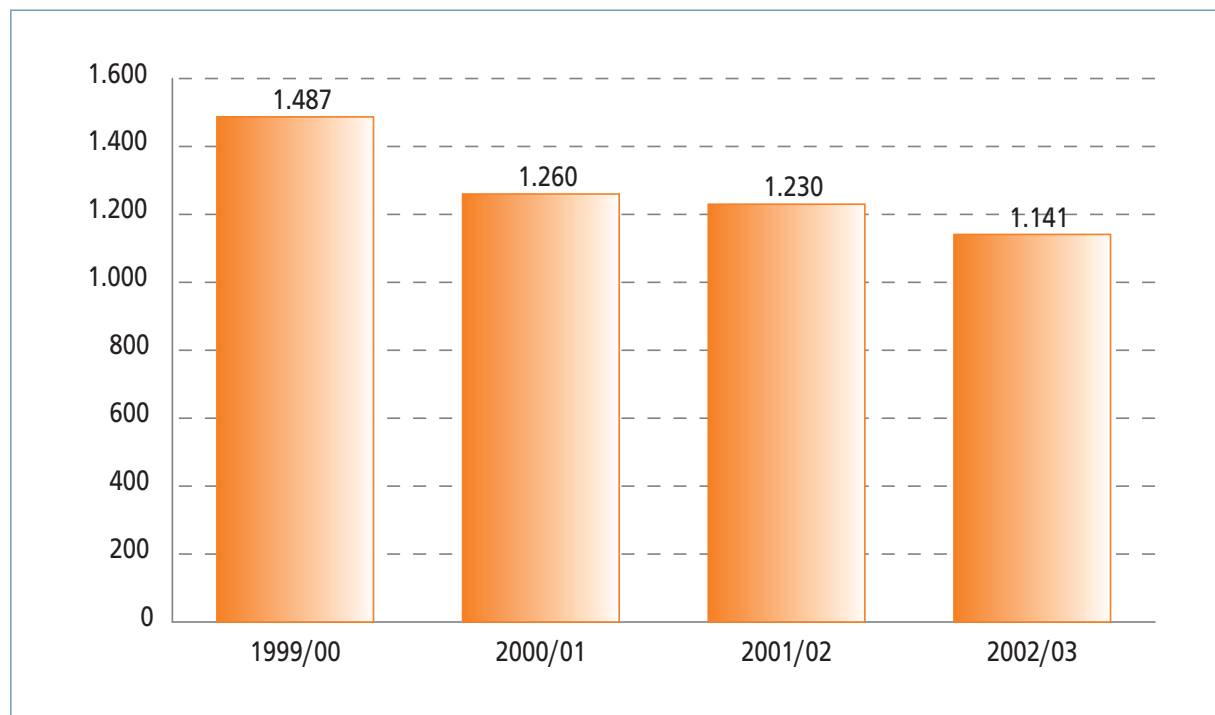
Curso	Número de estudiantes que acabaron la licenciatura	Variación respecto al año anterior (%)	Variación respecto al curso 99/00 (%)
1995/96	811 ²¹		
1996/97	966 ²²		
1997/98	1.245 ²³		
1998/99	1.420		
1999/00	1.487 ²⁴		
2000/01	1.260	-15,27	-15,27
2001/02	1.230	-2,38	-17,28
2002/03	1.141	-7,24	-23,27

²¹Faltan Barcelona, Autónoma de Madrid, La Laguna, Zaragoza, Córdoba y País Vasco.

²²Se añade País Vasco.

²³Se añade Barcelona.

²⁴Corresponde a todas las universidades.



Evolución de los estudiantes que terminan la licenciatura

En resumen, podemos observar que se produjo una importante caída en el número total de alumnos que estudian una titulación de Física en los cursos 2000/01 y 2001/02. Esta caída se observa también, de forma especial en el curso 2000/01, en el número de alumnos de nuevo ingreso. Una nota optimista la marca el hecho de que en el curso 2003/04 la disminución en el número de alumnos de nuevo ingreso parece haberse frenado (nótese que aunque la entrada en la tabla para el curso 2003/04 es 1.675 alumnos de nuevo ingreso frente a los 1.682 del curso 2002/03, en el primer número no están incluidos los alumnos de nueva entrada en la Universidad de Sevilla, que no disponía del dato en el momento de realizar el estudio). La disminución de alumnos de nuevo ingreso en Física es un fenómeno que se ha observado tanto a nivel europeo como en los Estados Unidos. En este país la tendencia se ha frenado claramente en los tres últimos años y parece que se apunta un repunte en el número de alumnos que empiezan sus estudios de Física. En España la disminución de nuevos alumnos ha venido agravada por la creación en muchas universidades durante los últimos años de nuevas titulaciones que compiten por el mismo perfil de alumno con la de Física.

2. NÚMERO DE ALUMNOS POR ESPECIALIDAD

De las universidades involucradas en este estudio, tan sólo ocho manifestaron tener especialidades: Autónoma de Madrid, Sevilla, Vigo, Oviedo, UNED, Granada, País Vasco y Cantabria.

En la Autónoma de Madrid, Sevilla, Granada y Cantabria se trata de especialidades enmarcadas dentro del plan antiguo, mientras que en el caso de Vigo se trata de especialidades en vigor (desde el presente curso académico 2003/04, Vigo cuenta con una nueva especialidad: Física Aplicada). En el caso de la UNED se trata de especialidades enmarcadas en el plan antiguo que aún continúa en vigor pues no se ha llegado a implantar el plan nuevo. Las Universidades de Oviedo y País Vasco no han especificado si dichas especialidades se enmarcan dentro del plan antiguo o del plan nuevo de la titulación.

El hecho de tratarse de especialidades enmarcadas en planes de estudio distintos, y también la particularidad de que dentro del plan nuevo unas Universidades presenten especialidades y otras no, impide un estudio general del número de alumnos en cada especialidad y nos obliga a presentar la información referida a este epígrafe de manera individual para cada Universidad. Además las drásticas reducciones que se observan en el número total de estudiantes en las especialidades se corresponden con la desaparición del antiguo plan de estudios, por lo que sólo quedan matriculados en esas especialidades alumnos repetidores. Finalmente, hay que comentar que la desaparición de la especialidad de electrónica en la Universidad de Granada 1998/99 se debe a la creación de una nueva titulación de Ingeniero Electrónico que absorbió a la antigua especialidad.

AUTÓNOMA DE MADRID	APLICADA	TEÓRICA	ÓPTICA Y ESTRUCTURA DE LA MATERIA	MATERIA CONDENSADA
1998/99	180	100	60	60
1999/00	180	100	60	60
2000/01	180	100	60	60
2001/02	135	75	45	45
2002/03	135	75	45	45
2003/04	135	75	45	45

SEVILLA	ELECTRÓNICA	FUNDAMENTAL
1995/96	197	114
1996/97	198	131
1997/98	205	155
1998/99	217	163
1999/00	226	171
2000/01	234	171
2001/02		
2002/03	103	85
2003/04	48	42

GRANADA	FUNDAMENTAL	TEÓRICA	ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA
1995/96	196	66	36
1996/97	257	72	29
1997/98	230	48	13
1998/99	264	42	
1999/00	255	49	
2000/01	139	29	
2001/02	131	27	
2002/03	60	16	
2003/04	7	1	

CANTABRIA	ELECTRÓNICA	FUNDAMENTAL
1995/96	55	42
1996/97	37	19
1997/98	32	14
1998/99	22	15
1999/00	33	8

VIGO	ATMÓSFERA Y MEDIO AMBIENTE	GENÉRICA ²⁵
1998/99	25	9
1999/00	56	28
2000/01	53	20
2001/02	51	32
2002/03	31	55
2003/04	23	46

²⁵ Así se denomina a la especialidad obtenida por los alumnos de Física de la Universidad de Vigo que no hayan cursado todas las asignaturas obligatorias de la especialidad de Atmósfera y Medio Ambiente.

OVIEDO	MATERIALES	FUNDAMENTAL	SIN ESPECIALIDAD
1995/96	20	16	8
1996/97	20	16	9
1997/98	25	7	17
1998/99	10	2	8
1999/00			
2000/01	18	7	3
2001/02			
2002/03	18	11	s/d
2003/04	14	16	s/d

UNED	FÍSICA GENERAL	FÍSICA INDUSTRIAL (AUTOMÁTICA)
1995/96	32	133
1996/97	43	105
1997/98	33	108
1998/99	25	140
1999/00	38	116
2000/01	40	108
2001/02	30	85
2002/03	21	78

PAÍS VASCO	ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA	FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO
1998/99	140	62
1999/00	81	27
2000/01	11	25

3. NÚMERO DE ALUMNOS QUE PASAN A OTRA TITULACIÓN DE SEGUNDO CICLO

Completado el primer ciclo de la licenciatura en Física es posible acceder, bien directamente, bien mediante pasarelas, a diversas titulaciones de segundo ciclo. En la siguiente tabla se recogen las titulaciones de segundo ciclo ofertadas en cada universidad a las que se puede acceder desde el primer ciclo de Física.

	ING. ELECTRÓNICA	CIENCIAS DEL MAR	HUMANIDADES	ING. MATERIALES	ING. TÉCNICO INDUSTRIAL
4 BARCELONA	X				
AUTÓNOMA MADRID					
EXTREMADURA					
LA LAGUNA	X				
SALAMANCA					
VIGO		X			X
SEVILLA	X				
VALÈNCIA	X				
VALLADOLID	X				
ILLES BALEARS					
ZARAGOZA					
CÓRDOBA			X		
OVIEDO					
COMPLUTENSE MADRID	X			X	
UNED					
GRANADA	X				
PAÍS VASCO	X				
CANTABRIA					

A continuación mostramos el número total de alumnos de Física que accedieron a cada una de estas titulaciones de segundo ciclo y mostramos también, cuando los datos lo permiten, la evolución de dicho número lo largo de los cursos.

INGENIERÍA ELECTRÓNICA ²⁶	Número de estudiantes	Variación respecto al curso anterior (%)	Variación respecto al curso 98/99 (%)
1995/96	63 ²⁷		
1996/97	59		
1997/98	87		
1998/99	130 ²⁸		
1999/00	247	+90,00	+90,00
2000/01	179	-27,53	+37,69
2001/02	157	-12,29	+20,77
2002/03	155	-1,27	+19,23
2003/04	137	-11,61	+5,38

²⁶ Los datos de Sevilla no se incluyen porque no fueron facilitados por cursos. La única información de que se dispone es que desde que se dio la oportunidad de cambiarse a ingeniería electrónica -en el curso 1998/99- el total de alumnos que lo han hecho es de 54. La Universidad del País Vasco no presenta datos acerca del acceso de alumnos desde Física al segundo ciclo de Ingeniería Electrónica, que comenzó a impartirse en el curso 2000/01.

²⁷ Faltan los datos de la Universidad Complutense de Madrid.

²⁸ A partir de este año se incluyen los datos de la Universidad Complutense de Madrid.

INGENIERÍA DE MATERIALES	Número de estudiantes	Variación respecto al año anterior (%)	Variación respecto al curso 99/00 (%)
1999/00	16		
2000/01	17	+6,25	+6,25
2001/02	6	-64,70	-62,50
2002/03	13	+116,67	-18,75
2003/04	11	-15,38	-31,25

El número de alumnos de Física de la Universidad de Vigo que accedieron al segundo ciclo de Ciencias del Mar fue dos en el curso 2000/01 y uno en el curso 2003/04, a Ingeniería Técnica Industrial únicamente un alumno en el curso 1996/97, mientras que ningún estudiante de Física de la Universidad de Córdoba ha accedido a un segundo ciclo de Humanidades.

4. OTROS DATOS

En este apartado se incluyen algunos datos de interés en relación con la titulación de Física en las Universidades españolas:

- Promedio del número de años que tardan los alumnos en terminar la licenciatura desde su ingreso²⁹: 6,49

- Porcentaje de alumnos que abandonan sus estudios sin terminarlos³⁰:

Barcelona, 40-50%

Autónoma de Madrid, 50%

Vigo, 31,81%

Valladolid, <3%

Oviedo, 38%

Cantabria, 55,86%

- Además de Selectividad, existen otras tres modalidades de ingreso en la licenciatura de Física: el acceso para titulados, el acceso para mayores de 25 años y el acceso para extranjeros. No podemos precisar con fiabilidad, al no facilitar todas las universidades este dato, en cuáles y en qué proporción está presente cada una. No obstante, sí se puede afirmar que la vía más frecuente es la de titulados, seguida del acceso para mayores de 25 años³¹ y ocasionalmente acceso a extranjeros.

²⁹ Este dato ha sido obtenido a partir de la información disponible, que fue la facilitada por las universidades de Barcelona, Autónoma de Madrid, Sevilla, Vigo, Valladolid, Illes Balears, Oviedo, UNED y Cantabria.

³⁰ Sólo facilitaron este dato seis universidades.

³¹ El acceso para mayores de 25 años es significativo en la UNED donde supone en torno al 4% de los alumnos de nuevo ingreso. Esta modalidad de ingreso es más escasa en el resto de las Universidades; por ejemplo, en Barcelona no son más allá de dos o tres personas por curso.

5. PLAN DE ESTUDIOS ACTUALMENTE EN VIGOR EN LA LICENCIATURA EN FÍSICA DE LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS

A continuación se presentan las tablas y figuras que resumen las características generales de los planes de estudio de la Licenciatura en Física, actualmente en vigor en las universidades españolas.

La información ha sido facilitada por las mismas universidades, dentro de los datos solicitados para la elaboración del proyecto ANECA de diseño de la titulación de Grado en Física.

5.1. Universidades Públicas con Licenciatura en Física

La licenciatura en Física se imparte en 21 universidades públicas que se relacionan en la tabla 2, junto con la página web que detalla el plan de estudios en cada una de ellas.

Acrónimo	Universidad y página web
UAB	Universidad Autónoma de Barcelona http://www.uab.es/estudis/dosframes.htm http://einstein.uab.es/_c_lic_fisica/estudis_fisica.htm
UAM	Universidad Autónoma de Madrid http://www.uam.es/estudios/titulaciones/licenciaturas/ciencias/lfisicas.html
UB	Universitat de Barcelona http://www.ub.edu/fisica
UNICAN	Universidad de Cantabria http://campusvirtual.unican.es/planes/CFISICAN.htm#descripcion
UCM	Universidad Complutense de Madrid http://www.ucm.es/info/ccfis
UCO	Universidad de Córdoba http://www.uco.es/servicios/informacion/estudios/fisica.pdf
UEX	Universidad de Extremadura http://ciencias.unex.es http://www.unex.es/estructura/centro.php?codicen=1
UGR	Universidad de Granada http://www.ugr.es/~decacien/Planes/Fisica/programas.htm
UIB	Universitat de les Illes Balears http://www.uib.es/estudis/fisica/pla.html
ULL	Universidad de La Laguna http://www.fisica.ull.es
UMU	Universidad de Murcia http://www.um.es/infosecundaria/titulaciones/oferta/ccexperimentales/li-fisica.html
UNED	Universidad Nacional de Educación a Distancia http://www.uned.es/fac-fisi/fisia.htm
UNIOVI	Universidad de Oviedo http://www.ciencias.uniovi.es
UPV-EHU	Universidad del País Vasco http://ciencias.ehu.es
USAL	Universidad de Salamanca http://www.usal.es/ciencias/
USC	Universidad de Santiago de Compostela http://aiff.usc.es
USEV	Universidad de Sevilla http://www.us.es/fisica/
UVEG	Universitat de València (Estudi General) http://www.uv.es/fisica
UVA	Universidad de Valladolid http://www.cie.uva.es
UVIGO	Universidad de Vigo http://www.uvigo.es/estudios/index.gl.htm
UZAR	Universidad de Zaragoza http://ebro3.unizar.es:8080/acad/FMPro

Tabla 1. Universidades españolas donde se imparte la Licenciatura en Físicas y dirección de página web donde puede consultarse cada plan de estudios

Información complementaria a la facilitada en este estudio está disponible en las páginas web de la Tabla 1. Todas las universidades reseñadas han participado en el proyecto ANECA para el diseño del Grado en Física.

La facultad a la que está adscrita la Licenciatura en Física en cada Universidad y los demás títulos oficiales o propios adscritos a esa misma facultad se han tabulado en las Tablas 2.1-2.3. Las Licenciaturas en Física están adscritas a una facultad de Física o a una facultad de Ciencias en todas las Universidades excepto en la de Murcia, dónde está adscrita a su Facultad de Químicas.

En las Universidades donde existe una Facultad de Física específica, la Licenciatura en Físicas se imparte como única titulación (Universidad de Santiago de Compostela y Universidad de Sevilla) o conjuntamente con algunos estudios de segundo ciclo (Ingeniería Electrónica o Ingeniería de Materiales) o de primer ciclo (Ingenierías Técnicas o Diplomatura en Óptica), como es el caso de la Universitat de Barcelona, la Universidad Complutense de Madrid, la Universitat de València o la Universidad de La Laguna. En la Universitat de València recientemente ha sido creada la Escuela Técnica Superior de Ingenierías (ETSE) y en este nuevo centro se impartirán las 4 ingenierías actualmente adscritas a la Facultad de Física. Por tanto, la Facultad de Física de la Universitat de València impartirá únicamente la Licenciatura en Física y la Diplomatura en Óptica y Optometría.

Por otra parte, en las Universidades donde existe una Facultad de Ciencias, la Licenciatura en Física se imparte conjuntamente con otras titulaciones afines (Químicas, Matemáticas, Biología, Bioquímica, Ciencias Ambientales, Geología, Informática, Ingeniero Químico, Ingeniero Geólogo), diplomaturas (Estadística, Óptica y Optometría, Nutrición y Dietética). Esta estructura es muy variada en las distintas universidades, como puede apreciarse de los datos de las Tablas 2.

La simultaneidad de titulaciones en un mismo centro tiene una cierta correlación con algunas de las asignaturas obligatorias y con las asignaturas optativas que se ofertan en el Plan de Estudio de la Licenciatura en Física de cada Centro.

La oferta de títulos propios es bastante más reducida, limitándose a títulos de Master en Temas Medioambientales o Informáticos. Es de destacar la Universitat de les Illes Balears que es la única que oferta un título propio con el primer ciclo de la Licenciatura actual.

Universidad	Facultad	Otras Licenciaturas en la misma Facultad	Otros títulos propios
UAB	Ciencias	Licenciado: <ul style="list-style-type: none"> - Biología - Bioquímica - Biotecnología - Ciencias Ambientales - Geología - Matemáticas - Química Diplomado: <ul style="list-style-type: none"> - Estadística 	
UAM	Ciencias	Licenciado: <ul style="list-style-type: none"> - Biología - Matemáticas - Química - Ciencias Ambientales - Bioquímica - Ciencia y Tecnología de los Alimentos Doble titulación: <ul style="list-style-type: none"> - Matemáticas e Ingeniería Informática Diplomado: <ul style="list-style-type: none"> - Ingeniería Técnica Industrial (Química Industrial) - Nutrición y Dietética 	<ul style="list-style-type: none"> - Master en Biofísica - Master en Fotónica - Master en Biotecnología - Master en Gestión de Espacios Naturales
UB	Física	Ingeniería Electrónica (titulación de 2º ciclo)	Meteorología y climatología (titulación de 2º ciclo)
UNICAN	Ciencias	Licenciado en Matemáticas	
UCM	Ciencias Físicas	<ul style="list-style-type: none"> - Ingeniero en Electrónica - Ingeniero de Materiales 	- Magíster en Riesgos Climáticos e Impacto Ambiental
UCO	Ciencias	Licenciado: <ul style="list-style-type: none"> - Biológicas - Química - Bioquímica - Medio ambiente 	
UEX	Ciencias	Licenciado: <ul style="list-style-type: none"> - Química - Biología - Matemáticas - Ciencias Ambientales - Ciencias y Técnicas - Estadísticas - Enología - Ingeniero Químico	

Tabla 2.1. Facultades donde se imparte la Licenciatura en Físicas y otras titulaciones ofertadas en la misma Facultad

Universidad	Facultad	Otras Licenciaturas en la misma Facultad	Otros títulos propios
UGR	Ciencias	Licenciado: <ul style="list-style-type: none"> - Química - Biología - Matemáticas - Geología - Bioquímica - Ciencias y Técnicas Estadísticas - Ciencias Ambientales - Ingeniero Químico - Ingeniero Electrónico Diplomado: <ul style="list-style-type: none"> - Estadística - Óptica 	
UIB	Ciencias	Licenciado: <ul style="list-style-type: none"> - Biología - Bioquímica (Segundo Ciclo) - Química - Ingeniero Técnico Agrícola, Especialidad en Hortofruticultura y Jardinería 	-Título propio de primer ciclo de Física -Título propio de primer ciclo de Biología -Título propio de primer ciclo de Química -Progresivo de Técnico universitario en Ingeniería Química
ULL	Física	Ingeniería Electrónica (2º ciclo) Ingeniería Técnica Industrial, Especialidad Electrónica Industrial Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial (2º ciclo)	
UMU	Química	Licenciado: <ul style="list-style-type: none"> - Química - Bioquímica - Ingeniero Químico Diplomado: <ul style="list-style-type: none"> - Óptica 	
UNED	Ciencias	Licenciado: <ul style="list-style-type: none"> - Químicas - Matemáticas - Ciencias Ambientales (comienza en curso 2004-05) 	
UNIOVI	Ciencias	Licenciado: <ul style="list-style-type: none"> - Matemáticas 	
UPV-EHU	Ciencias	Licenciado: <ul style="list-style-type: none"> - Matemáticas - Biología - Geología - Bioquímica - Química - Ingeniería Electrónica - Ingeniería Química	

Tabla 2.2. Facultades donde se imparte la Licenciatura en Físicas y otras titulaciones ofertadas en la misma Facultad

Universidad	Facultad	Otras Licenciaturas en la misma Facultad	Otros títulos propios
USAL	Ciencias	Licenciado: <ul style="list-style-type: none"> - Matemáticas - Geología - Ingeniería Informática (segundo ciclo) - Ingeniero Geólogo Diplomado: <ul style="list-style-type: none"> - Estadística - Ingeniería Técnica Informática Sistemas	Master en Comercio Electrónico
USC	Física		
USEV	Física		
UVEG	Física	Diplomado: <ul style="list-style-type: none"> Óptica y Optometría - Ingeniería Electrónica (Titulación de 2º Ciclo) - Ingeniería Informática - Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones (Sistemas Electrónicos) - Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones (Telemática)	
UVA	Ciencias	Licenciado: <ul style="list-style-type: none"> - Química - Matemáticas - Ciencias y Técnicas Estadísticas - Ingeniero Químico Diplomado: <ul style="list-style-type: none"> - Estadística - Óptica y Optometría 	
UVIGO	Ciencias (Ourense)	- Ingeniería Técnico Agrícola - Ciencia y Tecnología de los Alimentos	- Graduado Superior en Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente
UZAR	Ciencias	Licenciado: <ul style="list-style-type: none"> - Química - Matemáticas - Geología - Bioquímica(2º ciclo) Diplomado: <ul style="list-style-type: none"> - Estadística 	Postgrados: <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas informáticas y comunicación - Iniciación a la investigación - Master en bases de datos e internet

Tabla 2.3. Facultades donde se imparte la Licenciatura en Físicas y otras titulaciones ofertadas en la misma Facultad

5.2. Directrices generales de la Licenciatura en Física. Materias troncales

El Real Decreto 1413/1990 de 26 de octubre, publicado en el BOE del 20 de noviembre de 1990 establece las directrices generales propias de los planes de estudio conducentes al título universitario oficial de Licenciado en Física. Articula los estudios como una enseñanza universitaria de primer y segundo ciclo, con una duración total entre cuatro y cinco años y una duración por ciclo de al menos dos años. Indica que la carga lectiva global no podrá ser inferior a los 300 créditos, mientras que el mínimo de créditos de cada ciclo no podrá ser inferior a 120 créditos.

El citado Real Decreto determina las materias troncales de obligada inclusión en todos los planes de estudio, aplicables actualmente a todos los planes renovados de Licenciado en Física. Estas materias troncales y sus créditos asociados se relacionan en la Tabla 3.

Ciclo	Materias troncales	Créditos
Primer Ciclo (90 créditos troncales)	Electromagnetismo	9
	Física Cuántica	9
	Mecánica y Ondas	9
	Métodos Matemáticos	27
	Óptica	9
	Técnicas Experimentales en Física	18
	Termodinámica	9
Segundo Ciclo (48 créditos troncales)	Electrodinámica Clásica	6
	Electrónica	12
	Física del Estado Sólido	6
	Física Estadística	6
	Física Nuclear y de Partículas	6
	Mecánica Cuántica	6
	Mecánica Teórica	6

Tabla 3. Materias troncales y créditos asignados en las directrices generales del título de Licenciado en Física

Del total de créditos de la licenciatura (siendo el mínimo de 300), 90 créditos se reservan a las materias troncales de primer ciclo y 48 créditos a las materias troncales de segundo ciclo. Es decir, la normativa de los planes renovados establece un 46% de troncalidad.

5.3. Planes de estudio actuales

La Tabla 4 muestra la indicación del BOE donde se publicó el plan de estudios actualmente en vigor en cada universidad, así como el año en que comenzó su implantación. En varias universidades coexisten actualmente más de un plan de estudios y en estos casos, se indica el curso en que se encuentran los alumnos que empezaron sus estudios con el Plan anterior. Los cambios en las normativas han inducido varias modificaciones en los planes de estudio en los últimos años, la tabla se refiere exclusivamente al plan en vigor para alumnos que comiencen sus estudios actualmente.

Universidad	Proyecto fin de carrera	BOE. Número y fecha	Año de implantación	Año en que se implantó el Plan Anterior	Año que cursan los alumnos del Plan anterior
UAB	No	Nº 16388, 16-agosto-2003	2003-04	1997	2
UAM	No	Nº 299, 14-diciembre-2001	2001-02	1978	4
UB	No	Nº 199, 20-agosto-1999	1999		
UNICAN	Si	Nº 125, 25-mayo-2000	2000-01	1974	5
UCM	No	Nº 254, 23-octubre-2003	2003-04	1995	1
UCO	No	Nº 200, 21-agosto-1998 Modificado: Nº 286, 29/11/2000	1995-96		
UEX	No	Nº 283, 26-noviembre-1999	1999-2000		
UGR	No	Nº 892, 25-noviembre-1997	1997-98		
UIB	No	Nº 301, 17-diciembre-1997	1997-98		
ULL	Optativo	Nº 260, 31-octubre-1995	1995-96		
UMU	No	Nº 62, 13-marzo-2001	1998-99		
UNED	No	(BOE del 16.11.73 y 24.04.76 Modificado 30.01.87 y 25.04.91)	1974		
UNIOVI	No	Nº 181, 30-Julio-2002	2002-03	1992	3
UPV-EHU	No	Nº 239, 5-octubre-2000	2000-01		
USAL	No	Nº 300, 16-diciembre-1997	1997-98		
USC	No	Nº 203, 24-agosto-2001	2000-01	1992	Extinguído
USEV	No	Nº 203, 25-agosto-1998	1998-2000	1973	4 y 5
UVEG	No	Nº 240, 6-octubre-2000	2000-01		
UVA	No	Nº 174, 22-julio-1999	1999-2000	1995	5
UVIGO	No	Nº 201, 22-agosto-2000	2000-01	1995	5
UZAR	No	Nº 271, 12-noviembre-1999	1999-2000		

Tabla 4. Fecha de publicación del plan actualmente en vigor en cada universidad y año de implantación

5.4. Estructura de los planes actuales

La estructura de los planes actuales se indica en las tablas 5 a 7 y gráficamente en las figuras que se muestran a continuación. El plan de estudios de Licenciado en Física ha sido renovado, basándose en las directrices generales para el título de Licenciado en Física (de la Tabla 3), en todas las universidades españolas excepto en la UNED. La UNED aprobó un plan de estudios renovado, que fue publicado en el BOE N^o 68 del 20 de marzo de 1997, pero no se ha llegado a implantar nunca, manteniendo por tanto la estructura del plan de estudios anterior a las directrices generales. En cualquier caso la estructura de este plan es asimilable a las de los planes renovados, asignándose 15 créditos a las asignaturas anuales y 7,5 a las asignaturas cuatrimestrales.

En los planes renovados se distingue entre asignaturas troncales (definidas por el Real Decreto del Ministerio), obligatorias de la universidad (específicas de cada universidad y que necesariamente deben cursar sus alumnos), optativas que se ofertan específicamente para esta titulación y de libre configuración por el alumno. Usualmente, los alumnos pueden conseguir créditos de libre configuración con actividades diferentes al seguimiento de una asignatura. Las asignaturas troncales incorporan los contenidos de las materias troncales indicados en el Real Decreto 1413/1990, debiendo tener al menos el número de créditos fijado en dicho R.D., pero en la mayoría de los casos los créditos asignados a estos descriptores han sido ampliados. En lo que sigue, los créditos de ampliación se consideran unidos con los troncales.

La Tabla 5 resume las características generales de los planes de estudio, indicando el número total de cursos en que se estructura y el número de créditos asignado a cada tipo de asignatura en el conjunto de la licenciatura.

Los estudios están estructurados en cuatro o cinco años, con una mayoría de 17 universidades optando por los cinco años y 4 universidades optando por la titulación en cuatro años. Además, dos de estas universidades con planes de estudio de cuatro años, ofertan a sus alumnos la opción de repartir las materias entre cuatro o cinco años. Los cambios de los últimos años han recuperado los cinco años de licenciatura en algunas universidades que optaron inicialmente por los cuatro.

Los planes de estudio de Licenciatura en Física en las universidades españolas tienen entre 300 y 340 créditos repartidos en dos ciclos (véanse las Figuras 1 y 2a). En la tabla 5 y en la Figura 1, se muestra que nueve universidades se quedan en el límite inferior de 300 créditos totales fijados por el Real Decreto, mientras que otras once universidades superan este límite, la mayoría en un porcentaje reducido.

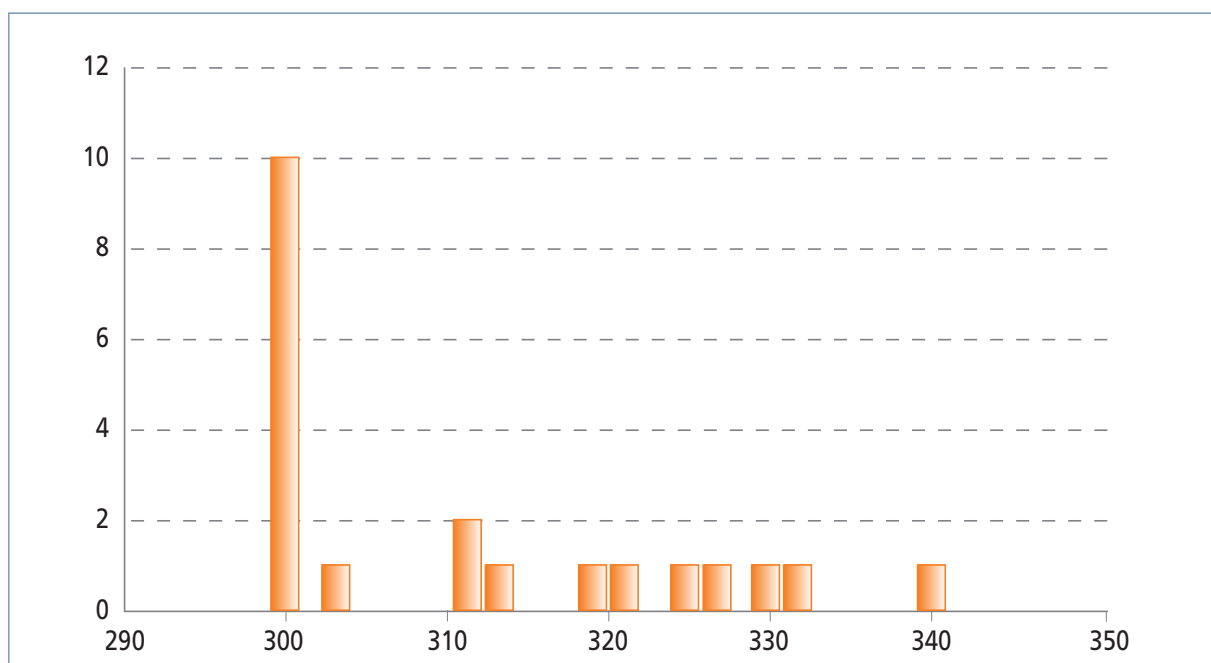


Figura 1. Número de universidades en función del número de créditos de su plan de estudios

En cuanto a la distribución dentro de la licenciatura (tabla 5 y figura 2.a) por tipo de asignatura, los créditos troncales han sido ampliados en todas las universidades desde los 138 requeridos por el Real Decreto a un rango entre 150 y 207 (sin considerar el caso de la UNED que no oferta su plan de estudios renovado). En media la troncalidad ha sido ampliada desde los 138 (46%) hasta los 169,2 (54%). Las asignaturas obligatorias de las universidades suponen entre 24 y 87 créditos (de nuevo, sin considerar la UNED), con una media de 80,5 créditos (7% de media). Como asignaturas optativas se requieren entre 30 y 86 créditos, con una media de 59,2 (19%) del total de la titulación. Por último, los créditos de libre configuración se limitan a poco más del mínimo exigido (10%) en los planes renovados.

En la tabla 6 y en la Figura 2.b se resume la estructura del primer ciclo. Según la universidad, en el primer ciclo los alumnos deben superar 150 créditos o algo más de 200. La media de créditos asignados a las materias troncales es de 115 créditos, superior a los 90 establecidos por el Real Decreto (se han ampliado los créditos de las asignaturas troncales del primer ciclo en 27,8%). En media, el 62% de los créditos del primer ciclo son troncales y el 24% obligatorios, dejando poco margen para otro tipo de créditos en el primer ciclo. Así, los créditos optativos y de libre configuración son un porcentaje pequeño del total de créditos para este ciclo. Se observa así unos primeros ciclos muy cerrados con poca optatividad.

La tabla 7 y la figura 2.c presentan la estructura del segundo ciclo, con un número total de créditos que varía entre 120 y 150, pero con un valor medio de 129, de manera que la mayoría de las universidades se quedan en la zona próxima al mínimo de 120 créditos. La media de créditos asignados a las materias troncales es de 56 créditos, levemente superior a los 48 establecidos por el Real Decreto (aumentan en un 16,7% relativo frente al 27,8% de ampliación de créditos de troncalidad en primer ciclo). En media, poco más del 54% de los créditos del segundo ciclo son troncales y algo menos del 10% son obligatorios. Así el porcentaje de asignaturas optativas en el segundo ciclo (48,6 créditos de

media, representando un 37,6%) es muy superior al establecido en el primer ciclo (5,5%), reduciéndose el peso relativo de las asignaturas troncales (42%) y obligatorias (7,5%), en relación al primer ciclo (63% y 24%, respectivamente). El segundo ciclo es mucho más abierto que el primero, dejando espacio al establecimiento de itinerarios o intensificaciones que recuperan, en parte, las especialidades que existían en los planes anteriores.

En algunas universidades, todas las asignaturas optativas se concentran en el segundo ciclo (véanse los diagramas de barras de la Fig. 2). Las asignaturas troncales en el segundo ciclo representan una carga docente para los alumnos normalmente inferior a la mitad de los créditos totales que deben superar en este ciclo.

Considerando toda la licenciatura, las asignaturas troncales representan entre el 45% y el 67% del total de créditos (la troncalidad en la UNED es del 85%, pero su licenciatura se mantiene con el plan de estudios antiguo). En la Fig. 3 se muestran estos porcentajes, junto con los correspondientes a los otros tipos de asignaturas.

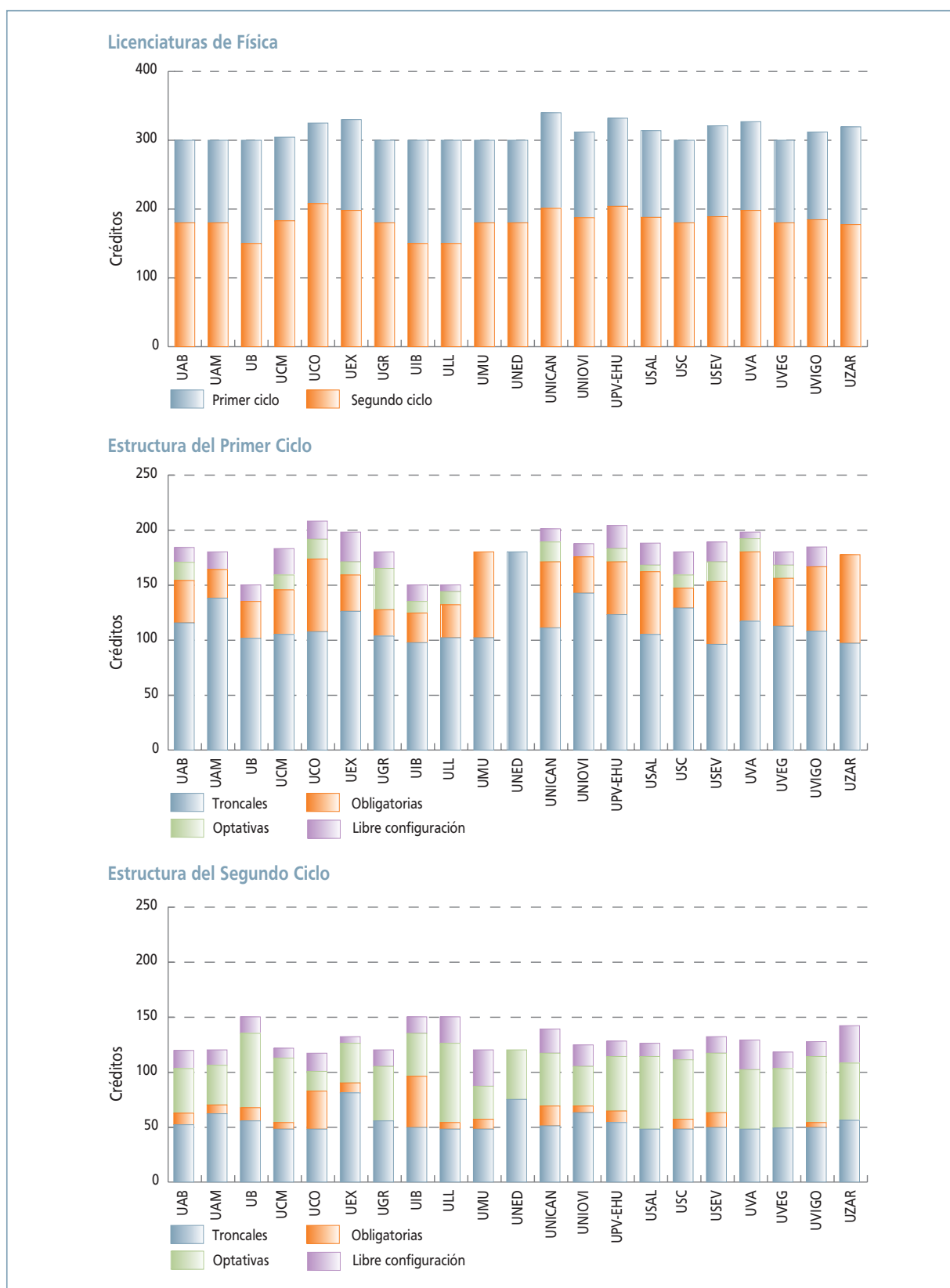


Figura 2. Diagramas de barras que muestran para cada universidad la distribución de los créditos entre el primer y el segundo ciclo (arriba) y la distribución por el tipo de asignaturas en primer ciclo (centro) y en segundo ciclo (abajo). Los datos corresponden a las tablas 5, 6 y 7

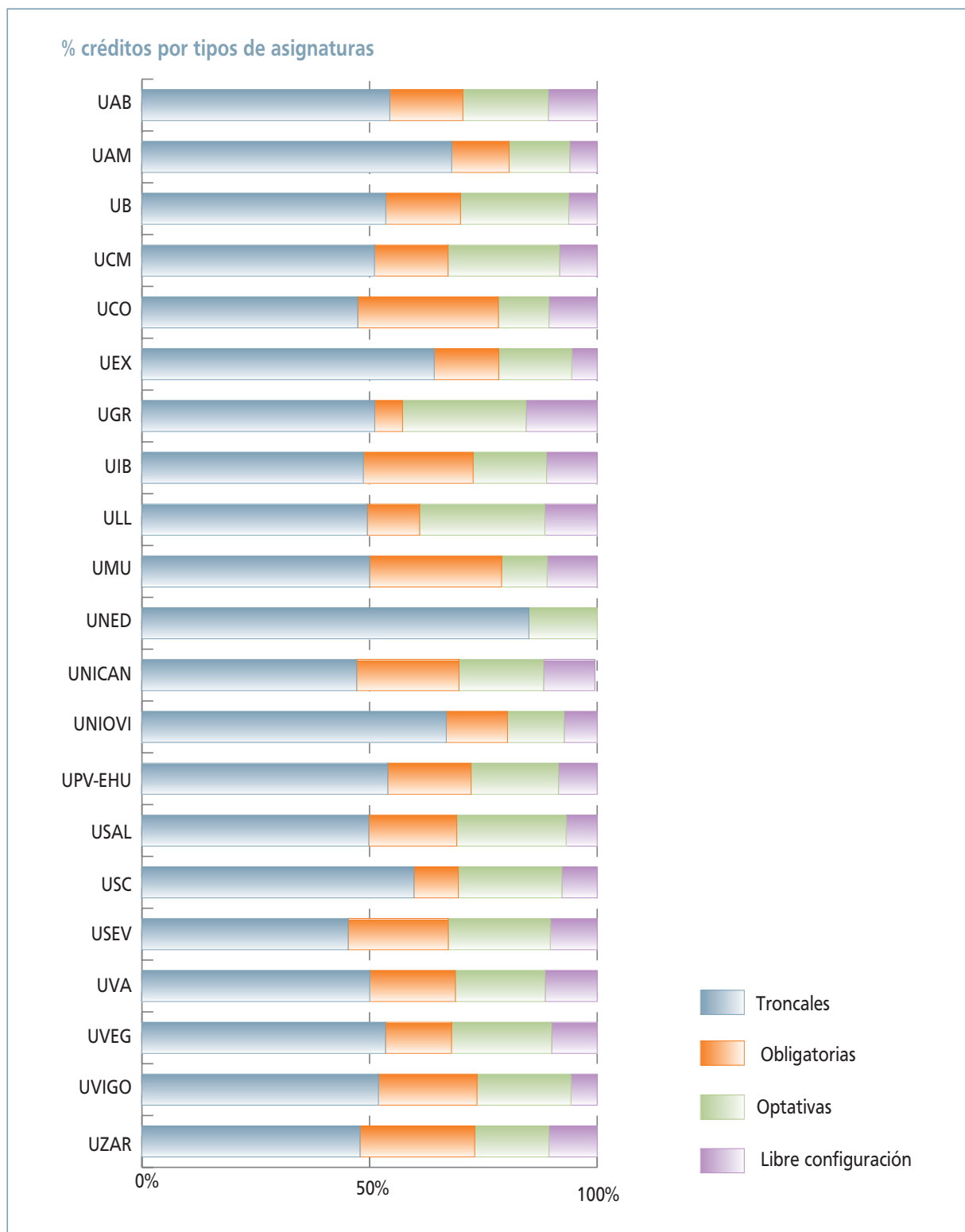


Figura 3. Porcentaje de asignaturas troncales, obligatorias, optativas y de libre configuración sobre el total de los créditos de la licenciatura en cada universidad. Los datos se han tomado de la tabla 5

Licenciatura en Física		Créditos por tipos de asignaturas				
Universidad	Número de cursos	Troncales	Obligatorias	Optativas	Libre Configuración	Total
UAB	5	164	49	57	30	300
UAM	4 ó 5	200	34	36	30	300
UB	4	157	44,5	82,5	30	300
UNICAN	5	162	78	66	34	340
UCM	5	153	46,5	72	33	304,5
UCO	5	155,5	100,5	36	33	325
UEX	5	207	42	48	33	330
UGR	4 ó 5	159	24	87	30	300
UIB	5	147	73,5	49,5	30	300
ULL	4	150	36	84	30	300
UMU	5	150	87	30	33	300
UNED	5	255	0	45	0	300
UNIOVI	5	205,5	39	36	31,5	312
UPV-EHU	5	177	58,5	61,5	35	332
USAL	5	153	57	72	32	314
USC	5	177	27	66	30	300
USEV	5	145,5	70,5	72	33	321
UVEG	5	160,5	43,5	66	30	300
UVA	5	165	63	66	33	327
UVIGO	5	157,5	63	60	31,5	312
UZAR	5	153	80,5	52	34	319,5
Media		169,2	22,3	59,2	30,3	311,3
% del total		54%	7%	19%	10%	

Tabla 5. Estructura de la Licenciatura en Física (primer y segundo ciclo) del plan actual en cada universidad. Se incluye en las dos últimas filas la media del número de créditos y el porcentaje de esta media respecto a la media del número de créditos total

PRIMER CICLO		Créditos por tipos de asignaturas				
Universidad	Número de cursos	Troncales	Obligatorias	Optativas	Libre Configuración	Total
UAB	3	111,5	38,5	16,5	13,5	180
UAM	2 ó 3	138	26	0	16	180
UB	2,25	101,5	33,5	0	15	150
UNICAN	3	111	60	18	12	201
UCM	3	105	40,5	13,5	24	183
UCO	3	107,5	66	18	16,5	208
UEX	3	126	33	12	27	198
UGR	2 ó 3	103,5	24	37,5	15	180
UIB	2,75	97,5	27	10,5	15	150
ULL	2	102	30	12	6	150
UMU	3	102	78	0	0	180
UNED	3	180	0	0	0	180
UNIOVI	3	142,5	33	0	12	187,5
UPV-EHU	3	123	48	12	21	204
USAL	3	105	57	6	20	188
USC	3	129	18	12	21	180
USEV	3	96	57	18	18	189
UVEG	3	112,5	43,5	12	12	180
UVA	3	117	63	12	6	198
UVIGO	3	108	58,5	0	18	184,5
UZAR	3	97	80,5	0	0	177,5
Media		115,0	43,6	10,0	13,7	182,3
% del total		63%	24%	5,5%	7,5%	

Tabla 6. Estructura del primer ciclo de la licenciatura en Física del plan actual en cada universidad. Se incluye en las dos últimas filas la media del número de créditos y el porcentaje de esta media respecto a la media del número de créditos total

SEGUNDO CICLO		Créditos por tipos de asignaturas				
Universidad	Número de cursos	Troncales	Obligatorias	Optativas	Libre Configuración	Total
UAB	2	52,5	10,5	40,5	16,5	120
UAM	2	62	8	36	14	120
UB	1,75	55,5	12	67,5	15	150
UNICAN	2	51	18	48	22	139
UCM	2	48	6	58,5	9	121,5
UCO	2	48	34,5	18	16,5	117
UEX	2	48	9	36	6	132
UGR	2	55,5	0	49,5	15	120
UIB	2,25	49,5	46,5	39	15	150
ULL	2	48	6	72	24	150
UMU	2	48	9	30	33	120
UNED	2	75	0	45	0	120
UNIOVI	2	63	6	36	19,5	124,5
UPV-EHU	2	54	10,5	49,5	14	128
USAL	2	48	0	66	12	126
USC	2	48	9	54	9	120
USEV	2	49,5	13,5	54	15	132
UVEG	2	48	0	54	18	120
UVA	2	48	0	54	27	129
UVIGO	2	49,5	4,5	60	13,5	127,5
UZAR	2	56	0	52	34	142
Media		54,2	9,7	48,6	16,6	129,0
% del total		42%	7,5%	37,6%	12,8%	

Tabla 7. Estructura del segundo ciclo de la licenciatura en Física del plan actual en cada universidad. Se incluye en las dos últimas filas la media del número de créditos y el porcentaje de esta media respecto a la media del número de créditos total

5.5. Asignaturas obligatorias de Primer Ciclo

Las tablas y gráficas del apartado anterior muestran un buen número de asignaturas obligatorias en los planes de estudio de las universidades españolas. La Tabla 8, a continuación, relaciona las asignaturas obligatorias de primer ciclo, separadas en dos columnas. En la primera columna se indican las asignaturas relacionadas directamente con la Física (contenidos teóricos o experimentales) y en la segunda, las asignaturas relacionadas con otros ámbitos científicos (química, matemáticas, cálculo numérico, programación e informática).

Sin tener en cuenta la UNED que mantiene el plan de estudios antiguo, se indican como obligatorias:

- 411 créditos de asignaturas de física
- 109,5 créditos de laboratorio de física
- 60 créditos de química
- 170 créditos de matemáticas
- 181,5 créditos de cálculo numérico, informática o programación

Si se divide por el número de universidades (20, al no contar con la UNED), resultan de media (entre paréntesis se indica el porcentaje dentro del total de créditos obligatorios):

- 20,5 créditos de asignaturas de física (44,1%)
- 5,5 créditos de laboratorio de física (11,7%)
- 3 créditos de química (6,4%)
- 8,5 créditos de matemáticas (18,2%)
- 9,1 créditos de cálculo numérico, informática o programación (19,5%)

Es de destacar que un buen número de los créditos de física aparecen ligados a una asignatura de Fundamentos de Física en primer curso, previa a cursar las materias de física establecidas como troncales.

Estos créditos obligatorios se suman a los troncales (Tabla 3) y la ampliación de créditos de troncales (cuya separación en materias no ha sido incluida en este estudio) para configurar los créditos que deben superar los alumnos de manera obligatoria. En cualquier caso y como referencia, los créditos troncales se distribuyen en

- 93 créditos de asignaturas de física (67,4% de la troncalidad)
- 18 créditos de laboratorio de física (13% de la troncalidad)
- 27 créditos de matemáticas (19,6% de la troncalidad)

Universidad	Asignatura de Física (número de créditos)	Asignatura de otros ámbitos (número de créditos)
UAB	- Iniciación a la Física (9) - Física General A: Mecánica, Ondas, Fluidos y Termodinámica (10,5) - Física General B: Electromagnetismo y Óptica (7,5) - Laboratorio de Física General (5,5)	- Métodos Informáticos de la Física(6)
UAM	- Física General I (8) - Física General II (6)	- Química General (6) - Introd. Cálculo Computacional (6)
UB	- Fundamentos de Física I (9) - Fundamentos de Física II (9)	- Álgebra Lineal y Geometría (9) - Programación y Tecn.Numéricas (7,5)
UNICAN	- Fundamentos de Física I (7,5) - Fundamentos de Física II (7,5) - Introd. Física Experimental (7,5) - Estructura de la Materia (7,5)	- Fund. Computadores y Lenguajes (9) - Cálculo Avanzado (7,5) - Cálculo Numérico (7,5) - Laboratorio de Matemáticas (6)
UCM	- Fund. de Física: Dinámica y Calor (7,5) - Fund. de Física: Campos y Ondas (7,5) - Laboratorio de Física (6)	- Química (7,5) - Estadística (6) - Intr. Cálculo Numérico y Programación (6)
UCO	- Física General (15) - Introd. a la Física Estadística (9)	- Química (6) - Ampl. Análisis Matemático (6) - Ampl. Álgebra y Geometría (6) - Mét. Matemáticos de la Física (6) - Programación Científica Básica (6) - Programación Científica (6) - Métodos Numéricos (6)
UEX	- Física General (12) - Técnicas Experimentales en Óptica (6) - Tec. Exp. Electricidad y Magn. (6)	- Métodos Computacionales en Física (9)
UGR	- Fundamentos de Física I (7,5) - Fundamentos de Física II (4,5) - Técnicas Experimentales Básicas (6)	- Introd. a los Métodos Numéricos en Física (6)
UIB	- Física (15)	- Fund. Mat. de Técnicas Exp. (6) - Física Numérica (6)
ULL	- Física Básica I (6) - Física Básica II (6) - Introd. Física Experimental (6)	- Mét. Matemáticos V (6) - Mét. Mat. VI (Cál. Numérico) (6)
UMU	- Física General (15) - Laboratorio de Física General (12) - Ampliación de Mecánica (4,5) - Estadística Física (6) - Gravitación y Astrofísica (6)	- Química General (7,5) - Informática (4,5) - Física Computacional (7,5) - Ampl. Ecuaciones Diferenciales (9) - Análisis Complejo (6)
UNED	Plan Antiguo Todas las asignaturas son obligatorias y con el equivalente de 15 créditos Primer curso: - Física General - Mecánica y Ondas	Primer curso - Álgebra I - Análisis Matemático I - Química General

Tabla 8. Asignaturas obligatorias de primer ciclo en cada universidad, y número de créditos asignados

Universidad	Asignatura de Física (número de créditos)	Asignatura de otros ámbitos (número de créditos)
UNED	Segundo curso - Electricidad y Magnetismo Tercer curso: - Mecánica Cuántica - Óptica - Termología y Mecánica Estadística	Segundo curso - Álgebra II - Análisis Matemático II Tercer curso - Métodos Mat. de la Física I
UNIOVI	- Física General (12)	- Química General (6) - Introducción a la Informática (7,5) - Cálculo Numérico (7,5)
UPV-EHU	- Fundamentos de Física (15) - Métodos Experimentales I (6) - Métodos Experimentales II (4,5)	- Fundamentos de Química (12) - Cálculo (15) - Laboratorio de Matemáticas (6)
USAL	- Principios de Mecánica (4,5) - Introd. a la Termodinámica (4,5) - Electricidad y Magnetismo (4,5) - Introd. Física Cuántica (4,5) - Física de Ondas (4,5) - Física de Fluidos (4,5)	- Ampl. Análisis Matemático (7,5) - Geometría Diferencial (4,5) - Análisis Complejo (4,5) - Compl. Análisis Matemático (6) - Sistemas Operativos y Lenguajes de Programación (7,5)
USC	- Física General (12) - Tecnología y Aplicaciones del Láser (6)	- Física Computacional (6) - Física Matemática (6) - Introd. Informática (6) - Teoría de Sistemas (6)
USEV	- Física General (15) - Fundamentos de Física Estadística (6) - Electrónica Básica (9)	- Análisis Matemático (15) - Física Matemática (12)
UVEG	- Física General I (7,5) - Física General II (7,5) - Técn. Exp. Electromagnetismo (7,5) - Técn. Exp. Física Cuántica (7,5) - Técn. Exp. Óptica (7,5)	- Cálculo Numérico (6)
UVA	- Introducción a la Física (12) - Estructura de la Materia (9) - Técn. Exp. en Física I (6) - Técn. Exp. en Física II (6)	- Mét. Mat. de la Física III (12) - Mét. Mat. de la Física IV (9) - Programación Científica (9)
UVIGO	- Física General (6) - Ampliación de Física General (9) - Introd. Física de la Atmósfera y del Medio Ambiente (6) - Introd. Física de Materiales (6) - Mecánica de Fluidos (6) - Técn. Exp. (Lab. de Física Cuántica) (4,5)	- Análisis Funcional (6) - Análisis Numérico (6) - Ec. en Derivadas Parciales (6) - Química (7,5)
UZAR	- Fundamentos de Física (12) - Laboratorio de Física (6) - Propiedades Mecánicas y Térmicas de Sólidos y Fluidos (6) - Ondas Electromagnéticas (6) - Estructura Cuántica de la Materia (7) - Propiedades Electromagnéticas y Ópticas de la Materia (6)	- Química (7,5) - Cálculo Diferencial (9) - Cálculo Integral (9) - Espacios Lineales (6)

Tabla 8. Asignaturas obligatorias de primer ciclo en cada universidad, y número de créditos asignados (cont.)

5.6. Itinerarios, Intensificaciones o especialidades del plan actualmente en vigor

En la tabla 9 se indican los itinerarios o intensificaciones que se ofertan en los segundos ciclos de las universidades, relacionándose las asignaturas obligatorias que componen cada itinerario.

La estructura de estos itinerarios es muy variada, un síntoma de la gran diversidad de la física y en muchos casos, responde a una recuperación de las especialidades que desaparecieron con los planes de estudios renovados. En algunos casos corresponden a las especialidades de planes antiguos que se irán extinguiendo con la introducción de los planes renovados, perdiéndose esta variedad en la oferta educativa de la Licenciatura en Física.

Esta diversidad es una riqueza que debería mantenerse y tenerse en cuenta en cualquier diseño futuro de los estudios de física en España. Algunas de las titulaciones de Segundo ciclo (como Ingeniero Electrónico e Ingeniero de Materiales) que se imparten las Facultades de Física han tenido su origen en especialidades de los planes anteriores.

Universidad	Nombre de la especialidad y asignaturas obligatorias
UAB	No hay itinerarios específicos. Pueden escogerse materias optativas que forman tres bloques: <ul style="list-style-type: none"> - Ampliación de Fundamentos Teóricos - Aplicaciones de la Física - Complementos de Física (multidisciplinar) Asignaturas obligatorias de todos los bloques de segundo ciclo: <ul style="list-style-type: none"> - Ampliación de Mecánica Cuántica (4,5) - Laboratorio Avanzado (6)
UAM	Física Aplicada Física de la Materia Condensada Física Teórica Asignatura obligatoria para los tres itinerarios <ul style="list-style-type: none"> - Física Atómica y Molecular (8)
UB	No existen itinerarios Asignaturas obligatorias de segundo ciclo: <ul style="list-style-type: none"> - Física Atómica (6) - Laboratorio de Física Moderna (6)
UNICAN	Física Experimental Física Computacional Deben cursarse al menos 30 créditos del bloque de asignaturas que componen el itinerario. Ninguna obligatoriamente.

Tabla 9. Asignaturas obligatorias de primer ciclo en cada universidad y número de créditos asignados

Universidad	Nombre de la especialidad y asignaturas obligatorias
UCM	<p>Física de Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ampliación de Física del Estado Sólido (6) - Física de Semiconductores (6) - Defectos en sólidos (4,5) - Equilibrio y Cinética de Sólidos (6) - Propiedades Mecánicas de los Materiales (4,5) - Propiedades Magnéticas de los Materiales (4,5) - Propiedades Ópticas de los Materiales (4,5) - Propiedades Eléctricas de los Materiales (4,5) - Técnicas de Microscopía (4,5) - Difracción y Espectroscopia en Sólidos (4,5) - Materiales semiconductores (4,5) - Ampliación de Química (4,5) - Física del Láser (4,5) - Orden y dimensionalidad en Sólidos (4,5) - Materiales Magnéticos (4,5)
	<p>Física Fundamental</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teoría de Grupos (4,5) - Mecánica Cuántica Avanzada (4,5) - Teoría Cuántica de Campos (4,5) - Sistemas Fuera del Equilibrio (4,5) - Óptica Estadística (4,5) - Gravitación y Cosmología (4,5) - Estructura Nuclear (4,5) - Procesos Atómicos (4,5) - Procesos Moleculares (4,5) - Relatividad General (4,5) - Fenómenos Colectivos (4,5) - Geometría Diferencial Avanzada (4,5) - Análisis Funcional (4,5) - Dinámica de Fluidos (4,5) - Fundamentos de Astrofísica (4,5) - Ampl. de Física del Estado sólido (6) - Transiciones de Fase (4,5) - Física Computacional (4,5) - Orden y Dimensionalidad en sólidos (4,5) - Propiedades Magnéticas de los Materiales (4,5) - Partículas Elementales (4,5) - Radiofísica (4,5)
	<p>Geofísica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oceanografía Física (4,5) - Ondas Sísmicas (4,5) - Sismología (4,5) - Geomagnetismo: Campo Interno (4,5) - Geomagnetismo: Campo Externo (4,5) - Gravimetría (4,5) - Prospección Geofísica Electromagnética (4,5) - Prospección Geofísica Sísmica y Gravimetría (4,5) - Geofísica Interna y Tectonofísica (4,5) - Técnicas Experimentales Geofísicas (4,5)

Tabla 9. Asignaturas obligatorias de primer ciclo en cada universidad y número de créditos asignados (Cont.)

Universidad	Nombre de la especialidad y asignaturas obligatorias
	<p>Dispositivos Físicos y de Control</p> <ul style="list-style-type: none"> - Propiedades Mec. de Materiales (4,5) - Propiedades Eléct. Materiales (4,5) - Propiedades Ópticas de Materiales (4,5) - Técnicas de Microscopía (4,5) - Física del Láser (4,5) - Materiales Magnéticos (4,5) - Control de Sistemas (6) - Física Computacional (4,5) - Física de Dispositivos (4,5) - Dispositivos de Instrumentación Óptica (6) - Ampliación de Sistemas de Control (4,5) - Circuitos Digitales (6) - Laboratorio de Sistemas Digitales (4,5) - Fundamentos de Tecnología Electrónica (4,5) - Integración Proc.Tecnológicos (4,5) - Laboratorio de Dispositivos Optoelectrónicos (4,5) - Robótica (4,5) - Diseño y Test Circuitos Integrados (6) - Lab. de Sistemas Integrados (4,5) - Programación (4,5)
UCM	<p>Astrofísica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fundamentos de Astrofísica (4,5) - Astronomía Observacional (4,5) - Dinámica Galáctica (4,5) - Dinámica de Fluidos (4,5) - Astrofísica Estelar (Atmósferas Estelares) (6) - Astrofísica del Medio Interestelar (4,5) - Técnicas Experimentales en Astrofísica (4,5) - Estructura Interna y Evolución Estelar (4,5) - Astrofísica Extragaláctica y Cosmología (6) - Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica (4,5)
	<p>Física de la Atmósfera</p> <ul style="list-style-type: none"> - Radiación Atmosférica (4,5) - Termodinámica de la Atmósfera (4,5) - Física de Nubes (4,5) - Dinámica Atmosférica (4,5) - Física Atmosférica (4,5) - Técnicas Experimentales en Física de la Atmósfera (4,5) - Difusión Atmosférica (4,5) - Ampliación de Dinámica Atmosférica (4,5) - Física del Clima (4,5) - Predicción Numérica (4,5) - Dinámica de Fluidos (4,5) - Oceanografía Física (4,5)

Tabla 9. Asignaturas obligatorias de primer ciclo en cada universidad y número de créditos asignados (Cont.)

Universidad	Nombre de la especialidad y asignaturas obligatorias
UCO	No existen Itinerarios
UEX	No existen Itinerarios
UIB	No existen Itinerarios
UGR	No existen Itinerarios
ULL	Astrofísica - 48 créditos a elegir de una lista Física Aplicada Física Fundamental
UMU	Electromag., Electrónica y Automática - Ampliación de Electromagnetismo (6) - Ampliación de Electrónica (6) - Circuitos Eléctricos (6) - Automática (6) - Una optativa del itinerario (6) Materia Condensada - Materia Condensada (6) - Estados Sólido Avanzado (6) - Ampl. Mecánica Estadística (6) - Simulación Avanzada (6) - Una optativa del itinerario (6) Óptica - Proc. Imágenes y Holografía (6) - Fotónica (6) - Óptica Biomédica (6) - Óptica Visual (6) - Una optativa del itinerario (6)
UNED	Física Industrial (Automática) - Electromagnetismo - Mét. Mat. Física II - Electrónica I - Automática I - Electrónica II - Automática II - Informática - Física Nuclear Física General - Mecánica Analítica - Electromagnetismo - Mecánica Cuántica I - Mecánica estadística - Relatividad - Física del Estado Sólido I - Física de Fluidos - Física Nuclear y Subnuclear - Física Atómica y Molecular - Electrónica

Tabla 9. Asignaturas obligatorias de primer ciclo en cada universidad y número de créditos asignados (Cont.)

Universidad	Nombre de la especialidad y asignaturas obligatorias
UNIOVI	<p>Física Teórica y Astrofísica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teoría Clásica de campos (7,5) - Teoría de la Relatividad General (7,5) - Astrofísica y Cosmología (7,5) <p>Física de Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Física Estado Sólido Avanzado (9) - Técnicas de Crecimiento y Caracterización de Muestras (9) - Nuevos Materiales Funcionales (12) <p>Fluidos, Atmosférica y Ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mecánica de Fluidos (7,5) - Física del Aire (7,5) - Fluidodinámica Computacional (6) <p>Física Experimental Atómica, Nuclear y Subnuclear</p> <ul style="list-style-type: none"> - Técnicas Experimentales en Física de Partículas Elementales (12) - Técnicas de Espectroscopia y Espectrometría (12) <p>Informática Aplicada a la Física</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lenguajes de Progr. Científica (7,5) - Fund. Sistemas Informáticos (7,5) - Administración Sist. Infor. I (6) <p>Electrónica, Automática y Procesamiento de la Señal</p> <ul style="list-style-type: none"> - Electrónica Digital (9) - Automática (7,5) - Proce. Señal y de la Imagen (7,5)
UPV-EHU	<p>No hay itinerarios específicos. Pero se sugieren tres orientaciones</p> <p>Física del estado Sólido/Materiales</p> <p>Física Fundamental/Teórica</p> <p>Física del Clima</p> <p>No hay Asignaturas obligatorias por itinerario, sino una lista de optativas por itinerario.</p>
USAL	No existen Itinerarios

Tabla 9. Asignaturas obligatorias de primer ciclo en cada universidad y número de créditos asignados (Cont.)

Universidad	Nombre de la especialidad y asignaturas obligatorias
USC	<p>Electrónica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Instrumentación Electrónica (6) - Electrónica de dispositivos (6) - Electrónica Digital (6) - Diseño Digital (6) - Diseño en Electrónica Analógica (6) <p>Optoelectrónica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Óptica Coherente (6) - Óptica Coherente (6) - Óptica Coherente (6) - Comunicaciones Ópticas (6) - Materiales Ópticos (6) - Dispositivos Optoelectrónicos (6) <p>Física de Partículas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mecánica Cuántica Avanzada (6) - Física de Partículas I (6) - Teoría Cuántica de campos I (6) - Física de Partículas II (6) - Física Nuclear (6) <p>Física Fundamental</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mecánica Estadística Avanzada (6) - Electrodinámica muchos cuerpos (6) - Física de Fluidos (6) - Física Atómica y Molecular (6) - Física no-lineal y Sist. Dinámicos (6) - Fenómenos Críticos (6) - Estado Líquido (6) <p>Física de Materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiales a bajas temperaturas (4,5) - Intro. Ciencia de Materiales (4,5) - Física estadística de Materiales (4,5) - Polímeros (4,5) - Materiales Amorfos (4,5) - Magnetismo de Sólidos (4,5) - Materiales Blandos: Coloides (4,5) - Estructura Electrónica de Sólidos (4,5) - Materiales Superconductores y Superfluidos (4,5)

Tabla 9. Asignaturas obligatorias de primer ciclo en cada universidad y número de créditos asignados (Cont.)

Universidad	Nombre de la especialidad y asignaturas obligatorias
USEV	<p>No existen Itinerarios específicos</p> <p>Asignaturas Obligatorias de Segundo Ciclo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Técnicas Experimentales en Electrodinámica (4,5) - Técnicas Experimentales en Física de Estado Sólido (4,5) - Técnicas Experimentales en Física Nuclear (4,5)
UVEG	<p>Física Teórica</p> <p>Óptica</p> <p>Física Aplicada</p> <p>Física del Medio Ambiente</p> <p>Astronomía y Astrofísica</p> <p>Física Nuclear experimental y de Astropartículas</p> <p>No hay Asignaturas obligatorias por itinerario, sino una lista de optativas por itinerario.</p>
UVA	No existen Itinerarios
UVIGO	<p>Física de la Atmósfera y del Medio Ambiente</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tecn. Análisis y Predicción Meteorológica (6) - Dinámica Atmosférica (6) - Física Atmosférica (6) - Energía y Medio Ambiente (6) - Meteorología (6) - Teledetección (6) - Climatología Física (6) <p>Física Aplicada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Física de Materiales (6) - Ampliación Física de Materiales (6) - Metrología y Calibración (6) - Calorimetría y Análisis Térmico (6) - Física Computacional (6) - Física del Láser (6) - Radioactividad y Radioprotección (6)

Tabla 9. Asignaturas obligatorias de primer ciclo en cada universidad, y número de créditos asignados (Cont.)

Universidad	Nombre de la especialidad y asignaturas obligatorias
UZAR	<p>Óptica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dispositivos y Sistemas Fotónicos (6) - Formación de Imágenes y Procesado Óptico (6) - Láser (6) - Metrología Óptica (6) - Óptica Cuántica y Espectroscopia (6) - Óptica Instrumental (6) - Óptica Integrada y Fibras Ópticas (6) - Visión. Fotometría y Colorimetría (6) <p>Física de la Materia Condensada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Espectroscopia de Sólidos (6) - Materiales Magnéticos, Metálicos y Superconductores (6) - Prop. Magnéticas de Sólidos (6) - Sistemas Desordenados (6) - Sólidos Cristalinos Reales (6) - Transiciones de Fase en Materia Condensada (6)

Tabla 9. Asignaturas obligatorias de primer ciclo en cada universidad y número de créditos asignados (Cont.)

5.7. Pasarelas de Física a otras Titulaciones

Algunos estudiantes de la Licenciatura en Física realizan el primer ciclo en esta titulación y pasan posteriormente a realizar otros estudios diferentes de segundo ciclo. En la Tabla 10 se indican algunos de estos estudios de segundo ciclo.

5.7. Pasarelas de Física a otras Titulaciones

Algunos estudiantes de la Licenciatura en Física realizan el primer ciclo en esta titulación y pasan posteriormente a realizar otros estudios diferentes de segundo ciclo. En la Tabla 10 se indican algunos de estos estudios de segundo ciclo.

Universidad	Nombre de los estudios de segundo ciclo		Notas
UAB	Ingeniería Electrónica	Ingeniería de Materiales	Se imparten en otra facultad diferente
UAM			
UB	Ingeniería Electrónica Ingeniería de Materiales	Meteorología y Climatología (Título Propio)	Se imparten en la misma facultad
UNICAN			
UCM	Ingeniería Electrónica	Ingeniería de Materiales	Misma facultad
UCO			
UEX	Ciencias y Técnicas Estadísticas		Misma facultad - Requiere cursar 24 créditos de complementos de formación
UGR	Ingeniería Electrónica		Misma facultad
UIB	No existen Itinerarios		
ULL	Ingeniería Electrónica		Misma facultad
UMU			
UNED			
UNIOVI			
UPV-EHU			
USAL			
USEV	Ingeniería Electrónica		Diferente Facultad
UVEG	Ingeniería Electrónica		Misma facultad - Requiere cursar 37,5 créditos de complementos de formación
UVA	Ingeniería Electrónica		Diferente facultad
UVIGO			
UZAR			

Tabla 10. Estudios de Segundo Ciclo a los que acceden los alumnos de Primer Ciclo de Física

Las titulaciones de Segundo ciclo de Ingeniero Electrónico e Ingeniero de Materiales que se imparten en las Facultades de Física han tenido su origen en especialidades de los planes anteriores. El grado de física debe seguir dando entrada a estas titulaciones en un futuro.

4.

ESTUDIOS DE INSERCIÓN LABORAL DE LOS TITULADOS DURANTE EL ÚLTIMO QUINQUENIO

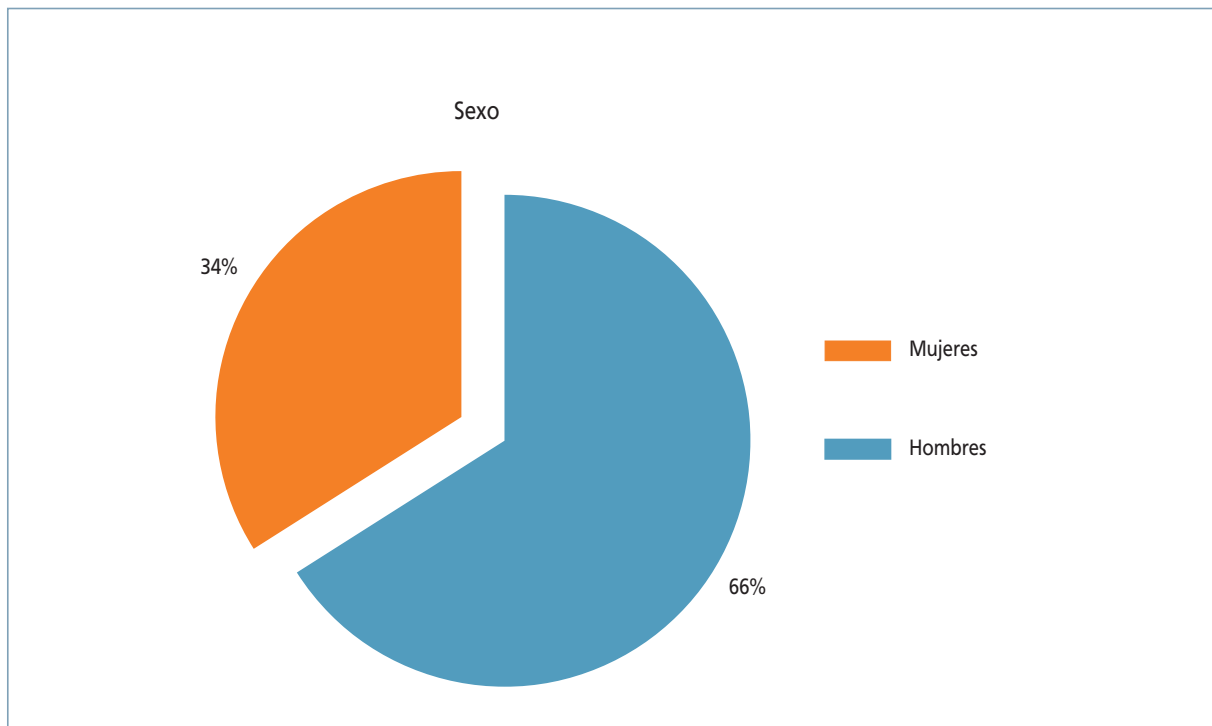
4. Estudios de inserción laboral de los titulados durante el último quinquenio

Con el objeto de realizar el estudio solicitado en este punto se realizó una encuesta entre todos los alumnos graduados en Física en España en los últimos 5 años. Respondieron a la encuesta un total de 857 egresados, lo cual se corresponde según los datos que disponemos (ver punto 3) con algo menos del 15% de los alumnos licenciados en Física en España en dicho periodo.

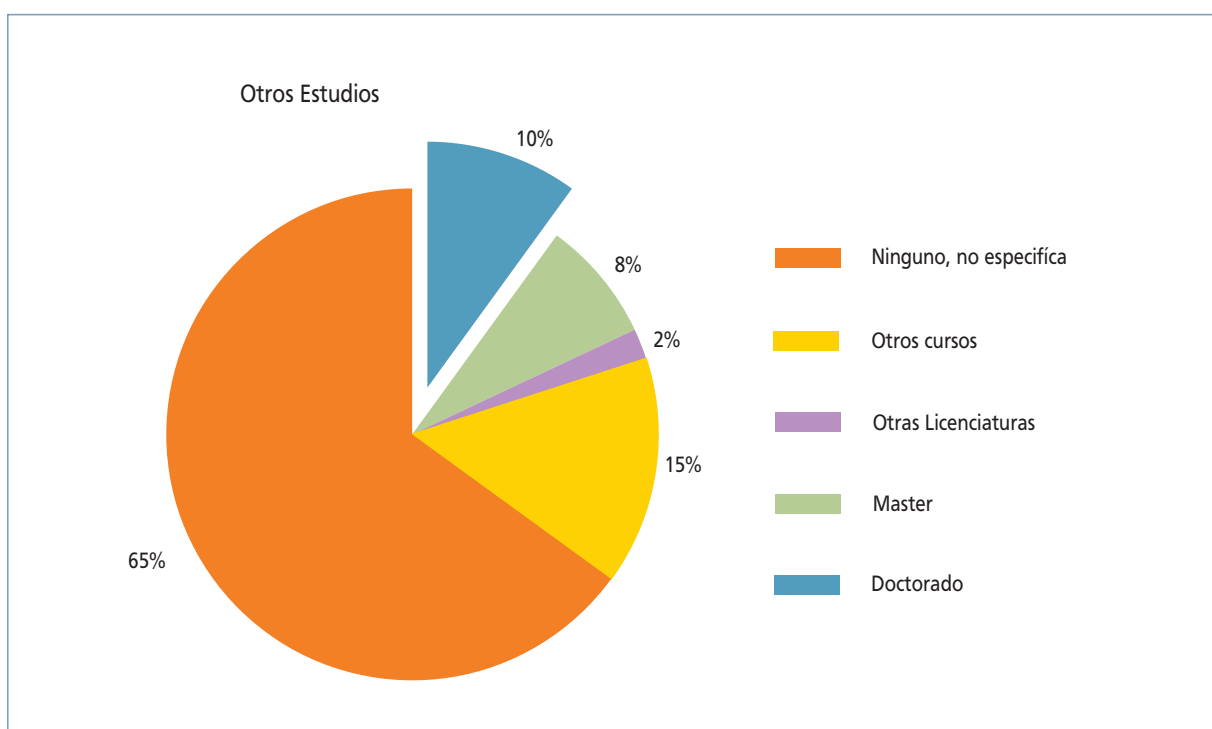
Los datos globales que resultan de la encuesta se que se presentan de forma esquemática en la tabla siguiente:

Sexo	65,6% hombres	34,4% mujeres
Edad media al acabar la titulación	24,9 años	
Otros estudios de postgrado	65% Ninguno/no específica 9,5% doctorado 8,1% master 2% otras licenciaturas 15,4% otros cursos	
Situación laboral	34,3% trabajo relacionado con sus estudios 25,9% trabajo no relacionado con estudios 15,9% amplía estudios 5,8% Paro y ha trabajado 8,5% busca primer empleo 9,6% otra	
Empleos por sector	Docencia Universitaria/Investigación 30,1% Docencia no universitaria 21,5% Administración Pública 3,9% Banca, Finanzas, Seguros 1,9% Consultoría 6,2% Informática y Telecomunicaciones 19,4% Industria 7,9% Otros 9,1%	
Nota media expediente	Aprobado 51,6% Notable 23,3% Sobresaliente 3,3% Matrícula 0,4% No contesta 21%	

En las gráficas siguientes se muestran los datos contenidos en el cuadro anterior. Todos los datos se presentan en porcentajes y en todas las gráficas que se muestran, el valor más alto se corresponde con el primero de la leyenda. A partir de ahí, siguiendo el sentido de las agujas del reloj, se presentan los datos en el mismo orden que aparecen en la leyenda.

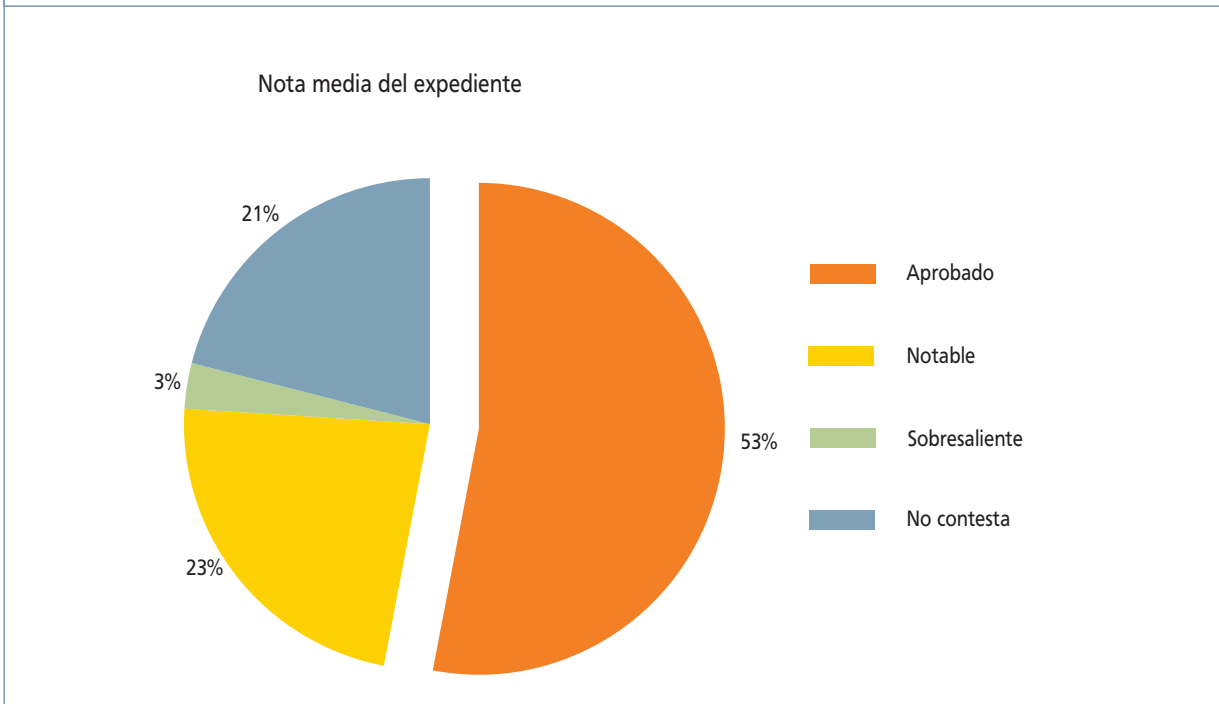
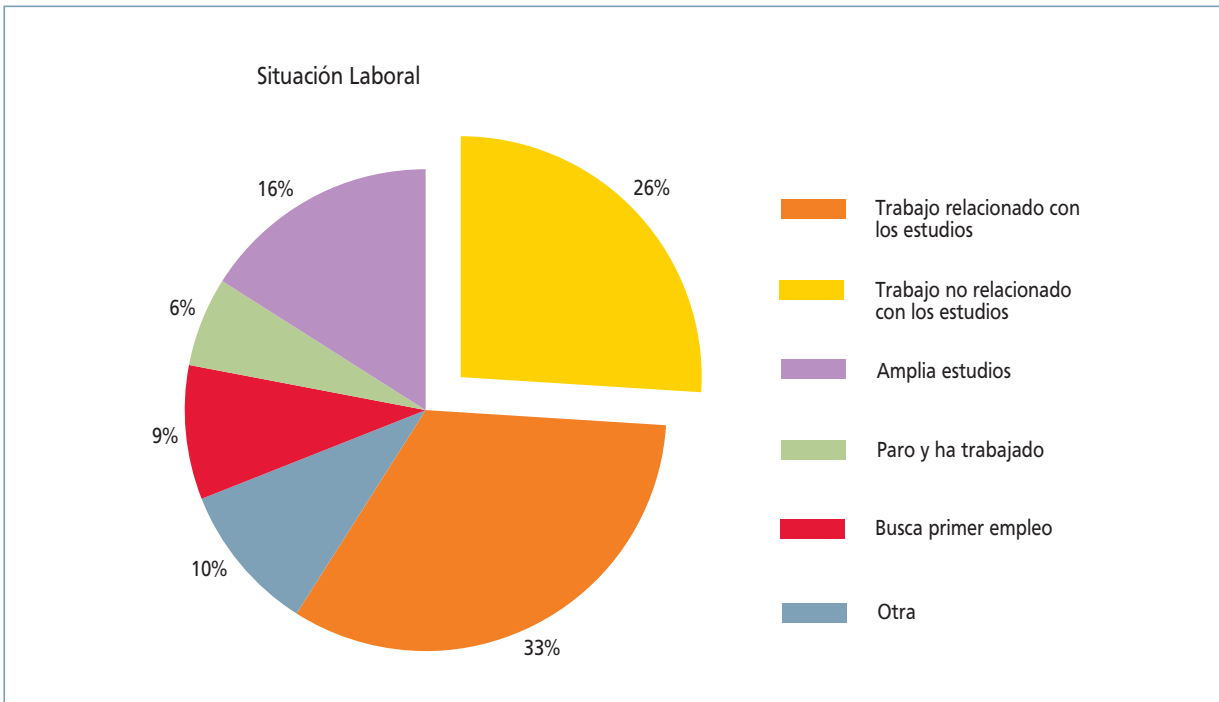


Alrededor de un tercio de los encuestados han realizado algún otro tipo de estudios o cursos además de los propios de la licenciatura en Física.

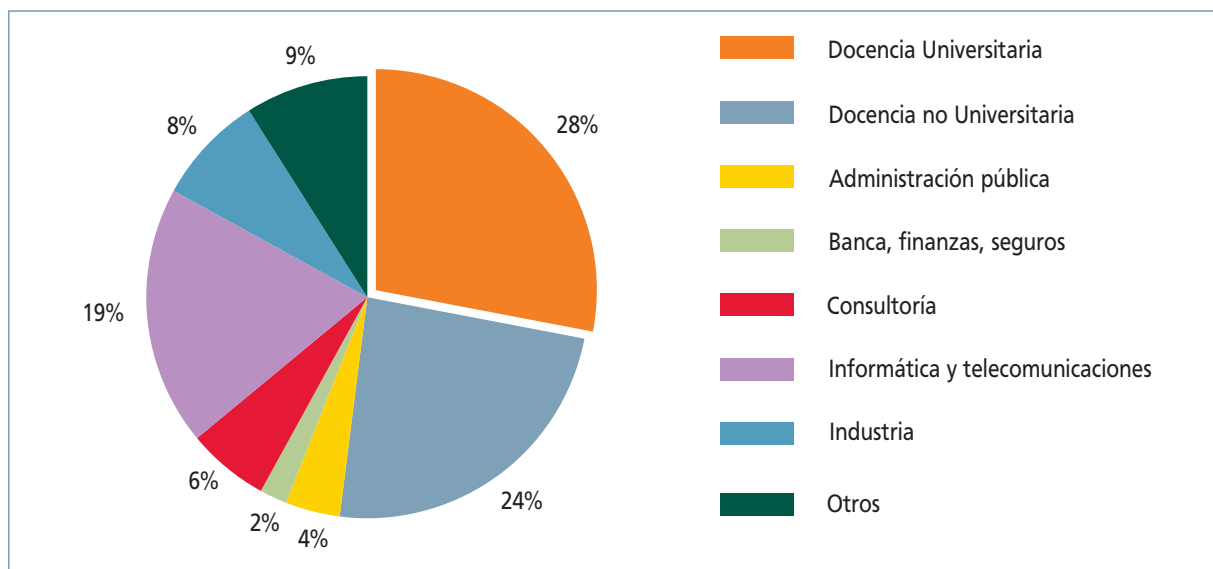


Los datos globales de inserción laboral presentan un cierto sesgo debido a que una parte de las respuestas obtenidas se corresponden con egresados que finalizaron sus estudios universitarios en el curso 2002/2003. El análisis de los datos desglosados por años (ver más adelante) muestra que el paro disminuye con los años, estabilizándose alrededor del 6% para egresados con 3 o más años después de terminar la carrera.

Del casi 10% de encuestados que contestan "Otra" en su situación laboral, tienen algún tipo de actividad que no se corresponde con una situación estable y convencional de trabajo (becarios en su mayoría) o bien no lo especifican en la encuesta.



Los empleos se distribuyen por sectores tal y como se muestra en la gráfica siguiente. Es muy posible que haya un cierto sesgo en las respuestas en el sentido de que éstas provengan en gran medida del ámbito universitario, y no respondan en cuanto a porcentajes a una distribución real del tipo de trabajo que realizan los físicos. No obstante, los datos sí que recogen los sectores más comunes donde los licenciados en Física ejercen su actividad laboral.



Con el objeto de tener una visión más detallada del perfil de los egresados y analizar la evolución en el tiempo de algunos de los datos obtenidos se han desglosado los resultados en función del año de finalización de los estudios. Todo esto se recoge en las tablas que se muestran en las páginas siguientes.

Sexo	66,8% hombres	33,2% mujeres
Edad media al acabar la titulación	24,7 años	
Otros estudios de postgrado	49,5% Ninguno/no específica 14,7% doctorado 11,5% master 24,3% otros cursos	
Situación laboral	45,2% trabajo relacionado con sus estudios 29,5% trabajo no relacionado con estudios 9,4% amplia estudios 6,3% Paro y ha trabajado 0% busca primer empleo 9,6% otra	
Empleos por sector	Docencia Universitaria/Investigación 31% Docencia no universitaria 17,1% Administración Pública 2,7% Banca, Finanzas, Seguros 1,6% Consultoría 8% Informática y Telecomunicaciones 25,1% Industria 8,6% Otros 5,9%	
Nota media expediente	Aprobado 45,2% Notable 25,8% Sobresaliente 4,7% Matricula 0,5% No contesta 23,8%	

Sexo	64% hombres	36% mujeres
Edad media al acabar la titulación	25 años	
Otros estudios de postgrado	61,8% Ninguno/no especifica 9,5% doctorado 6,2% master 22,5% otros cursos	
Situación laboral	45,2% trabajo relacionado con sus estudios 29,5% trabajo no relacionado con estudios 9,4% amplia estudios 6,3% Paro y ha trabajado 0% busca primer empleo 9,6% otra	
Empleos por sector	Docencia Universitaria/Investigación 26,6% Docencia no universitaria 20,7% Administración Pública 3,6% Banca, Finanzas, Seguros 1,2% Consultoría 7,1% Informática y Telecomunicaciones 26,6% Industria 4,7% Otros 9,5%	
Nota media expediente	Aprobado 52,2% Notable 26,4% Sobresaliente 2,2% Matrícula 0% No contesta 19,2%	

Año 2000

Sexo	72% hombres	28% mujeres
Edad media al acabar la titulación	25,1 años	
Otros estudios de postgrado	60% Ninguno/no especifica 12% doctorado 8,7% master 19,3% otros cursos	
Situación laboral	38,7% trabajo relacionado con sus estudios 20,7% trabajo no relacionado con estudios 26,7% amplia estudios 7,3% Paro y ha trabajado 4% busca primer empleo 2,6% otra	
Empleos por sector	Docencia Universitaria/Investigación 28,9% Docencia no universitaria 25,8% Administración Pública 4,4% Banca, Finanzas, Seguros 1% Consultoría 5,9% Informática y Telecomunicaciones 13,6% Industria 5,2% Otros 15,2%	
Nota media expediente	Aprobado 55,3% Notable 26,4% Sobresaliente 2,7% Matrícula 0% No contesta 15,6%	

Año 2001

Sexo	64,6% hombres	35,4% mujeres
Edad media al acabar la titulación	24,9 años	
Otros estudios de postgrado	70% Ninguno/no específica 10% doctorado 9,5% master 10% otros cursos	
Situación laboral	26,5% trabajo relacionado con sus estudios 22,4% trabajo no relacionado con estudios 18,3% amplia estudios 6,8% Paro y ha trabajado 10,9% busca primer empleo 15,1% otra	
Empleos por sector	Docencia Universitaria/Investigación 31,6% Docencia no universitaria 28,2% Administración Pública 3,4% Banca, Finanzas, Seguros 3,4% Consultoría 6% Informática y Telecomunicaciones 10,2% Industria 8,5% Otros 8,7%	
Nota media expediente	Aprobado 55,1% Notable 21% Sobresaliente 4% Matrícula 0% No contesta 19,9%	

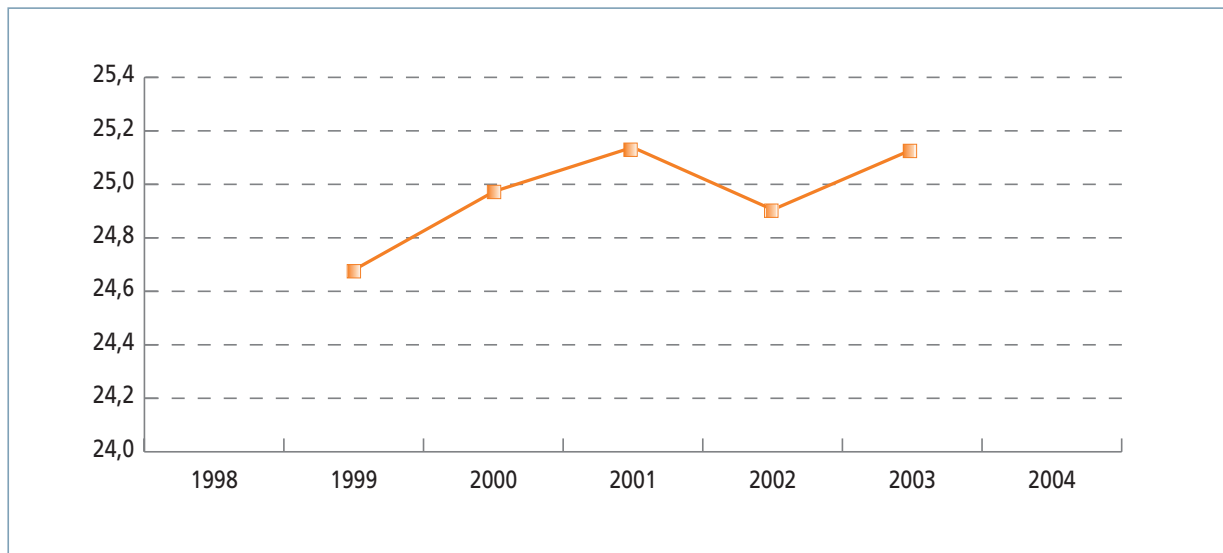
Año 2002

Sexo	60,2% hombres	39,8% mujeres
Edad media al acabar la titulación	25,1 años	
Otros estudios de postgrado	84,6% Ninguno/no específica 2,2% doctorado 4,1% master 9,1% otros cursos	
Situación laboral	12,8% trabajo relacionado con sus estudios 15,7% trabajo no relacionado con estudios 33,7% amplia estudios 1,1% Paro y ha trabajado 25,6% busca primer empleo 11,1% otra	
Empleos por sector	Docencia Universitaria/Investigación 40,5% Docencia no universitaria 13,8% Administración Pública 7,7% Banca, Finanzas, Seguros 1,7% Consultoría 0,9% Informática y Telecomunicaciones 14,6% Industria 11,2% Otros 9,6%	
Nota media expediente	Aprobado 52,8% Notable 19,3% Sobresaliente 2,8% Matrícula 1,1% No contesta 24%	

Año 2003

A partir de los datos anteriores desglosados por año de finalización de los estudios podemos obtener la evolución en el tiempo de la información obtenida.

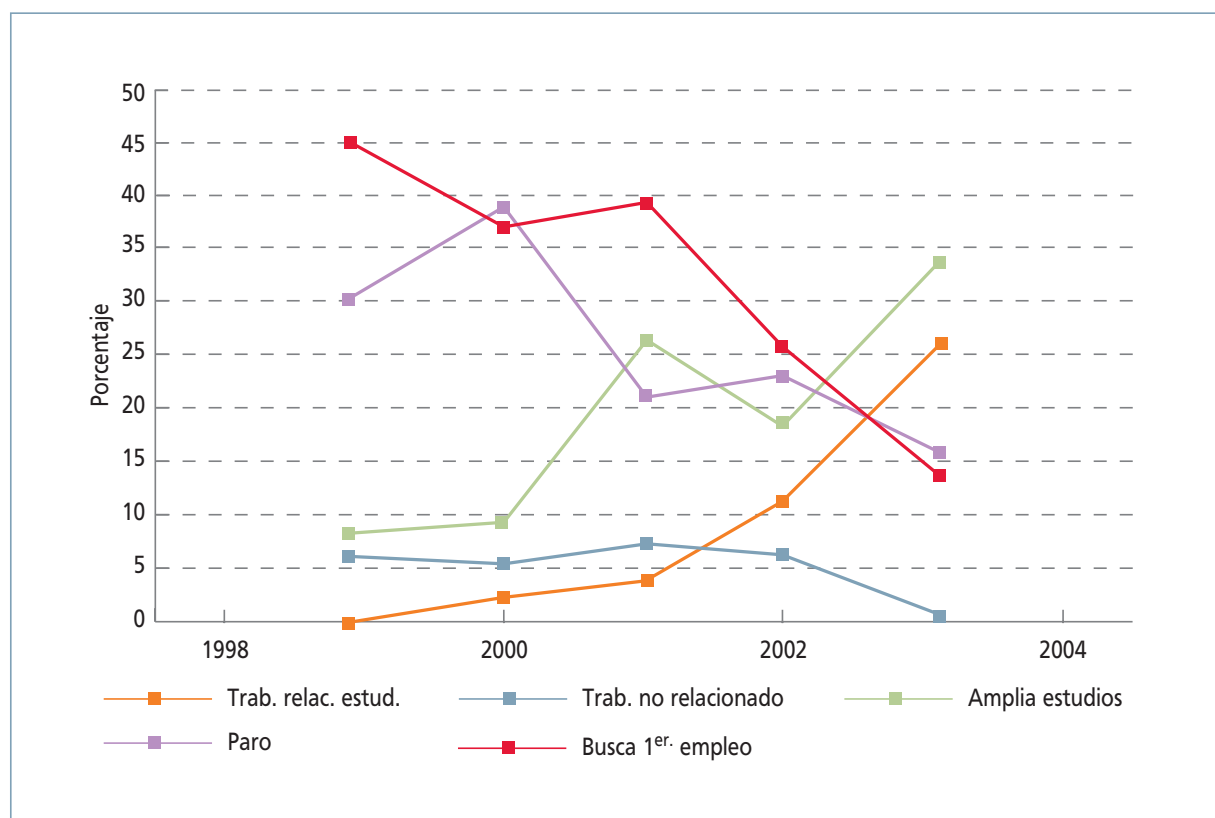
La edad media de finalización de los estudios no presenta variaciones sustanciales en el tiempo y está alrededor de los 25 años.



Edad media al acabar la titulación

Las curvas de la evolución temporal de la situación laboral muestran la clara diferencia existente entre los graduados hace 3 o más años y aquellos que llevan menos años como licenciados.

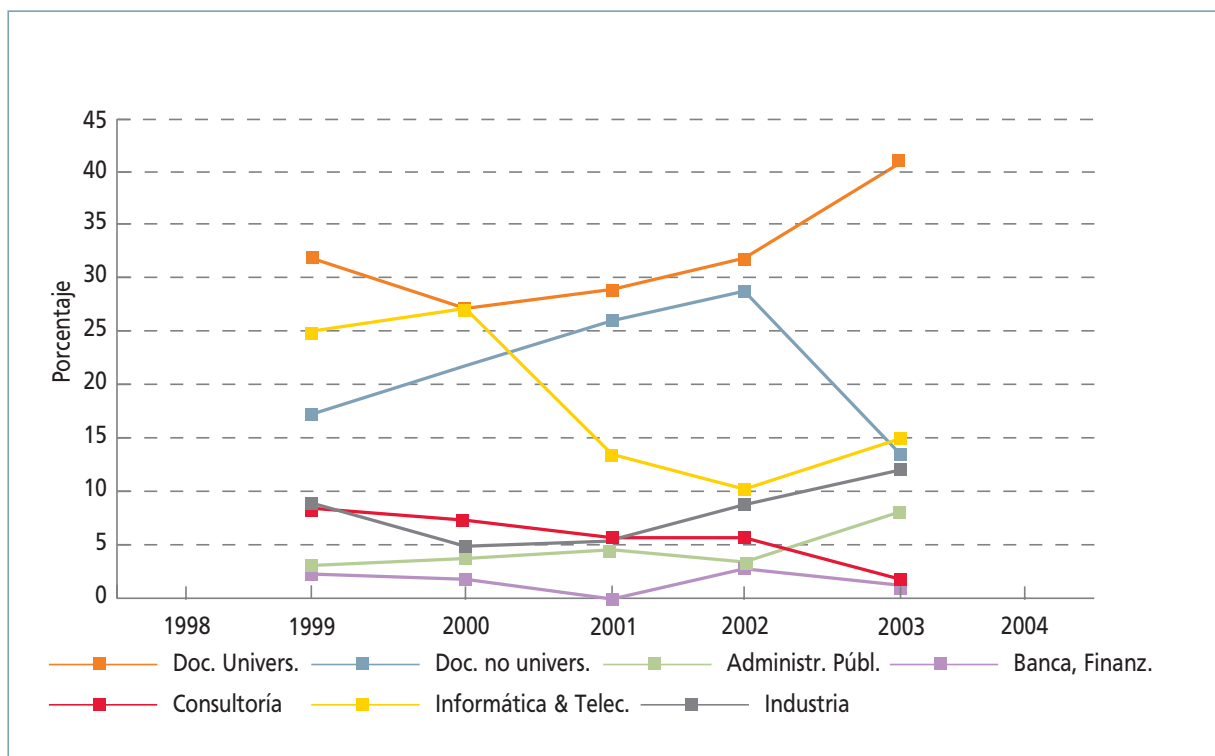
El paro se estabiliza alrededor del 6% para aquellos licenciados con 3 o más años. Dentro de los licenciados con 3 o más años, vemos que su actividad laboral está relacionada directamente con los estudios para un 40% de ellos.



Evolución situación laboral

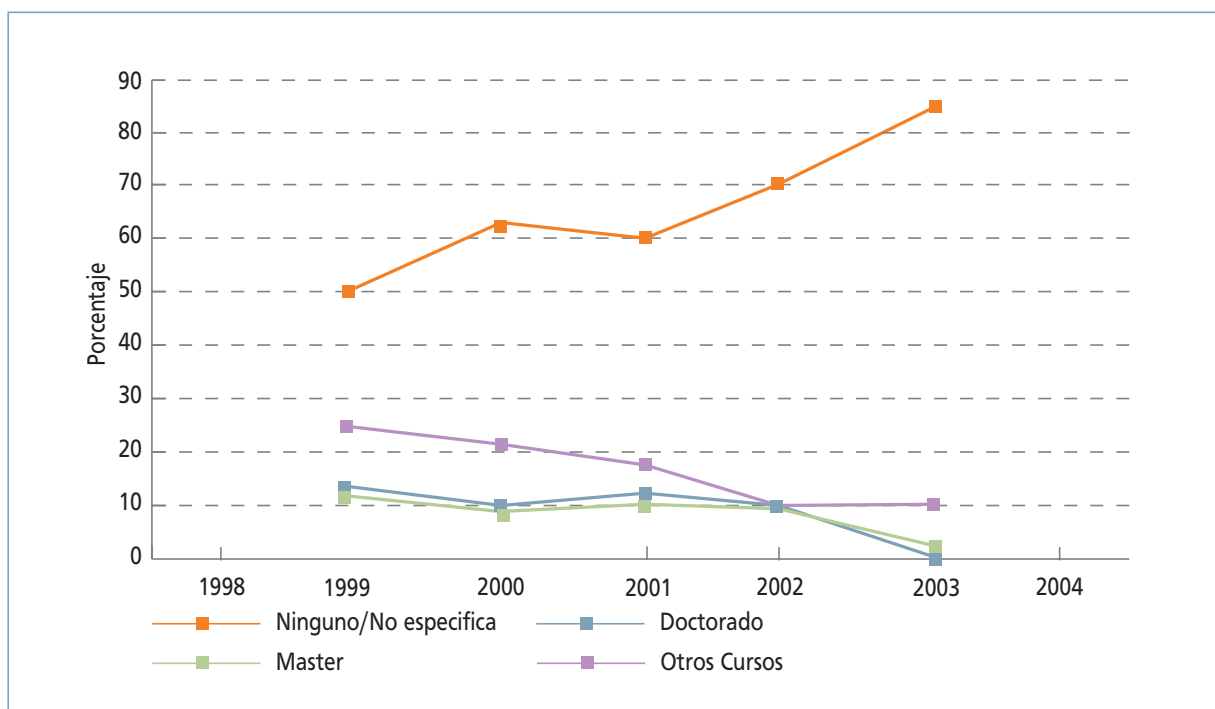
Los datos de la evolución de empleos por sectores muestran como ya dijimos un cierto sesgo hacia la actividad en la Universidad, debido a que es dentro de este ámbito (el universitario) donde hemos obtenido más respuestas a las encuestas realizadas. En particular, el aumento del porcentaje de docencia universitaria en los últimos años creemos que responderá más a la actividad en la Universidad como becarios o profesores asociados.

No obstante se puede apreciar claramente la disminución en el tiempo a medida que pasan los años del porcentaje de licenciados que desarrollan su actividad en la docencia no universitaria. Asimismo se ve que el sector de la Informática/Telecomunicaciones tiene un peso relevante para los Físicos.



Evolución empleos por sector

En cuanto a la formación de postgrado de los alumnos, más de la mitad de los encuestados no contesta o no ha realizado ningún estudio o curso posterior a la obtención de su licenciatura en Física.



Estudios posteriores

5.

PERFILES
PROFESIONALES

5. Perfiles profesionales

La mejor forma de determinar los perfiles profesionales de los titulados en Física es a partir de los perfiles de los actuales licenciados. Para encontrar estos perfiles se realizaron encuestas entre los graduados en Física en España en los últimos 5 años. Los resultados responden a perfiles esperados y que aparecían ya en estudios previos que se habían realizado en las Universidades de Barcelona, Córdoba, Oviedo, Zaragoza y Granada (ver Anexo 3).

Más del 90% de las encuestas recibidas responden a unos de los perfiles siguientes:

- 5.1. Docencia universitaria y/o investigación
- 5.2. Docencia no universitaria
- 5.3. Administración pública
- 5.4. Empresas de Banca, Finanzas y Seguros
- 5.5. Empresas de Consultoría
- 5.6. Empresas de Informática y Telecomunicaciones
- 5.7. Industria

El porcentaje restante o bien no responde o bien está relacionado con actividades que no se corresponden con las anteriormente mencionadas y tienen un peso estadístico mucho menor que las recogidas en 5.1-5.7.

El perfil 5.1, "Docencia universitaria y/o investigación" no puede ser desarrollado directamente tras la obtención del título de grado, si no que requerirá posteriores estudios de segundo y tercer ciclo. Sin embargo, mantenemos el estudio de las competencias que se consideran importantes para este perfil porque, tal como se mostró en el estudio del Grupo de Física del proyecto Tuning (Anexo 1), la adquisición de competencias es un proceso acumulativo por lo que es importante que en los estudios de grado se empiece a adquirir las competencias que se requerirán en el desarrollo profesional en este campo.

La posibilidad de desarrollar los perfiles 5.2 y 5.3 dependerán de la regulación que se haga para el acceso a la docencia no universitaria y función pública. En cuanto al resto de perfiles puede parecer sorprendente a primera vista el perfil 5.4: "Empresas de Banca, Finanzas y Seguros". Este perfil está incluido aquí porque un importante número de licenciados en Física trabaja actualmente en este tipo de empresas. El motivo por el que se da este fenómeno es la capacidad de los físicos para construir un modelo que describa procesos complejos (como puede ser la evolución de mercados financieros) y, mediante estos modelos, predecir la evolución futura de esos procesos.

6.

COMPETENCIAS
TRANSVERSALES
(GENÉRICAS)

6. Competencias transversales (genéricas)

Importancia de las competencias transversales en relación con los perfiles profesionales

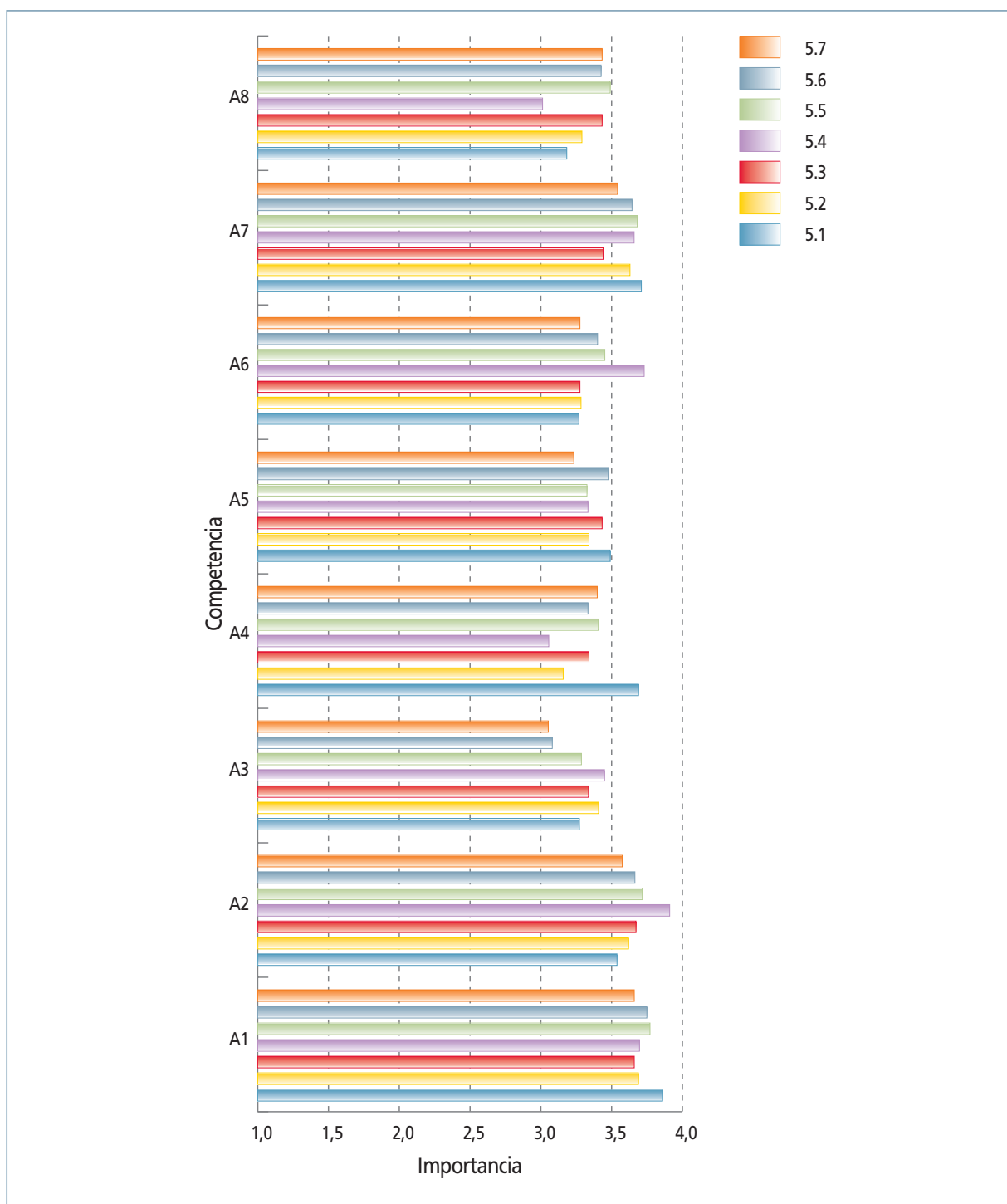
En el cuadro siguiente se resume la valoración que los licenciados en Física dan a las competencias transversales (genéricas), mediante los promedios de las respuestas. Se han añadido también, para una mejor interpretación de los resultados, las desviaciones típicas de los datos.

La presentación se realiza de acuerdo a los perfiles profesionales indicados anteriormente. El número de encuestas fue de 857.

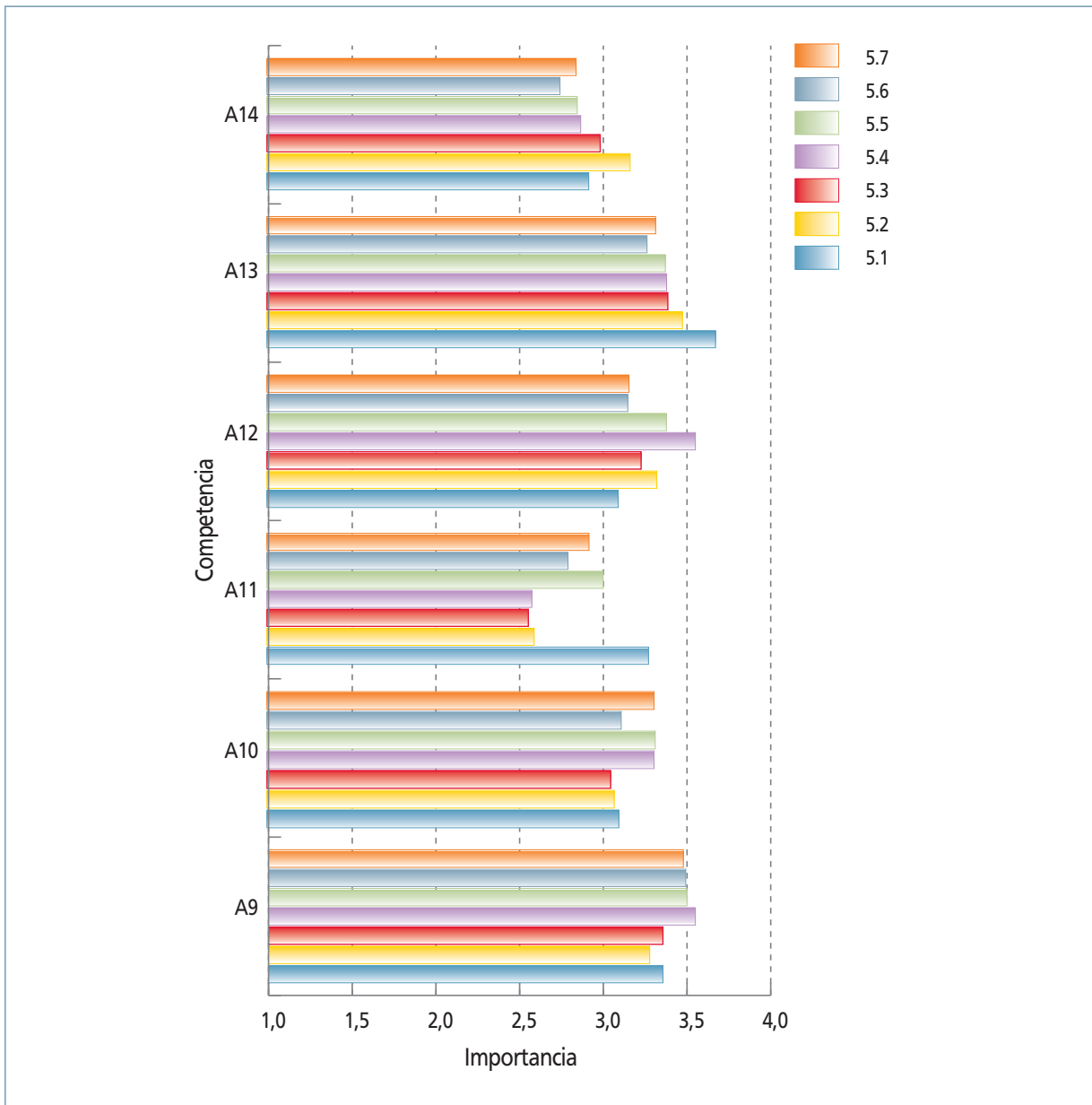
COMPETENCIAS TRANSVERSALES (puntuar de 1 a 4)		5.1		5.2		5.3		5.4		5.5		5.6		5.7	
		Med.	Dev.	Med.	Dev.	Med.	Dev.	Med.	Dev.	Med.	Dev.	Med.	Dev.	Med.	Dev.
INSTRUMENTALES															
A1	Capacidad de análisis y síntesis	3,9	0,4	3,6	0,6	3,6	0,7	3,6	0,7	3,7	0,4	3,7	0,5	3,6	0,6
A2	Capacidad de organización y planificación	3,4	0,6	3,5	0,6	3,6	0,6	3,9	0,3	3,7	0,5	3,6	0,6	3,5	0,7
A3	Comunicación oral y escrita en la lengua nativa	3,2	0,8	3,4	0,8	3,3	0,9	3,5	0,7	3,2	0,7	2,9	0,9	2,9	0,8
A4	Conocimiento de una lengua extranjera	3,7	0,6	3,0	1,0	3,2	1,0	2,8	1,0	3,3	0,8	3,2	0,9	3,3	1,0
A5	Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio	3,5	0,7	3,3	0,7	3,4	0,7	3,3	1,0	3,3	0,8	3,5	0,7	3,1	0,8
A6	Capacidad de gestión de la información	3,1	0,8	3,1	0,7	3,1	0,6	3,7	0,7	3,4	0,7	3,3	0,6	3,1	0,7
A7	Resolución de problemas	3,7	0,5	3,6	0,6	3,3	0,7	3,6	0,7	3,7	0,5	3,6	0,6	3,5	0,7
A8	Toma de decisiones	3,1	0,7	3,2	0,7	3,4	0,7	2,8	1,1	3,5	0,6	3,4	0,7	3,4	0,7
PERSONALES															
A9	Trabajo en equipo	3,3	0,7	3,2	0,7	3,3	0,8	3,6	0,5	3,5	0,7	3,5	0,6	3,5	0,6
A10	Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar	3,0	0,9	3,0	0,8	2,9	1,0	3,3	0,5	3,3	0,7	3,0	0,8	3,3	0,7
A11	Trabajo en un contexto internacional	3,3	0,8	2,3	1,0	2,2	1,0	2,3	1,1	2,9	0,9	2,6	1,0	2,8	1,0
A12	Habilidades en las relaciones interpersonales	2,9	0,8	3,2	0,8	3,1	0,9	3,6	0,5	3,3	0,6	3,0	0,7	3,0	0,7
A13	Razonamiento crítico	3,7	0,6	3,4	0,7	3,3	0,7	3,3	0,8	3,3	0,7	3,1	0,7	3,2	0,8
A14	Compromiso ético	2,8	0,9	3,2	0,8	2,9	1,0	2,7	1,0	2,7	0,9	2,6	1,0	2,7	1,0
SISTÉMICAS															
A15	Aprendizaje autónomo	3,5	0,6	3,4	0,6	3,6	0,5	3,1	0,9	3,5	0,6	3,5	0,7	3,2	0,7
A16	Adaptación a nuevas situaciones	3,4	0,7	3,3	0,7	3,3	0,7	3,6	0,7	3,6	0,6	3,4	0,7	3,3	0,8
A17	Creatividad	3,3	0,8	3,1	0,8	3,2	0,8	3,1	0,8	3,1	0,8	2,9	0,8	2,8	0,9
A18	Liderazgo	2,4	0,8	2,5	0,8	2,6	0,7	2,9	0,8	3,1	0,8	2,8	0,8	2,8	0,9
A19	Conocimiento de otras culturas y costumbres	2,1	0,9	2,3	0,9	1,8	1,0	2,5	0,9	2,2	0,9	1,9	0,9	2,0	0,9
A20	Iniciativa y espíritu emprendedor	3,1	0,8	2,9	0,8	3,0	0,8	3,2	0,8	3,3	0,7	3,1	0,8	3,1	0,7
A21	Motivación por la calidad	3,2	0,8	3,2	0,8	3,0	0,9	3,6	0,5	3,3	0,6	3,1	0,8	3,3	0,8
A22	Sensibilidad hacia temas medioambientales	2,6	1,0	3,1	0,9	2,7	0,9	2,4	0,9	2,3	1,2	2,1	1,0	2,6	1,1

Es importante destacar que en el caso de los perfiles 5.1 y 5.2 se han añadido los datos disponibles de encuestas que se realizaron entre profesores y por consiguiente los datos no solamente recogen información de Físicos que hayan terminado en los últimos 5 años.

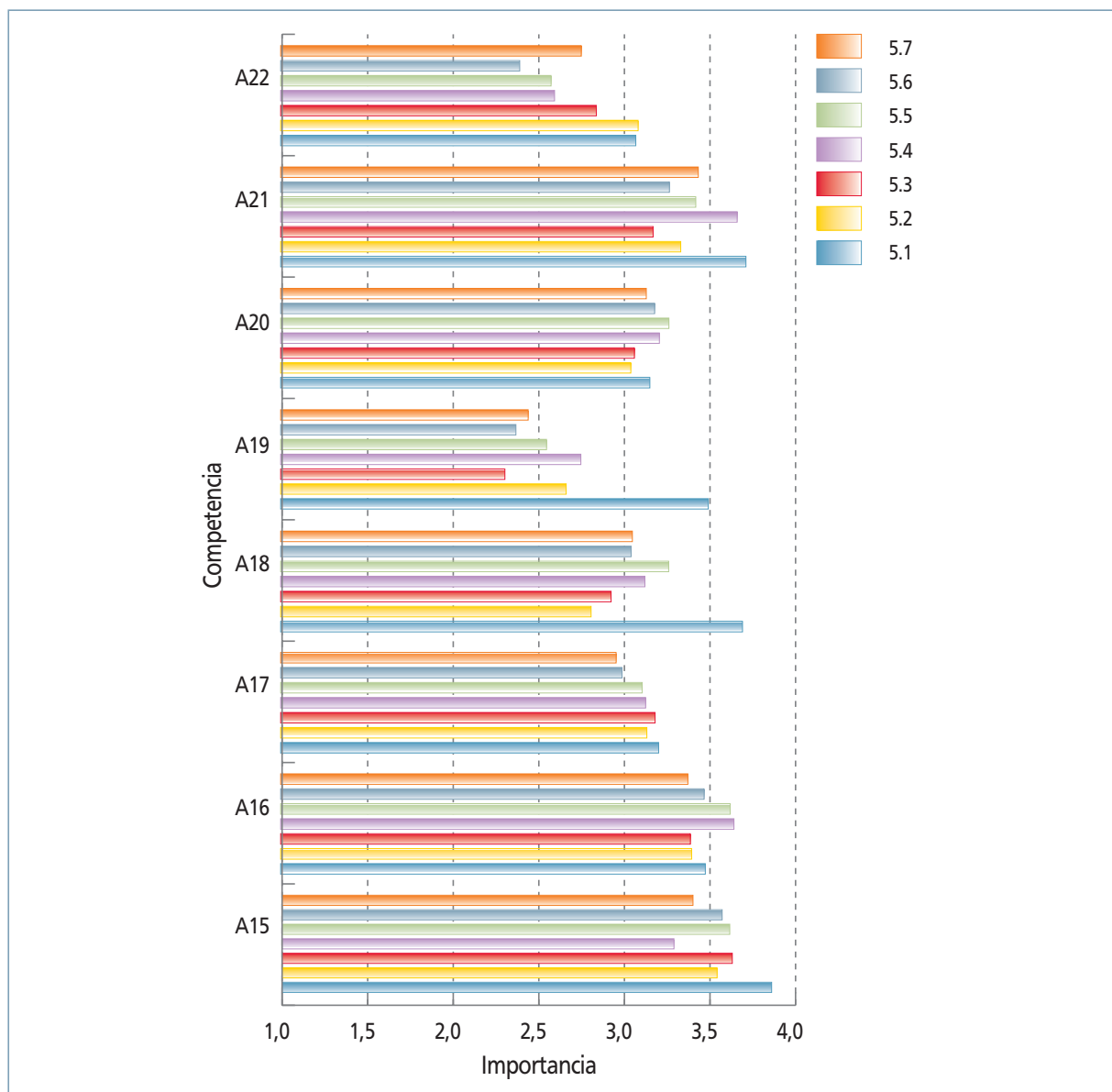
En las figuras siguientes se representan los datos del cuadro anterior en tres figuras, donde se muestran por separado las denominadas competencias instrumentales, personales y sistémicas.



Competencias transversales instrumentales



Competencias transversales personales



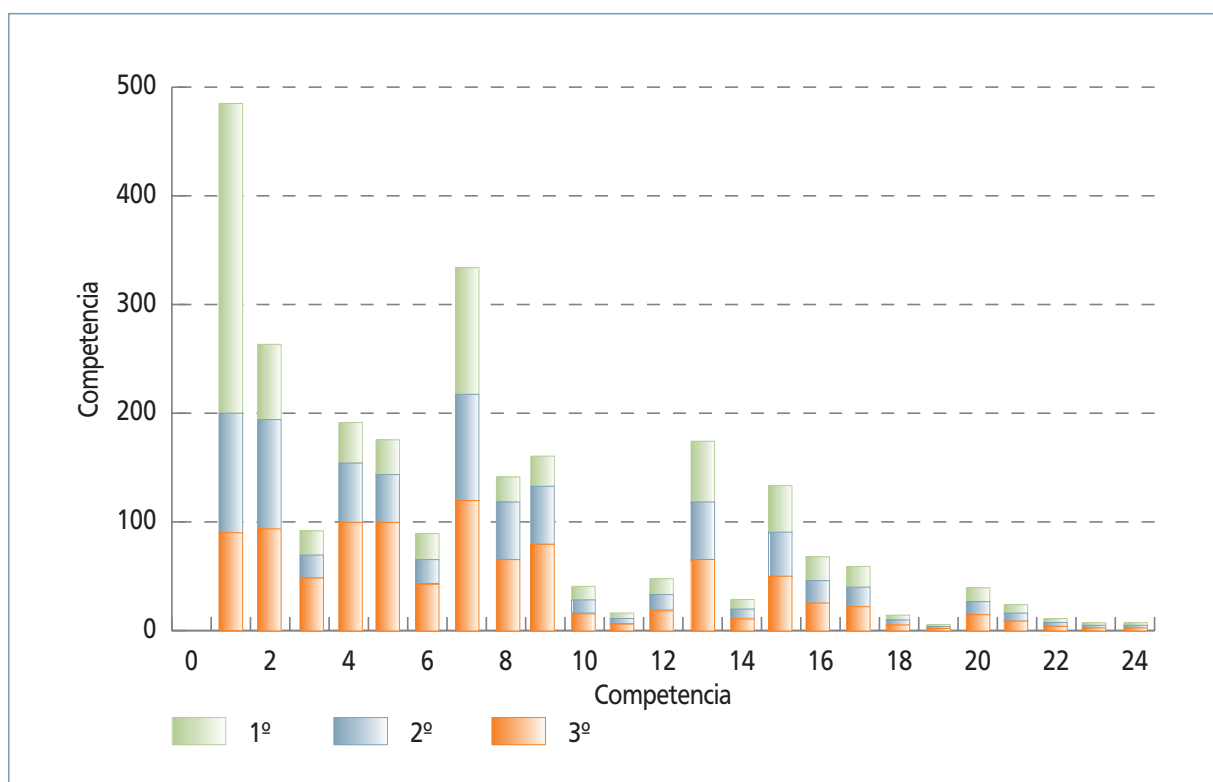
Competencias transversales sistémicas

A la vista de los resultados de las encuestas se pueden obtener las conclusiones siguientes:

- Las competencias A1 (Capacidad de análisis y síntesis), A2 (Capacidad de organización y planificación), A5 (Conocimientos informática), A7 (Resolución de problemas), A9 (Trabajo en equipo) A13 (Razonamiento crítico) y A15 (Aprendizaje autónomo) constituyen competencias muy bien valoradas para todos los perfiles profesionales, con medias por encima de 3,25 en casi todos los perfiles. Además las encuestas realizadas entre los empleadores (ver cuadro siguiente) muestran que también constituyen para éstos competencias muy relevantes.
- Un grupo de competencias que tienen una valoración muy baja en la mayor parte de los perfiles son A19 (Conocimiento de otras culturas y costumbres) por debajo de 2,25; A18 (Liderazgo) y A14 (Compromiso ético). La competencia A22 (Sensibilidad hacia temas medioambientales) también tiene una valoración baja (< 2,75) salvo para el perfil de profesorado no universitario.

- c) El resto de las competencias oscila de unos perfiles a otros, pero podemos decir que grosso modo están alrededor de un valor 3.

En las encuestas también se solicitó que se realizara una clasificación de las cinco competencias que se consideraban más importantes para los graduados. Los resultados se muestran en el histograma siguiente, donde se recoge el número de veces que una competencia ha sido clasificada en primera, segunda o tercera posición por todos los encuestados. La altura total de cada barra muestra la suma de las veces que una competencia ha sido mencionada en primer, segundo o tercer lugar. En una barra dada la altura de cada color muestra el número de veces en que se mencionó la competencia como primera, segunda o tercera en importancia. El ranking de competencias es consistente con la valoración numérica dada por todos los encuestados, siendo A1, A2, A7, A9, A13 y A15 las competencias más veces mencionadas por los encuestados como las de mayor importancia.



Ranking de competencias para los graduados

Se realizó el mismo análisis de las competencias transversales a partir de encuestas efectuadas entre profesores de Física y entre empleadores. El número de encuestas recibidas del colectivo Profesores (universitarios y no universitarios) fue de 458. El número de empleadores que respondieron fue mucho menor y los datos presentados responden a una muestra de 62 encuestas.

En el cuadro siguiente se muestra las valoraciones medias que Profesores, Egresados (en los últimos cinco años) y Empleadores otorgaron en las encuestas a las diferentes competencias genéricas. Se incluye además de la media, el error estándar de la media. Los resultados obtenidos son semejantes en la mayor parte de las competencias analizadas. No obstante existen algunas diferencias de valo-

ración. En cuanto a las competencias instrumentales, profesores y empleadores creen que el conocimiento de una lengua extranjera es importante. Esto no es percibido igualmente (o al menos con tanta importancia) por los graduados. En competencias personales, los profesores estiman como muy relevante el trabajo en un contexto internacional, algo no tan relevante para empleadores y menos para graduados. En lo que a competencias sistémicas se refiere, son llamativas las diferencias de opinión en dos competencias. Los empleadores no creen que la creatividad sea algo demasiado relevante, mientras que la capacidad de liderazgo es valorada por éstos como importante. Sin embargo, en el caso de graduados y profesores parecen estar orientados en estas opiniones en la dirección contraria a la de los empleadores.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES (puntuar de 1 a 4)		Profesores		Graduados		Empleadores	
		Med.	Err. med.	Med.	Err. med.	Med.	Err. med.
INSTRUMENTALES							
A1	Capacidad de análisis y síntesis	3,9	0,02	3,6	0,02	3,6	0,07
A2	Capacidad de organización y planificación	3,4	0,03	3,5	0,02	3,4	0,08
A3	Comunicación oral y escrita en la lengua nativa	3,2	0,04	3,4	0,03	3,1	0,10
A4	Conocimiento de una lengua extranjera	3,7	0,03	3,0	0,03	3,4	0,11
A5	Conocimientos de informática relativos	3,5	0,03	3,3	0,02	3,3	0,08
A6	Capacidad de gestión de la información	3,1	0,03	3,1	0,02	3,2	0,09
A7	Resolución de problemas	3,7	0,02	3,6	0,02	3,4	0,09
A8	Toma de decisiones	3,1	0,03	3,2	0,03	3,1	0,13
PERSONALES							
A9	Trabajo en equipo	3,3	0,03	3,2	0,02	3,4	0,09
A10	Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar	3,0	0,04	3,0	0,03	2,9	0,12
A11	Trabajo en un contexto internacional	3,3	0,04	2,3	0,03	2,9	0,13
A12	Habilidades en las relaciones interpersonales	2,9	0,04	3,2	0,03	3,2	0,07
A13	Razonamiento crítico	3,7	0,03	3,4	0,02	3,0	0,10
A14	Compromiso ético	2,8	0,04	3,2	0,03	3,0	0,09
SISTÉMICAS							
A15	Aprendizaje autónomo	3,5	0,03	3,4	0,02	3,1	0,10
A16	Adaptación a nuevas situaciones	3,4	0,03	3,3	0,02	3,1	0,10
A17	Creatividad	3,3	0,04	3,1	0,03	2,6	0,12
A18	Liderazgo	2,4	0,04	2,5	0,03	3,0	0,09
A19	Conocimiento de otras culturas y costumbres	2,1	0,04	2,3	0,03	2,3	0,14
A20	Iniciativa y espíritu emprendedor	3,1	0,04	2,9	0,03	3,0	0,11
A21	Motivación por la calidad	3,2	0,04	3,2	0,03	3,0	0,12
A22	Sensibilidad hacia temas medioambientales	2,6	0,05	3,1	0,05	2,6	0,13

7.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DE FORMACIÓN DISCIPLINAR

7. Competencias específicas de formación disciplinar

Enumerar las competencias específicas de formación disciplinar y ámbito de estudio

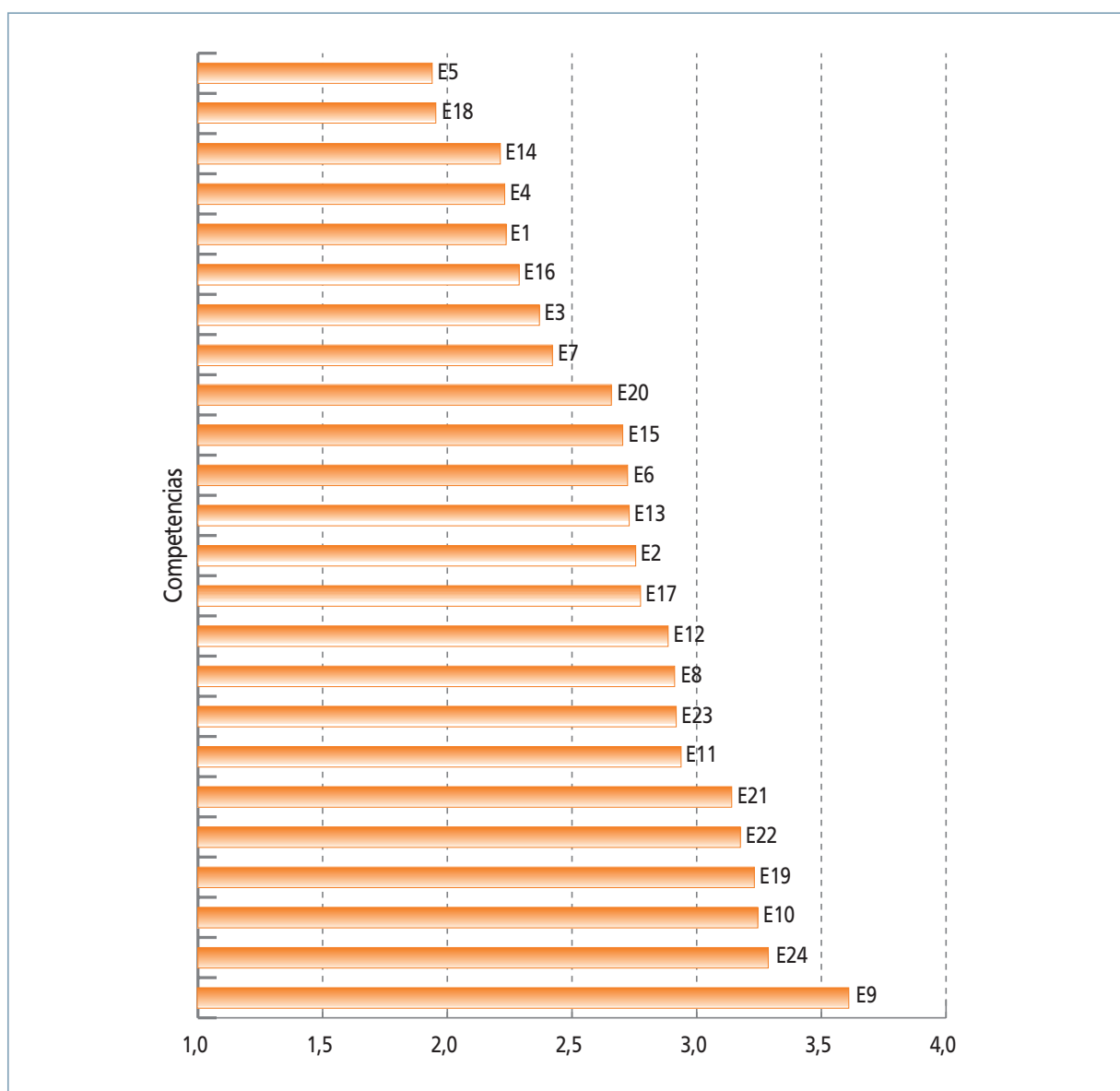
Para este apartado se envió un formulario de competencias específicas semejante al que se realizó en el Tuning de Física. La encuesta se efectuó entre los profesores con docencia en la licenciatura en Física. En la tabla siguiente se muestran los resultados promedio obtenidos, así como la desviación típica de los mismos.

Competencias específicas	Importancia				Error media
	Nada 1	Poca 2	Bastante 3	Mucha 4	
1. Adquirir cualificaciones adicionales para la profesión, a través de unidades opcionales diferentes a la física (Actitudes interpersonales/habilidades)			2,1		0,07
2. Adquirir una comprensión de la naturaleza de la investigación física, de las formas en que se lleva a cabo, y de cómo la investigación en física es aplicable a muchos campos diferentes al de la física, por ejemplo la ingeniería; habilidad para diseñar procedimientos experimentales y/o teóricos para: (i) resolver los problemas corrientes en la investigación académica o industrial; (ii) mejorar los resultados existentes (Destrezas de investigación básica y aplicada)			2,7		0,07
3. Ser capaz de trabajar en un grupo interdisciplinario, de presentar su propia investigación o resultados de búsqueda bibliográficos tanto a profesionales como a público en general (Habilidades específicas de comunicación)			2,4		0,07

Competencias específicas	Importancia				Error media
	Nada 1	Poca 2	Bastante 3	Mucha 4	
4. Ser capaz de llevar adelante las siguientes actividades: actividades profesionales en el marco de tecnologías aplicadas, tanto a nivel de laboratorio como industrial, relativos en general a la física y, en particular, a la radio protección; telecomunicación; tele-sensing; control remoto por satélite, control de calidad, participación en actividades de centros de investigación públicos y privados (incluyendo gerencia); teniendo en cuenta el análisis y cuestiones de modelado y de la física compleja y aspectos informáticos. (Espectro de empleos accesibles).			2,1		0,07
5. Ser capaz de llevar adelante las siguientes actividades: promover y desarrollar la innovación científica y tecnológica; planificación y gestión de tecnologías relacionadas con la física, en sectores tales como la industria, medio ambiente, salud, patrimonio cultural, administración pública, banca; alto nivel de popularización de las cuestiones concernientes a la cultura científica y de aspectos aplicados a la física clásica y moderna. (Espectro de empleos accesibles)			1,9		0,07
6. Ser capaz de comparar nuevos datos experimentales con modelos disponibles para revisar su validez y sugerir cambios con el objeto de mejorar la concordancia de los modelos con los datos. (Destrezas de modelación)			2,7		0,07
7. Ser capaz de desarrollar un sentido personal de la responsabilidad dada la libre elección de cursos a través del amplio espectro de técnicas científicas ofrecidas en el currículo, el estudiante / graduado debería ser capaz de obtener flexibilidad profesional. (Destrezas humanas / profesionales)			2,5		0,08
8. Ser capaz de iniciarse en nuevos campos a través de estudios independientes (Capacidad de aprender a aprender)			2,9		0,08
9. Ser capaz de evaluar claramente los ordenes de magnitud, de desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías, por lo tanto permitiendo el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas. (Destrezas para la resolución de problemas)			3,6		0,07
10. Ser capaz de realizar lo esencial de un proceso / situación y establecer un modelo de trabajo del mismo; el graduado debería ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir el problema hasta un nivel manejable; pensamiento crítico para construir modelos físicos. (Destrezas de modelado y de resolución de problemas)			3,2		0,09
11. Ser capaz de interpretar cálculos de forma independiente, aún cuando sea necesario un ordenador pequeño o uno grande, el graduado debería ser capaz de desarrollar programas de software. (Destrezas de resolución de problemas y destrezas informáticas)			3,0		0,09
12. Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía en física y otra bibliografía técnica, así como cualquier fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos. (Búsqueda de bibliografía y otras destrezas)			2,9		0,09

Competencias específicas	Importancia				Error media
	Nada 1	Poca 2	Bastante 3	Mucha 4	
13. Ser capaz de entender los problemas socialmente relacionados que confrontan la profesión y comprender las características éticas de la investigación de la actividad profesional en Física y su responsabilidad para proteger la salud pública y el medio ambiente. (Conciencia ética general y específica)			2,7		0,11
14. Ser capaz de trabajar con un alto grado de autonomía, aún aceptando responsabilidades en la planificación de proyectos y en el manejo de estructuras. (Destrezas de Gestión)			2,1		0,11
15. Estar preparado para competir por un puesto docente en física en la educación secundaria. (Espectros de empleos accesibles)			2,6		0,13
16. Aprovechar la facilidad para mantenerse informado de los nuevos desarrollos y la habilidad para proveer consejo profesional en un rango de aplicaciones posibles. (Destrezas específicas de actualización)			2,2		0,13
17. Tener un conocimiento en profundidad sobre las bases de la física moderna, por ejemplo en lo concerniente a teoría cuántica, etc. (Cultura General Profunda en Física)			2,7		0,13
18. Tener un buen conocimiento sobre la situación del arte en, por lo menos, una de las especialidades actuales de la física. (Familiaridad con las fronteras de la investigación)			2,0		0,14
19. Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes, localizando en su estructura lógica y matemática, su soporte experimental y el fenómeno físico que puede ser descrito a través de ellos. (Comprensión teórica de fenómenos físicos)			3,2		0,14
20. Haberse familiarizado con el "trabajo de genios", es decir, con la variedad y deleite de los descubrimientos y teorías físicas, desarrollando de este modo una conciencia de los más altos estándares. (Sensibilidad con respecto a estándares absolutos)			2,6		0,15
21. Haberse familiarizado con las áreas más importantes de la física, no sólo a través de su significancia intrínseca, sino por la relevancia esperada en un futuro para la física y sus aplicaciones, familiaridad con los enfoques que abarcan muchas áreas en física. (Cultura general en Física)			3,1		0,15
22. Haberse familiarizado con los modelos experimentales más importantes, además ser capaces de realizar experimentos de forma independiente, así como describir, analizar y evaluar críticamente los datos experimentales. (Destrezas experimentales y de laboratorio)			3,1		0,16
23. Haber mejorado el manejo de lenguas extranjeras a través de cursos impartidos en otros idiomas, por ejemplo estudios en el extranjero a través de programas de intercambio, reconocimiento de créditos en universidades extranjeras o centros de investigación. (Destrezas generales y específicas en lenguas extranjeras)			3,0		0,17

Competencias específicas	Importancia				Error media
	Nada 1	Poca 2	Bastante 3	Mucha 4	
24. Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados. (Destrezas en resolución de problemas y destrezas matemáticas)			3,3		0,17
25. Otras (especificar)					
26. Otras (especificar)					
27. Otras (especificar)					



Competencias específicas

Los resultados anteriores nos permiten establecer una clasificación de competencias específicas del modo siguiente:

- Aquellas competencias con un valor medio por encima de 3. Son aquellas relacionadas con el modelado y la resolución de problemas (E9, E10, E11 y E24) así como aquellas relacionadas con la comprensión teórica de los fenómenos físicos (E19) y las destrezas experimentales (E22). Todas ellas a priori muy ligadas a lo que constituye la formación de un físico.
- Todo un bloque de competencias poco relevantes ($<2,25$) como son aquellas relacionadas con capacidad interdisciplinar (E1), destrezas en la gestión (E14), estar al día de una especialidad física (E18) y las denominadas espectro de empleo accesible (E4 y E5).
- Un dato significativo es que la dispersión en los datos es alta ($>0,5$) para la totalidad de las competencias específicas analizadas.

8.

CLASIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS EN RELACIÓN CON LOS PERFILES PROFESIONALES

8. Clasificación de las competencias en relación con los perfiles profesionales

A partir de los apartados anteriores clasificar las competencias transversales y las específicas en relación con los perfiles profesionales

A. COMPETENCIAS GENÉRICAS

A partir de las encuestas realizadas se seleccionan las competencias más relevantes para cada tipo (instrumentales, personales y sistémicas); se añaden más de dos si éstas tienen una valoración por encima de 3,5.

Asimismo se indican aquellas competencias valoradas por debajo de 2,5, como menos relevantes, y que por consiguiente son menos importantes en cada uno de los perfiles.

5.1. Docencia Universitaria o Investigación

Más relevantes

- | | |
|-----------------|---|
| Instrumentales: | - Capacidad de análisis y síntesis (A1)
- Conocimiento de una lengua extranjera (A4)
- Resolución de problemas (A7) |
| Personales: | - Trabajo en equipo (A9)
- Razonamiento crítico (A13) |
| Sistémicas: | - Aprendizaje autónomo (A15)
- Adaptación a nuevas situaciones (A16) |

Menos relevantes

- | | |
|------------|---|
| Sistémicas | - Liderazgo (A18)
- Conocimiento de otras culturas (A19) |
|------------|---|

5.2. Docencia no Universitaria

Más relevantes

- Instrumentales:
- Capacidad de análisis y síntesis (A1)
 - Capacidad de organización y planificación (A2)
 - Resolución de problemas (A7)
- Personales:
- Habilidades en las relaciones interpersonales (A12)
 - Razonamiento crítico (A13)
- Sistémicas:
- Aprendizaje autónomo (A15)
 - Adaptación a nuevas situaciones (A16)

Menos relevantes

- Personales:
- Trabajo en un contexto internacional (A11)
- Sistémicas:
- Liderazgo (A18)
 - Conocimiento de otras culturas (A19)

5.3. Administración Pública

Más relevantes

- Instrumentales:
- Capacidad de análisis y síntesis (A1)
 - Capacidad de organización y planificación (A2)
- Personales:
- Trabajo en equipo (A9)
 - Razonamiento crítico (A13)
- Sistémicas:
- Aprendizaje autónomo (A15)
 - Adaptación a nuevas situaciones (A16)

Menos relevantes

- Sistémicas
- Trabajo en un contexto internacional (A11)
 - Conocimiento de otras culturas (A19)

5.4. Empresas de Banca, finanzas y seguros

Más relevantes

- Instrumentales:
- Capacidad de análisis y síntesis (A1)
 - Capacidad de organización y planificación (A2)
 - Capacidad de gestión de la información (A6)
 - Resolución de problemas (A7)

Personales: - Habilidades en las relaciones interpersonales (A12)

Sistémicas: - Adaptación a nuevas situaciones (A16)
- Motivación por la calidad (A21)

Menos relevantes

Sistémicas: - Trabajo en un contexto internacional (A11)
- Conocimiento de otras culturas (A19)
- Sensibilidad hacia temas medioambientales (A22)

5.5. Consultorías

Más relevantes

Instrumentales: - Capacidad de análisis y síntesis (A1)
- Capacidad de organización y planificación (A2)
- Resolución de problemas (A7)

Personales: - Capacidad de trabajo en equipo (A9)
- Capacidad en equipo interdisciplinar (A10)

Sistémicas: - Aprendizaje autónomo (A15)
- Adaptación a nuevas situaciones (A16)

Menos relevantes

Sistémicas: - Conocimiento de otras culturas (A19)
- Sensibilidad hacia temas medioambientales (A22)

5.6. Empresas de Informática y telecomunicaciones

Instrumentales: - Capacidad de análisis y síntesis (A1)
- Capacidad de organización y planificación (A2)
- Resolución de problemas (A7)

Personales: - Capacidad de trabajo en equipo (A9)
- Razonamiento crítico (A13)

Sistémicas: - Aprendizaje autónomo (A15)
- Adaptación a nuevas situaciones (A16)

Menos relevantes

Sistémicas: - Conocimiento de otras culturas (A19)
- Sensibilidad hacia temas medioambientales (A22)

5.7. Industria

- Instrumentales:
- Capacidad de análisis y síntesis (A1)
 - Resolución de problemas (A7)
- Personales:
- Capacidad de trabajo en equipo (A9)
 - Razonamiento crítico (A13)
- Sistémicas:
- Adaptación a nuevas situaciones (A16)
 - Motivación por la calidad (A21)

Menos relevantes

- Sistémicas:
- Conocimiento de otras culturas (A19)

B. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

A partir de las encuestas realizadas entre el profesorado universitario se seleccionan las 5 competencias específicas que los académicos consideran que son más relevantes para la formación de un graduado en Física. Muchas de ellas están claramente relacionadas con competencias genéricas que también habían sido destacadas como de mayor importancia.

Mas relevantes

- Ser capaz de evaluar claramente los ordenes de magnitud, de desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías, por lo tanto permitiendo el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas (E9)
- Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados (E24)
- Ser capaz de realizar lo esencial de un proceso / situación y establecer un modelo de trabajo del mismo; el graduado debería ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir el problema hasta un nivel manejable; pensamiento crítico para construir modelos físicos (E10)
- Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes, localizando en su estructura lógica y matemática, su soporte experimental y el fenómeno físico que puede ser descrito a través de ellos (E19)
- Haberse familiarizado con los modelos experimentales más importantes, además ser capaces de realizar experimentos de forma independiente, así como describir, analizar y evaluar críticamente los datos experimentales (E22)

Asimismo se seleccionan aquellas competencias específicas que los académicos entienden son menos relevantes:

Menos relevantes

- Ser capaz de llevar adelante las siguientes actividades: promover y desarrollar la innovación científica y tecnológica; planificación y gestión de tecnologías relacionadas con la física, en sectores tales como la industria, medio ambiente, salud, patrimonio cultural, administración pública, banca; alto nivel de popularización de las cuestiones concernientes a la cultura científica y de aspectos aplicados a la física clásica y moderna (E5)
- Tener un buen conocimiento sobre la situación del arte en, por lo menos, una de las especialidades actuales de la física (E18)
- Ser capaz de trabajar con un alto grado de autonomía, aún aceptando responsabilidades en la planificación de proyectos y en el manejo de estructuras (E14)
- Ser capaz de llevar adelante las siguientes actividades: actividades profesionales en el marco de tecnologías aplicadas, tanto a nivel de laboratorio como industrial, relativos en general a la física y, en particular, a la radio protección; telecomunicación; tele-sensing; control remoto por satélite, control de calidad, participación en actividades de centros de investigación públicos y privados (incluyendo gerencia); teniendo en cuenta el análisis y cuestiones de modelado y de la física compleja y aspectos informáticos (E4)
- Adquirir cualificaciones adicionales para la profesión, a través de unidades opcionales diferentes a la física (E1)

9.

DOCUMENTACIÓN DE LA VALORACIÓN DE LAS COMPETENCIAS

9. Documentación de la valoración de las competencias

Documentar la valoración de las competencias señaladas por parte del colegio profesional, asociación u otro tipo de institución

Se solicitaron informes a las siguientes organizaciones relacionadas con el desarrollo profesional de los físicos:

- Colegio Oficial de Físicos
- Real Sociedad Española de Física
- Conferencia de Decanos de Física
- Societat Catalana de Física
- Sociedad Española de Óptica
- Red Académica de Astronomía y Astrofísica
- Sociedad Española de Astronomía

Hemos recibido respuesta de todos ellos excepto de la Real Sociedad Española de Física, aunque nos consta que en dicha sociedad se han iniciado discusiones sobre este tema. Las respuestas, junto con el cuestionario que se les envió, se pueden encontrar en el Anexo 4 y el análisis de las valoraciones de las competencias se encuentra recogido en el Punto 10 de este informe.

10.

CONTRASTE DE LAS
COMPETENCIAS CON
LA EXPERIENCIA
ACADÉMICA Y
PROFESIONAL

10. Contraste de las competencias con la experiencia académica y profesional

Contrastar, también mediante informes, encuestas o cualquier otro documento significativo, dichas competencias con la experiencia académica y profesional de los titulados en la referida descripción

En las encuestas realizadas a profesores, egresados y empleadores sobre competencias genéricas se preguntaba tanto acerca de la valoración que se otorgaba a una competencia, como la opinión del encuestado sobre el grado en que dicha competencia había sido obtenida en sus estudios universitarios.

En el cuadro siguiente se muestran los promedios de las respuestas emitidas. En la columna A se indica la valoración, en la B la opinión sobre el grado alcanzado en la Universidad y en la C la diferencia entre ambas (B-A).

GRADUADOS

COMPETENCIAS TRANSVERSALES (GENÉRICAS) (PUNTUAR DE 1 A 4)		5.1 A	5.1 B	5.1 C	5.2 A	5.2 B	5.2 C
INSTRUMENTALES							
A1	Capacidad de análisis y síntesis	3,9	3,1	-0,7	3,6	3,2	-0,5
A2	Capacidad de organización y planificación	3,4	2,3	-1,1	3,5	2,6	-0,9
A3	Comunicación oral y escrita en la lengua nativa	3,2	2,1	-1,1	3,4	2,1	-1,3
A4	Conocimiento de una lengua extranjera	3,7	1,5	-2,2	3,0	1,6	-1,4
A5	Conocimientos de informática	3,5	2,1	-1,4	3,3	2,0	-1,3
A6	Capacidad de gestión de la información	3,1	2,1	-1,0	3,1	2,3	-0,8
A7	Resolución de problemas	3,7	3,1	-0,6	3,6	3,3	-0,3
A8	Toma de decisiones	3,1	1,9	-1,2	3,2	2,2	-1,0
PERSONALES							
A9	Trabajo en equipo	3,3	2,3	-1,0	3,2	2,3	-0,9
A10	Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar	3,0	1,5	-1,5	3,0	1,7	-1,3
A11	Trabajo en un contexto internacional	3,3	1,5	-1,8	2,3	1,5	-0,8
A12	Habilidades en las relaciones interpersonales	2,9	1,9	-1,0	3,2	1,8	-1,4
A13	Razonamiento crítico	3,7	2,8	-0,8	3,4	2,8	-0,6
A14	Compromiso ético	2,8	2,0	-0,8	3,2	1,9	-1,2
SISTÉMICAS							
A15	Aprendizaje autónomo	3,9	3,0	-0,9	3,4	3,3	-0,2
A16	Adaptación a nuevas situaciones	3,4	2,5	-0,9	3,3	2,6	-0,7
A17	Creatividad	3,3	2,1	-1,2	3,1	2,1	-1,0
A18	Liderazgo	2,4	1,5	-0,8	2,5	1,6	-0,9
A19	Conocimiento de otras culturas y costumbres	2,1	1,3	-0,8	2,3	1,3	-1,0
A20	Iniciativa y espíritu emprendedor	3,1	1,8	-1,3	2,9	1,9	-1,1
A21	Motivación por la calidad	3,2	2,2	-1,0	3,2	2,2	-1,1
A22	Sensibilidad hacia temas medioambientales	2,6	1,9	-0,6	3,1	2,1	-1,0

COMPETENCIAS TRANSVERSALES (GENÉRICAS) (PUNTUAR DE 1 A 4)		5.3 A	5.3 B	5.3 C	5.4 A	5.4 B	5.4 C
INSTRUMENTALES							
A1	Capacidad de análisis y síntesis	3,6	3,3	-0,3	3,6	3,7	0,1
A2	Capacidad de organización y planificación	3,6	2,8	-0,8	3,9	2,6	-1,3
A3	Comunicación oral y escrita en la lengua nativa	3,3	2,1	-1,1	3,5	1,5	-2,0
A4	Conocimiento de una lengua extranjera	3,2	1,7	-1,5	2,8	1,6	-1,2
A5	Conocimientos de informática	3,4	1,9	-1,5	3,3	2,2	-1,1
A6	Capacidad de gestión de la información	3,1	2,3	-0,9	3,7	2,6	-1,1
A7	Resolución de problemas	3,3	3,2	-0,1	3,6	3,6	-0,1
A8	Toma de decisiones	3,4	2,1	-1,3	2,8	2,3	-0,6
PERSONALES							
A9	Trabajo en equipo	3,3	2,0	-1,2	3,6	1,9	-1,6
A10	Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar	2,9	1,6	-1,3	3,3	1,9	-1,4
A11	Trabajo en un contexto internacional	2,2	1,5	-0,8	2,3	1,3	-1,0
A12	Habilidades en las relaciones interpersonales	3,1	1,7	-1,5	3,6	1,8	-1,7
A13	Razonamiento crítico	3,3	2,8	-0,5	3,3	3,1	-0,2
A14	Compromiso ético	2,9	1,9	-1,0	2,7	2,3	-0,5
SISTÉMICAS							
A15	Aprendizaje autónomo	3,6	3,6	0,0	3,1	3,6	0,5
A16	Adaptación a nuevas situaciones	3,3	2,7	-0,6	3,6	2,6	-1,0
A17	Creatividad	3,2	2,4	-0,8	3,1	2,5	-0,6
A18	Liderazgo	2,6	1,4	-1,3	2,9	1,6	-1,4
A19	Conocimiento de otras culturas y costumbres	1,8	1,3	-0,5	2,5	1,4	-1,1
A20	Iniciativa y espíritu emprendedor	3,0	2,0	-1,0	3,2	1,7	-1,5
A21	Motivación por la calidad	3,0	1,9	-1,1	3,6	2,2	-1,5
A22	Sensibilidad hacia temas medioambientales	2,7	2,0	-0,7	2,4	2,5	0,1

COMPETENCIAS TRANSVERSALES (GENÉRICAS) (PUNTUAR DE 1 A 4)		5.5 A	5.5 B	5.5 C	5.6 A	5.6 B	5.6 C
INSTRUMENTALES							
A1	Capacidad de análisis y síntesis	3,7	3,2	-0,6	3,7	3,4	-0,3
A2	Capacidad de organización y planificación	3,7	2,5	-1,2	3,6	2,7	-0,9
A3	Comunicación oral y escrita en la lengua nativa	3,2	1,9	-1,4	2,9	1,9	-1,1
A4	Conocimiento de una lengua extranjera	3,3	1,5	-1,8	3,2	1,5	-1,7
A5	Conocimientos de informática	3,3	2,0	-1,3	3,5	1,9	-1,5
A6	Capacidad de gestión de la información	3,4	2,4	-0,9	3,3	2,4	-0,8
A7	Resolución de problemas	3,7	3,2	-0,4	3,6	3,4	-0,2
A8	Toma de decisiones	3,5	2,2	-1,3	3,4	2,2	-1,2
PERSONALES							
A9	Trabajo en equipo	3,5	2,2	-1,3	3,5	2,3	-1,2
A10	Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar	3,3	1,8	-1,6	3,0	1,9	-1,2
A11	Trabajo en un contexto internacional	2,9	1,4	-1,5	2,6	1,3	-1,3
A12	Habilidades en las relaciones interpersonales	3,3	1,7	-1,7	3,0	1,9	-1,1
A13	Razonamiento crítico	3,3	2,9	-0,4	3,1	2,9	-0,3
A14	Compromiso ético	2,7	1,9	-0,8	2,6	1,9	-0,6
SISTÉMICAS							
A15	Aprendizaje autónomo	3,5	3,6	0,1	3,5	3,4	-0,1
A16	Adaptación a nuevas situaciones	3,6	2,7	-0,9	3,4	2,8	-0,6
A17	Creatividad	3,1	2,1	-0,9	2,9	2,2	-0,7
A18	Liderazgo	3,1	1,6	-1,5	2,8	1,7	-1,1
A19	Conocimiento de otras culturas y costumbres	2,2	1,3	-0,9	1,9	1,4	-0,6
A20	Iniciativa y espíritu emprendedor	3,3	1,9	-1,4	3,1	2,0	-1,1
A21	Motivación por la calidad	3,3	2,3	-1,1	3,1	2,2	-1,0
A22	Sensibilidad hacia temas medioambientales	2,3	2,0	-0,4	2,1	1,9	-0,1

COMPETENCIAS TRANSVERSALES (GENÉRICAS) (PUNTUAR DE 1 A 4)		5.7 A	5.7 B	5.7 C
INSTRUMENTALES				
A1	Capacidad de análisis y síntesis	3,6	3,4	-0,2
A2	Capacidad de organización y planificación	3,5	2,6	-0,9
A3	Comunicación oral y escrita en la lengua nativa	2,9	1,9	-1,0
A4	Conocimiento de una lengua extranjera	3,3	1,4	-1,9
A5	Conocimientos de informática	3,1	2,1	-1,0
A6	Capacidad de gestión de la información	3,1	2,4	-0,7
A7	Resolución de problemas	3,5	3,4	-0,1
A8	Toma de decisiones	3,4	2,0	-1,4
PERSONALES				
A9	Trabajo en equipo	3,5	2,4	-1,1
A10	Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar	3,3	1,8	-1,5
A11	Trabajo en un contexto internacional	2,8	1,4	-1,4
A12	Habilidades en las relaciones interpersonales	3,0	1,9	-1,1
A13	Razonamiento crítico	3,2	3,0	-0,2
A14	Compromiso ético	2,7	1,8	-0,9
SISTÉMICAS				
A15	Aprendizaje autónomo	3,2	3,5	0,3
A16	Adaptación a nuevas situaciones	3,3	2,6	-0,7
A17	Creatividad	2,8	2,2	-0,6
A18	Liderazgo	2,8	1,4	-1,4
A19	Conocimiento de otras culturas y costumbres	2,0	1,3	-0,8
A20	Iniciativa y espíritu emprendedor	3,1	1,8	-1,2
A21	Motivación por la calidad	3,3	2,0	-1,4
A22	Sensibilidad hacia temas medioambientales	2,6	1,9	-0,7

COMPETENCIAS TRANSVERSALES (GENÉRICAS) (PUNTUAR DE 1 A 4)	Empleadores A	Empleadores B	Empleadores C
INSTRUMENTALES			
Capacidad de análisis y síntesis	3,6	3,2	-0,4
Capacidad de organización y planificación	3,4	2,7	-0,7
Comunicación oral y escrita en la lengua nativa	3,1	2,5	-0,7
Conocimiento de una lengua extranjera	3,4	2,3	-1,1
Conocimientos de informática	3,3	2,7	-0,7
Capacidad de gestión de la información	3,2	2,7	-0,5
Resolución de problemas	3,4	2,9	-0,4
Toma de decisiones	3,1	2,6	-0,6
PERSONALES			
Trabajo en equipo	3,4	2,5	-0,9
Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar	2,9	2,4	-0,5
Trabajo en un contexto internacional	2,9	2,0	-0,9
Habilidades en las relaciones interpersonales	3,2	2,2	-1,0
Razonamiento crítico	3,0	2,4	-0,6
Compromiso ético	3,0	2,4	-0,7
SISTÉMICAS			
Aprendizaje autónomo	3,1	2,8	-0,3
Adaptación a nuevas situaciones	3,1	2,4	-0,7
Creatividad	2,6	2,3	-0,4
Liderazgo	3,0	2,0	-1,0
Conocimiento de otras culturas y costumbres	2,3	2,1	-0,1
Iniciativa y espíritu emprendedor	3,0	2,2	-0,8
Motivación por la calidad	3,0	2,4	-0,6
Sensibilidad hacia temas medioambientales	2,6	2,2	-0,4

A la vista de las tablas anteriores se pueden obtener las conclusiones siguientes:

- 1) En general, la percepción para todos los perfiles profesionales de los graduados, y también para los empleadores, es que la formación obtenida en los estudios universitarios de la mayor parte de las competencias genéricas ha sido inferior a la importancia que le asignan a las mismas. Esto se refleja en las columnas C donde como se puede ver abundan los valores negativos.
- 2) Algunas competencias de las que se consideraron más importantes en el punto 6 y 8 siguen teniendo las puntuaciones más altas en cuanto a la formación obtenida en la Universidad (B). Estas son: A1, A7 y A9.
- 3) No obstante, competencias también consideradas importantes adquieren valores en la columna B bastante bajos en general. En particular A4 (Conocimiento de una segunda lengua) y A5 (Conocimientos de informática).
- 4) Todos los perfiles profesionales valoran positivamente el grado de aprendizaje autónomo obtenido durante los estudios.
- 5) La opinión de los empleadores en lo que al nivel de competencia alcanzado en los estudios universitarios es en todos los casos inferior a 3, con excepción de A1 (Capacidad de análisis y síntesis).

Para poder comparar estos datos con los presentados en el punto 8 donde se extrajeron las competencias mejor valoradas en función del perfil profesional, añadimos ahora para las competencias mejor valoradas, la diferencia con el grado que se alcanzó de las mismas en la universidad (esto es, se añaden los datos de la columna C).

5.1. Docencia Universitaria o Investigación

Más relevantes

Instrumentales:	- Capacidad de análisis y síntesis (A1)	-0,7
	- Conocimiento de una lengua extranjera (A4)	-2,2
	- Resolución de problemas (A7)	-0,6
Personales:	- Trabajo en equipo (A9)	-1,0
	- Razonamiento crítico (A13)	-0,8
Sistémicas:	- Aprendizaje autónomo (A15)	-0,9
	- Adaptación a nuevas situaciones (A16)	-0,9

5.2. Docencia no Universitaria

Más relevantes

Instrumentales:	- Capacidad de análisis y síntesis (A1)	-0,5
-----------------	---	------

	- Capacidad de organización y planificación (A2)	-0,9
	- Resolución de problemas (A7)	-0,3
Personales:	- Habilidades en las relaciones interpersonales (A12)	-1,4
	- Razonamiento crítico (A13)	-0,6
Sistémicas:	- Aprendizaje autónomo (A15)	-0,6
	- Adaptación a nuevas situaciones (A16)	-0,7

5.3. Administración Pública

Más relevantes

Instrumentales:	- Capacidad de análisis y síntesis (A1)	-0,3
	- Capacidad de organización y planificación (A2)	-0,8
Personales:	- Trabajo en equipo (A9)	-1,2
	- Razonamiento crítico (A13)	-0,5
Sistémicas:	- Aprendizaje autónomo (A15)	0,0
	- Adaptación a nuevas situaciones (A16)	-0,6

5.4. Empresas de Banca, finanzas y seguros

Más relevantes

Instrumentales:	- Capacidad de análisis y síntesis (A1)	+0,1
	- Capacidad de organización y planificación (A2)	-1,3
	- Capacidad de gestión de la información (A6)	-1,1
	- Resolución de problemas (A7)	-0,1
Personales:	- Habilidades en las relaciones interpersonales (A12)	-1,7
Sistémicas:	- Adaptación a nuevas situaciones (A16)	-1,0
	- Motivación por la calidad (A21)	-1,5

5.5. Consultorías

Más relevantes

Instrumentales:	- Capacidad de análisis y síntesis (A1)	-0,6
	- Capacidad de organización y planificación (A2)	-1,2
	- Resolución de problemas (A7)	-0,4
Personales:	- Capacidad de trabajo en equipo (A9)	-1,3

	- Capacidad en equipo interdisciplinar (A10)	-1,3
Sistémicas:	- Aprendizaje autónomo (A15)	+0,1
	- Adaptación a nuevas situaciones (A16)	-0,9

5.6. Empresas de Informática y telecomunicaciones

Instrumentales:	- Capacidad de análisis y síntesis (A1)	-0,3
	- Capacidad de organización y planificación (A2)	-0,9
	- Resolución de problemas (A7)	-0,2
Personales:	- Capacidad de trabajo en equipo (A9)	-1,2
	- Razonamiento crítico (A13)	-0,3
Sistémicas:	- Aprendizaje autónomo (A15)	-0,1
	- Adaptación a nuevas situaciones (A16)	-0,6

5.7. Industria

Instrumentales:	- Capacidad de análisis y síntesis (A1)	-0,2
	- Resolución de problemas (A7)	-0,1
Personales:	- Capacidad de trabajo en equipo (A9)	-1,1
	- Razonamiento crítico (A13)	-0,2
Sistémicas:	- Adaptación a nuevas situaciones (A16)	-0,7
	- Motivación por la calidad (A21)	-1,4

Con el objeto de disponer de informes adicionales acerca de la opinión de sociedades y colegios profesionales próximos a la titulación en Físicas se recabó información de diversas instituciones. En concreto se recabaron informes de las instituciones siguientes:

- Colegio Oficial de Físicos
- Conferencia de Decanos de Física
- Societat Catalana de Física
- Sociedad Española de Astronomía
- Sociedad Española de Óptica
- Red Académica de Astrofísica y Astronomía

Los informes emitidos recogen la opinión de estas sociedades acerca de las competencias genéricas y específicas que consideran más importantes. En particular en la mayor parte de los informes realizados (ver anexo4) se establece un ranking de competencias genéricas y una valoración de la importancia de las competencias específicas. A la vista de los informes emitidos podemos establecer un breve análisis comparativo de la valoración que hacen la instituciones y la de los encuestados.

En lo que a las competencias genéricas se refiere se puede destacar lo siguiente:

- La capacidad de análisis y síntesis (A1), la capacidad para la resolución de problemas (A7), y la capacidad de aprender autónomamente (A15) están citadas entre las más importantes en todos los casos. Parecen ser las competencias más genuinas asociadas a la titulación en Físicas.
- En el lado opuesto, la apreciación de la diversidad y multiculturalidad y conocimiento de otras cultura y costumbres (A19), las habilidades en las relaciones interpersonales (A12) y el conocimiento de una segunda lengua (A4) son competencias que ocupan los últimos puestos en una clasificación de competencias genéricas.

Las comparación de las opiniones de las instituciones con las de los académicos acerca de las competencias específicas muestran lo siguiente:

- Existe un alto grado de coincidencia en la valoración promedio que emiten los académicos y la que realizan las sociedades e instituciones consultadas.
- Las competencias unánimemente bien valoradas siguen siendo aquellas relacionada con el modelado y la resolución de problemas, la comprensión teórica de los fenómeno físicos y las destrezas experimentales que deben adquirir los graduados en Física.
- Existe gran coincidencia con las competencias que se consideran poco o menos relevantes: las de adquirir otro tipo de habilidades interdisciplinarias, las destrezas en la gestión, conocer el estado del arte de alguna especialidad física y alguna de las denominadas competencias de empleo de espectro accesible.

11.

OBJETIVOS DEL TÍTULO

11. Objetivos del título

Sobre los informes aportados por los datos obtenidos anteriormente, definir los objetivos del título

La Física es una ciencia experimental básica cuyo desarrollo es importante para el sistema de ciencia y tecnología de cualquier país moderno, por lo que tiene una fuerte implantación en todos los sistemas universitarios de los países desarrollados. Los estudios de Física, sin embargo, no sirven solamente a aquellos estudiantes interesados en integrarse profesionalmente en el sistema de investigación, sino que les provee de una formación amplia que, según se observa a través de los estudios realizados en este proyecto a nivel nacional y de los estudios realizados por el proyecto TUNING a nivel europeo, proporciona una capacidad de empleo muy elevada. Además se observa también que el espectro de trabajos que desarrollan los titulados es muy amplio, tal como queda claramente expuesto en el informe del Colegio Oficial de Físicos que se incluye en el Anexo 4. Esto indica la amplitud y aplicabilidad de las destrezas adquiridas por los estudiantes de Física es apreciada por la sociedad y no se limita, como en ocasiones se cree, a formar futuros docentes e investigadores. Debido a la versatilidad que ofrece es importante que se siga impartiendo una titulación de Física variada y de calidad.

Mediante el estudio y aprendizaje de las materias básicas de la física se consiguen los siguientes objetivos:

- El físico debe ser capaz de evaluar y discernir entre los órdenes de magnitud, así como de desarrollar una clara percepción de situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías, lo que permite el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas. Para ello es importante que el estudiante, además de dominar las teorías físicas, adquiera un buen conocimiento y dominio de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.
- El estudiante debe desarrollar la capacidad de identificar los elementos esenciales de un proceso o una situación compleja, lo que le permitirá construir un modelo simplificado que describa con la aproximación necesaria el objeto de estudio y permita realizar predicciones sobre su evolución futura. El físico debe ser capaz también de identificar la forma de comprobar la validez

del modelo y de introducir las modificaciones necesarias cuando se observen discrepancias entre las predicciones del modelo y las observaciones.

- El estudiante debe familiarizarse con el trabajo en el laboratorio, la instrumentación y los métodos experimentales más usados. Además debe de ser capaz de realizar experimentos de forma independiente y describir, analizar y evaluar críticamente los datos obtenidos.

12.

ESTRUCTURA GENERAL Y CONTENIDOS DEL TÍTULO

12. Estructura general y contenidos del título

INTRODUCCIÓN

El grupo de trabajo (GTFIS) se ha encontrado con el problema de la falta de definición por parte de las autoridades ministeriales del marco normativo del Grado, en lo que se refiere a su duración (180 o 240 ECTS), su denominación (Licenciado, Graduado, Diplomado) y su equivalencia competencial con los títulos actualmente en vigor. Igual indefinición existe en los porcentajes máximo y mínimo de contenidos formativos comunes (CFC), si es que finalmente se establecen.

A petición de la ANECA, el GTFIS ha elaborado dos propuestas de Grado, una de 180 y otra de 240 ECTS, que corrieron a cargo de dos subgrupos de trabajo, G180 y G240. El primero, formado por Antoni Méndez (U. Autónoma de Barcelona), Joan Ángel Padró (U. de Barcelona), José María Gómez (U. Complutense de Madrid), Fernando Cornet (U. de Granada), Luis Roso (U. de Salamanca), María Victoria Castillo (U. de Valencia), Jesús Martínez (U. de Zaragoza) y José Luis Castillo (UNED). El segundo por Alfredo Poves (U. Autónoma de Madrid), Ernesto Anabitarte (U. de Cantabria), Vicente Colomer (U. de Córdoba), Vicente Garzo (U. de Extremadura), Antoni Amengual (U. de las Islas Baleares), Francisco Mauricio (U. de La Laguna), José María Alameda (U. de Oviedo), Alberto García (U. del País Vasco), Félix Sarmiento (U. de Santiago), Arturo Domínguez (U. de Sevilla), José Bernabeu (U. de Valencia), Carlos Casanova (U. de Valladolid) y Moncho Gómez Gesteira (U. de Vigo).

En la reunión plenaria del GTFIS de 25/02/04 se acordaron por unanimidad las recomendaciones siguientes:

- Todos los Grados clásicos de Ciencias (Matemáticas, Química, Biología, Geología, Física, etc.) deberían tener la misma duración.

- Si el grado en Física mantiene las competencias de la actual Licenciatura, el grado debería ser de 240 ECTS.
- Si el grado en Física fuera de 180 ECTS no debería llamarse Licenciado, ya que correspondería a una formación universitaria muy inferior a la de los actuales Licenciados.

Aparte de estos puntos de acuerdo, el grupo de trabajo ha analizado los pros y contras de las dos opciones de Grado básicas. Las ventajas de cada opción son en cierto modo las desventajas de la otra, y se pueden resumir en los siguientes puntos:

Ventajas de la opción de 180 ECTS

- Mayor concordancia con la mayoría de los países europeos que han adoptado un sistema 3+2 (Grado de 180 ECTS y master de 120 ECTS), lo que a su vez facilita la movilidad de estudiantes en Europa, lo que es uno de los objetivos del Espacio Europeo de Educación Superior.
- Permite la realización de unos Masters con mayor entidad y profundización en las especialidades sin alargar excesivamente los años de estudio.
- Proporciona mayor flexibilidad para establecer Masters conjuntos con otras universidades europeas.
- Proporciona una salida profesional rápida a los alumnos que por su nivel o interés no quieran profundizar en la Física.

Ventajas de la opción de 240 ECTS

- Compensa la menor duración de la enseñanza primaria y secundaria en España, de forma que los estudiantes terminarían el Grado con la misma edad que una parte del resto de estudiantes europeos a pesar de que su Grado sea un año más corto (ver Tabla 7 del Punto 1).
- Los alumnos finalizarían el Grado con mayor madurez intelectual y una formación más completa, lo que permite alcanzar con mayor profundidad las destrezas requeridas a un físico, tales como la capacidad de modelización de situaciones complejas y la capacidad de resolver problemas.
- Se facilita la equiparación de los futuros "Bachelors" con los actuales Licenciados y no plantea problemas de percepción social de la relevancia del título.
- Permite integrar en el Grado orientaciones profesionales tales como la formación inicial del profesorado de secundaria o incluso "minors" en informática, economía, biología, etc. lo que enriquece la empleabilidad de los graduados y facilita el acceso a Masters interdisciplinares.
- Minimiza el posible problema de la financiación pública de los masters y el de la selección de los estudiantes que acceden a ellos.

El grupo de trabajo no ha alcanzado un acuerdo acerca de cual de estos dos es el mejor modelo por lo que, en vista de las incertidumbres que pesan sobre el proceso de convergencia, prefiere dejar este punto abierto. Una clara indicación de qué modelo apoya cada miembro del grupo de trabajo viene dada por el subgrupo en que se ha integrado.

Existe no obstante un amplio acuerdo en recomendar el establecimiento de dos niveles de grado, uno de 180 ECTS (Diplomado o Graduado) y otro de 240 ECTS que mantendría la denominación de Licenciado. Esta doble titulación de grado solucionaría gran cantidad de problemas, no sólo en los estudios de Física, sino en todo el sistema, ya que eliminaría la discriminación que sufren, en cuanto a reconocimiento europeo, las actuales titulaciones de tres años, sin necesidad de alargar su duración innecesariamente. En resumen, el modelo de doble titulación de grado daría la máxima flexibilidad para el desarrollo profesional del alumno, aunando las ventajas de los dos modelos y evitando sus inconvenientes. Como mostraremos a continuación, la implementación práctica del esquema de doble titulación de grado no plantea ninguna dificultad.

ESTRUCTURA GENERAL DE LOS CONTENIDOS FORMATIVOS COMUNES

Los CFC se presentan agrupados en bloques de extensión mayor que las asignaturas convencionales. En la distribución de ECTS entre las diferentes materias se ha tomado un módulo de 3 ECTS. Se trata de un módulo pequeño, lo que permite mayor flexibilidad y el riesgo de tener un número excesivo de materias con un bajo número de ECTS se ha eliminado tomando siempre un mínimo de 2 módulos (6 ECTS). Cada materia acompaña de una lista de objetivos/destrezas a alcanzar por los estudiantes y de algunas referencias bibliográficas, que no tienen otro objeto que el de fijar el nivel al que se espera que se impartan los contenidos. Cada universidad tendría autonomía para distribuir los CFC en asignaturas en su plan de estudios y en el número de horas dedicadas a desarrollar cada uno de los contenidos. No obstante, la comisión ha elaborado algunas ejemplificaciones con el único fin de mostrar la viabilidad de la propuesta. Los contenidos coinciden prácticamente por completo con los estándares europeos recogidos en el informe Tuning.

■ Modelo de 180 ECTS

- Fundamentos de Física: 15 ECTS
- Mecánica y Ondas: 12 ECTS
- Electromagnetismo: 12 ECTS
- Óptica: 6 ECTS
- Termodinámica y Física Estadística: 12 ECTS
- Física Cuántica: 12 ECTS
- Estructura de la Materia: 9 ECTS
- Técnicas experimentales: 18 ECTS
- Métodos Matemáticos de la Física: 30 ECTS
- Física Computacional: 9 ECTS

■ Modelo de 240 ECTS

- Fundamentos de Física: 15 ECTS
- Mecánica y Ondas: 12 ECTS
- Electromagnetismo: 12 ECTS
- Óptica: 6 ECTS
- Termodinámica y Física Estadística: 12 ECTS
- Física Cuántica: 12 ECTS
- Estructura de la Materia: 21 ECTS
- Técnicas experimentales: 21 ECTS
- Métodos Matemáticos de la Física: 36 ECTS
- Física Computacional: 12 ECTS

Las destrezas que se recogen en cada bloque de contenidos deben considerarse como ilustrativas y no tienen la pretensión de ser exhaustivas. El orden de los contenidos es también indicativo.

Recuérdese que cada crédito ECTS supone el trabajo de entre 25 y 30 horas por parte del alumno, incluyendo en estas las horas de contacto con el profesor (clases magistrales, clases de problemas, trabajos tutorizados, prácticas en laboratorios experimentales o computacionales, exámenes, etc.). Cada ECTS representa entre 10 y 12 horas de contacto con el profesor, o entre 15 y 18 horas de trabajo en un laboratorio de computación, o entre 20 y 24 horas de trabajo en un laboratorio experimental. En algunos borradores ministeriales el porcentaje de CFC's debía estar comprendido entre el 60% y el 75% de los contenidos totales del Grado.

Los CFC's del grado de 240 ECTS suman 159 ECTS, lo que representa el 67% del total. Para el grado de 180 ECTS, los CFC's suman 135 ECTS, un 75%.

Es importante señalar que todos los CFC's del grado de 180 ECTS están contenidos en los CFC's del grado de 240 ECTS. Así mismo, el mayor número de ECTS disponible en el grado de 240 ECTS se distribuye entre materias complementarias y materias más avanzadas, como es Estructura de la Materia. Ello se debe a que el modelo de 180 ECTS cubre ya suficientemente las materias básicas, por lo que no es imprescindible añadirles más créditos en el modelo de 240 ECTS.

- El grupo de trabajo considera que en la ordenación académica sería aconsejable que el número de asignaturas a cursar simultáneamente no fuera mayor que cinco y recoge el sentir de muchos centros sobre la conveniencia de ofertar asignaturas anuales en los primeros cursos.
- También considera que todos los CFC -incluidos los bloques de Métodos Matemáticos y de Física Computacional- han de poder ser impartidos por profesores de cualquier área de conocimiento de Física. En este sentido podría ser recomendable la rotación de las asignaturas entre los profesores y los departamentos.

Fundamentos de Física

La inclusión del bloque de fundamentos de física se justifica por las siguientes razones:

- Debido a la estructura del bachillerato, los estudiantes llegan a la universidad con niveles de conocimiento muy dispares. En muchos casos a esto se añade que los conocimientos han sido insuficientemente madurados. Un curso de inmersión como el que se propone contribuiría a la maduración y homogeneización de los conocimientos iniciales.
- Debe servir también para aumentar la motivación de los estudiantes: Si se dedicara el primer curso a dar predominantemente los contenidos matemáticos el efecto podría ser el contrario.
- Dar una parcela de la física de manera definitiva en primero no es aconsejable porque en cualquier caso habría que volver sobre ella a un nivel más avanzado.
- Se observa un exceso de formalismo en los graduados actuales, y una carencia de "intuición física". Eso es debido a que han recibido una formación con énfasis en el tratamiento matemático riguroso más que en la comprensión intuitiva de los fenómenos. Ofrecer un panorama general con ideas básicas intuitivas y un formalismo matemático básico contribuiría a mejorar esta situación. El formalismo se vería más adelante como algo subordinado a la comprensión inicial.
- Este panorama general proporcionaría perspectiva y motivación para el estudio de los diferentes campos de la física, evitando la compartimentación propia de los esquemas basados en asignaturas temáticas, que hace que los alumnos no conecten las ideas de las disciplinas "tradicionales" entre sí.

Este bloque debería ser impartido por profesores muy experimentados y con una buena visión global de la física.

■ CONTENIDO:

- El estudio de la naturaleza y la relación de la física con otras ciencias.
- Elementos de Mecánica Newtoniana.
- Conceptos básicos de mecánica de fluidos.
- Conceptos básicos de termodinámica y física estadística.
- Introducción a la teoría cinética de los gases.
- Elementos de Electromagnetismo.
- Introducción a la teoría de la relatividad.
- Fenómenos ondulatorios.

- Elementos de Óptica.
- Introducción a los fenómenos cuánticos.
- Estructura de la materia: átomos, moléculas, sólidos.
- Estructura y procesos nucleares. Partículas elementales.
- Nociones básicas de Astrofísica y Cosmología.

■ DESTREZAS:

- Desarrollar la intuición física.
- Manejar los esquemas conceptuales básicos de la física: partícula, onda, campo, sistema de referencia, energía, momento, leyes de conservación, puntos de vista microscópico y macroscópico, etc.
- Aprender que el modo de trabajo en física es identificar la esencia de los fenómenos.
- Desarrollar una visión panorámica de lo que abarca realmente la física actual.
- Adquirir seguridad en la modelización y resolución de problemas físicos sencillos.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- Física, M. Alonso y E.J. Finn,
- Física, P.A. Tipler,
- Física para ciencias e ingeniería, P.M. Fishbane, S. Gasiorowicz y S.T. Thornton.

Mecánica y Ondas

■ CONTENIDO:

- Mecánica Newtoniana: Sistemas de partículas. Leyes de conservación.
- Campos centrales. El problema de Kepler. Dispersión.
- Sólido Rígido.
- Formalismo Lagrangiano y Hamiltoniano.
- Relatividad Especial.

- Movimiento oscilatorio.
- Propiedades generales de los fenómenos ondulatorios.
- Medios continuos: Elasticidad y fluidos.
- Ondas mecánicas.

■ DESTREZAS:

- Razonar consecuencias observables en la dinámica a partir de las leyes de conservación.
- Saber plantear los problemas en el sistema de coordenadas apropiado.
- Saber utilizar las leyes de conservación en el estudio del movimiento de un sistema mecánico.
- Comprender el efecto de las ligaduras sobre los sistemas dinámicos.
- Saber escribir la lagrangiana de un sistema con diferentes tipos de coordenadas generalizadas y saber obtener las ecuaciones del movimiento a partir de ella.
- Saber analizar los distintos tipos de órbitas de una partícula en un campo newtoniano.
- Saber calcular la trayectoria de una partícula cargada en el campo debido a otra carga.
- Entender los grados de libertad en el movimiento de un sólido rígido.
- Saber calcular los momentos de inercia de un sólido rígido.
- Adquirir familiaridad con la cinemática relativista.
- Saber utilizar en un proceso relativista la contribución de la masa al balance energético.
- Comprender la fenomenología básica del movimiento oscilatorio, incluyendo las oscilaciones acopladas y la resonancia.
- Asimilar los conceptos básicos del movimiento ondulatorio.
- Distinguir las características asociadas a los distintos regímenes en el movimiento de un fluido.
- Saber el tipo de medios que permiten la propagación de una deformación como onda transversal y/o longitudinal.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- Dinámica clásica. A. Rañada. Ed. Alianza, 1990.
- Dinámica clásica de partículas y sistemas. J.B. Marion. Ed. Reverté 1975.
- Mecánica Clásica, T. Kibble, Urmo 1974.
- French, Relatividad Especial, Reverté.
- Taylor, Wheeler. Spacetime Physics, Freeman.
- Vibrations and Waves in Physics, I. G. Main, CUP, 1993.

Electromagnetismo

■ CONTENIDO:

- Electrostática y Magnetostática. Problemas de contorno.
- Medios materiales conductores, dieléctricos y magnéticos.
- Inducción electromagnética.
- Corrientes lentamente variables. Teoría de circuitos.
- Ecuaciones de Maxwell.
- Propagación de ondas electromagnéticas. Guías de Onda.
- Radiación electromagnética. Sistemas radiantes.
- Electromagnetismo y relatividad.

■ DESTREZAS:

- Dominar la descripción básica de la creación de campos electromagnéticos por cargas y corrientes, y de la acción de los campos sobre las cargas.
- Conocer cómo se comportan los medios materiales en presencia de campos eléctricos y magnéticos estáticos.
- Adquirir las nociones básicas de la teoría de circuitos oscilantes.
- Manejar con soltura las ecuaciones de Maxwell en su forma diferencial e integral.

- Asimilar la estrecha relación entre el electromagnetismo y la teoría de la relatividad.
- Adquirir unos conocimientos básicos de los mecanismos de emisión de radiación electromagnética.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- Campos electromagnéticos. Wangsness R.K. Limusa, México 1996.
- Fundamentos de la Teoría Electromagnética. Reitz J.R., Milford F.J. and Christy R.W. Addison-Wesley 1996.
- Introduction to Electrodynamics. David J. Griffiths, 3ed, Prentice-Hall, 1999.

Óptica

■ CONTENIDO:

- Óptica geométrica. Instrumentos ópticos.
- Óptica ondulatoria: reflexión, refracción, polarización, interferencias, difracción y coherencia.
- Propagación de la luz en medios materiales.
- Emisión y absorción de radiación.
- Amplificación de la radiación estimulada: el láser.

■ DESTREZAS:

- Comprender la distinción entre velocidad de fase y de grupo en el contexto de la propagación de la luz.
- Conocer las distintas representaciones de la luz polarizada.
- Entender el concepto de coherencia.
- Conocer los procesos de interferencia y difracción y el fundamento de los distintos tipos de interferómetros y de las redes de difracción.
- Entender los principios de la Óptica Geométrica y su aplicación al estudio de los instrumentos ópticos más utilizados.
- Conocer el comportamiento de la luz en medios materiales, incluyendo la propagación de la luz en cristales.

- Entender los principios en los que se basan los dispositivos láser y las técnicas empleadas en la generación de pulsos de luz.

■ **TEXTOS DE REFERENCIA** para fijar el nivel de los contenidos.

- Óptica. E. Hecht. Addison-Wesley, 2000.
- Principles of Optics. M. Born y E. Wolf. Cambridge University Press, 1999.

Termodinámica y Física Estadística

■ **CONTENIDO:**

- Primer Principio de la termodinámica. Energía Interna, trabajo adiabático y calor.
- Segundo Principio de la termodinámica. Entropía y temperatura absoluta.
- Formalismo termodinámico. Potenciales termodinámicos.
- Condiciones de equilibrio y estabilidad.
- Transiciones de fase. Puntos críticos.
- Sistemas multicomponentes. Regla de las fases.
- Fenómenos de bajas temperaturas. Tercer Principio de la termodinámica.
- Postulados fundamentales de la física estadística. Colectividades de Gibbs.
- Modelos estadísticos y propiedades termodinámicas de gases, sistemas paramagnéticos y radiación.
- Estadística de partículas idénticas. Gases de Fermi y Bose.
- Termodinámica y Teoría Cinética de los procesos irreversibles.

■ **DESTREZAS:**

- Asimilar los niveles macroscópico y microscópico de descripción de los estados de equilibrio.
- Conocer los Principios de la Termodinámica y sus consecuencias.
- Conocer el Primer Principio como principio general de conservación de la energía, con una función de estado, la energía interna.

- Conocer los potenciales termodinámicos como información completa de un sistema termodinámico.
- Comprender la relación directa entre el formalismo termodinámico y los experimentos.
- Saber obtener las propiedades termodinámicas a partir de modelos microscópicos sencillos.
- Conocer cómo la entropía y sus propiedades dan cuenta del comportamiento termodinámico de los sistemas.
- Conocer los diferentes conjuntos estadísticos y sus conexiones con los potenciales termodinámicos.
- Utilizar el formalismo termodinámico, junto con información adicional (ecuaciones de estado, calores específicos), para la resolución de problemas particulares.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- F. Reif, "Fundamentos de Física estadística y térmica" (Ediciones del Castillo, 1967).
- H.B. Callen, "Termodinámica". (Segunda edición; "Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics").
- Zemansky-Dittman "Calor y Termodinámica".
- Kittel-Kroemer, "Thermal Physics".
- Greiner, Neise y Stöcker, "Thermodynamics and Statistical Mechanics", Springer, 2000.

Física Cuántica

■ CONTENIDO:

- Orígenes de la Física Cuántica.
- La función de ondas. Interpretación probabilística.
- Observables, relaciones de conmutación, el principio de incertidumbre.
- La ecuación de Schrödinger. Efecto túnel. Potenciales unidimensionales.
- Momento angular y espín.
- Problemas tridimensionales con potenciales centrales. Átomo de hidrogeno.
- Métodos aproximados. Perturbaciones independientes del tiempo. Estructura fina.

- El principio de exclusión Pauli. Átomos multielectrónicos. La tabla periódica.
- La molécula H_2 . Nociones de enlace químico.

■ DESTREZAS:

- Conocer las bases experimentales de la Física Cuántica.
- Conocer el carácter onda-corpúsculo de los fenómenos microscópicos.
- Adquirir los conceptos de función de onda y las bases de la descripción de los fenómenos cuánticos mediante la ecuación de Schrödinger.
- Resolver la ecuación de Schrödinger para problemas unidimensionales y ser capaz de calcular el efecto túnel en diversos sistemas físicos.
- Comprender el significado del operador momento angular en física cuántica.
- Resolver problemas tridimensionales, en particular los invariantes bajo rotaciones (átomo de hidrógeno, oscilador armónico).
- Manejar con soltura las unidades típicas de la escala atómica (eV, Å, μB).
- Analizar los experimentos que conducen a la introducción del espín.
- Entender el comportamiento de las partículas idénticas. Utilizar el principio de Pauli para explicar la estructura de la tabla periódica de los elementos.
- Entender el significado de la teoría de perturbaciones independientes del tiempo y aplicarla en diversas situaciones, por ejemplo al cálculo de la estructura fina de los espectros atómicos.
- Adquirir nociones básicas sobre el enlace químico.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- Gasiorowicz, Quantum Physics (Segunda edición, Wiley 1996).
- Bransden y Joachain, Quantum Physics (Segunda edición, Prentice Hall 2000).
- Cohen-Tannoudji, Diu, Laloe, Mecanique Quantique, vols I y II (Dunod 1977).

ESTRUCTURA DE LA MATERIA GRADO DE 180 ECTS

Física del Estado Sólido

■ CONTENIDO:

- Enlace químico.
- Estructura cristalina. Difracción (rayos X, electrones, neutrones y átomos). Defectos.
- Dinámica de red. Propiedades térmicas.
- Electrones en sólidos. Bandas de energía. Transporte electrónico.
- Propiedades dieléctricas. Espectroscopia.
- Semiconductores.
- Magnetismo y superconductividad.

■ DESTREZAS:

- Comprender la relación entre estructura, características de enlace, y propiedades de los sólidos.
- Asimilar el papel fundamental de la estructura electrónica y su influencia en las propiedades de transporte.
- Conocer los fundamentos de la interacción de la radiación electromagnética con los sólidos. Descripción de las electroscopias de electrones y fotones.
- Conocer las propiedades electrónicas de los semiconductores.
- Entender la aparición de fenómenos cooperativos como el ferromagnetismo o la superconductividad.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- C. Kittel, Introducción a la Física del Estado Sólido, Ed. Reverté.
- H. Ibach, H. Luth, Solid State Physics, Springer 1993.

Física Nuclear y de Partículas

■ CONTENIDO:

- Partículas elementales: clasificación y propiedades.
- Interacciones fundamentales.
- Leyes de conservación.
- Modelo estándar.
- El núcleo atómico: propiedades globales.
- Interacción nucleón-nucleón.
- Modelos nucleares.
- Radiactividad y dosimetría. Procesos de desintegración.
- Fisión y fusión.
- Técnicas experimentales y aplicaciones de la Física Nuclear y de Partículas.

■ DESTREZAS:

- Conocer cuáles son los constituyentes últimos de la materia así como las características de sus interacciones y las leyes de conservación asociadas.
- Entender la constitución del núcleo atómico y sus propiedades básicas; energías de ligadura, tamaños y formas, modos de desintegración, etc.
- Ser capaz de modelizar dichas propiedades utilizando tanto modelos microscópicos como semiclásicos.
- Ser capaz de describir procesos de desintegración nuclear y de calcular las propiedades de las cadenas radioactivas.
- Conocer las técnicas experimentales de la física nuclear y de partículas y sus aplicaciones en otros campos (medicina, energía, etc.).

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- K. S. Krane, "Introductory Nuclear Physics", Wiley 1988.
- B. Povh, "Particles and nuclei", Springer-Verlag.
- Cottingham, "Introductory Nuclear Physics".

ESTRUCTURA DE LA MATERIA GRADO DE 240 ECTS

Física del Estado Sólido y Electrónica Física

■ CONTENIDO:

- Enlace químico.
- Estructura cristalina. Difracción (rayos X, electrones, neutrones y átomos). Defectos.
- Dinámica de red. Propiedades térmicas.
- Estados electrónicos: estructura de bandas.
- Transporte electrónico en sólidos.
- Propiedades dieléctricas. Espectroscopia.
- Introducción a los semiconductores.
- Dispositivos electrónicos y aplicaciones básicas.
- Propiedades magnéticas de la materia.
- Superconductividad.

■ DESTREZAS:

- Comprender la relación entre estructura, características de enlace, y propiedades de los sólidos.
- Asimilar el papel fundamental de la estructura electrónica y su influencia en las propiedades de transporte.
- Conocer los fundamentos de la interacción de la radiación electromagnética con los sólidos. Descripción de las electroscopias de electrones y fotones.
- Conocer las propiedades electrónicas de los semiconductores. Introducir los dispositivos electrónicos con especial atención a las heteroestructuras.
- Entender el efecto Hall cuántico.
- Entender la aparición de fenómenos cooperativos como el ferromagnetismo o la superconductividad.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- C. Kittel, Introducción a la Física del Estado Sólido, Ed. Reverté.
- N.W. Ashcrof and N.D. Mermin, Solid State Physics, Ed. Holt, Rinehart and Winston.
- H. Ibach, H. Luth, Solid State Physics, Springer, 1993.
- S.M. Sze, "Physics of semiconductor devices", Wiley 1981.
- G.W. Neudeck, "El transistor dipolar de unión", Addison Westley, 1994.

Física Nuclear y de Partículas

■ CONTENIDO:

- Partículas subatómicas, clasificación y propiedades. Quarks y leptones. Bariones y su descripción en términos de quarks.
- Interacciones fundamentales. Leyes de conservación.
- Modelo estándar.
- El núcleo atómico.
- Interacción nuclear: el deuterón y la dispersión nucleón-nucleón.
- Propiedades globales de los núcleos: energías de ligadura, radios y densidades nucleares.
- Dinámica nuclear: modelos de capas y modelos colectivos.
- Radiactividad. Dosimetría. Desintegraciones alfa, beta y gamma. Fisión y fusión.
- Técnicas experimentales y aplicaciones de la Física Nuclear y de Partículas.

■ DESTREZAS:

- Conocer cuáles son los constituyentes últimos de la materia así como las características de sus interacciones y las leyes de conservación asociadas.
- Entender la constitución del núcleo atómico y sus propiedades básicas; energías de ligadura, tamaños y formas, modos de desintegración, etc.
- Ser capaz de modelizar dichas propiedades utilizando tanto modelos microscópicos como semiclásicos.

- Ser capaz de describir procesos de desintegración nuclear y de calcular las propiedades de las cadenas radioactivas.
- Conocer las técnicas experimentales de la física nuclear y de partículas y sus aplicaciones en otros campos (medicina, energía, etc.).

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos:

- K. S. Krane, "Introductory Nuclear Physics", Wiley 1988.
- B. Povh, "Particles and nuclei", Springer-Verlag.
- Cottingham, "Introductory Nuclear Physics".

Astrofísica y Cosmología

■ CONTENIDO:

- Astronomía de posición e instrumentación astronómica.
- Propiedades de las estrellas. Estructura y evolución estelar. El Sol.
- Medio interestelar. Estructura de la Galaxia.
- Clasificación y propiedades de las galaxias. Cúmulos de galaxias.
- Medidas de distancias extragalácticas. Estructura a gran escala.
- La expansión del Universo.
- Modelos cosmológicos. Determinación de los parámetros cosmológicos.
- El Universo primitivo. Nucleosíntesis primordial. Radiación de fondo.

■ DESTREZAS

- Conocer las técnicas básicas de observación astronómica.
- Entender los procesos físicos relevantes que gobiernan la formación y evolución de estrellas y galaxias.
- Comprender las diferentes escalas y estructuras en el Universo.
- Ser capaz de entender las bases del modelo cosmológico estándar y las evidencias observacionales que lo apoyan.

- Adquirir la base necesaria para analizar críticamente los nuevos avances en Astrofísica y Cosmología.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- Astrophysics I (Stars) y II (Interstellar Matter and Galaxies). R. Bowers and T. Deeming. 1984. Jones and Bartlett Pub. inc.
- Cosmological Physics. J.A. Peacock, 2000, Cambridge University Press.

Técnicas experimentales

■ Objetivos generales

Los CFC del Grado de Física se pueden agrupar tres grandes apartados que cubren los tres aspectos básicos en la formación de un físico:

- Los contenidos matemáticos como lenguaje de formulación de las relaciones funcionales y cuantitativas de la Física.
- Los conocimientos conceptuales de las diferentes ramas de la Física.
- Las técnicas experimentales como medio de motivar, validar y desarrollar el conocimiento científico.

Parece pues razonable -aunque no obligado- que al igual que los contenidos matemáticos, que se plantean y desarrollan externamente al desarrollo de las materias propiamente de física, pero en continuo diálogo con ellas, las técnicas experimentales se desarrollen también con un programa independiente en el que se fomente el método experimental, las técnicas de medida, la tecnología instrumental, etc. Además, y hasta donde sea posible, que aporten una mirada nueva sobre los fenómenos descritos en las materias teóricas.

Las técnicas experimentales deben servir para fomentar las habilidades necesarias para la creación y desarrollo de la ciencia: conocimientos, ingenio y destreza. Son también un buen banco para incentivar y ejercitar el espíritu crítico y aplicar el método científico. Además, deben formar al alumno en el conocimiento de los principios, técnicas e instrumentos de medida de las magnitudes físicas más relevantes, que pueden ser necesarios en la industria y en los centros de investigación.

El alumno debe no solo experimentar sino también comunicar a otros sus experiencias, por lo que se le debe exigir que de todo trabajo resulte un documento que lo haga útil a terceros. Es bueno que esta comunicación se fomente por medios escritos y orales.

De acuerdo con estos objetivos, se propone una secuenciación temporal en dos partes: Técnicas Básicas y Técnicas Experimentales, con una formación gradual del alumno, en el proceso de medida, en los principios y técnicas de medida de las magnitudes físicas y en la construcción de entornos instrumentales.

En el grado de 240 ECTS se incluye además un módulo de instrumentación electrónica.

Esta secuenciación es, más aún si cabe que las ejemplificaciones de los otros bloques, puramente indicativa. Los planes de estudio de las diferentes universidades podrían optar entre asociar créditos de laboratorio a asignaturas concretas o no.

TÉCNICAS BÁSICAS

■ Objetivos-destrezas

- Conocer y experimentar con los procesos de medida experimental y los protocolos que conlleva.
- Realizar medidas en el laboratorio siguiendo protocolos estrictos preestablecidos.
- Establecer y seguir un protocolo de medida experimental en el laboratorio que implique calibración, obtención de datos y tratamiento matemático de los mismos.
- Estimar los errores sistemáticos y aleatorios e identificar las estrategias para su eliminación.
- Estimar los parámetros de un modelo de un sistema mediante ajuste por regresión de los resultados.
- Elaborar un informe relativo a un proceso de medida y a su análisis.

■ Listado orientativo de prácticas que sirven a dichos objetivos. Ejemplos de prácticas con la que se podrían cubrir estos objetivos, dentro de los conocimientos de un alumno de primer curso:

- Teoría de errores.
- Péndulo físico.
- Tiro parabólico.
- Principio de Arquímedes.
- Tensión superficial.
- Calorimetría. Método de las mezclas.
- Ley de Boyle.
- Puente de hilo.
- Generador de corriente alterna.

- Reflexión y refracción de la luz.
- Medida del índice de refracción de un prisma.
- Diseño de un amperímetro, voltímetro y óhmetro utilizando un galvanómetro.

TÉCNICAS EXPERIMENTALES

■ Objetivos-destrezas

- Conocer los principios, técnicas e instrumentos de medida y los fenómenos de interés en los principales campos de la física: Mecánica, Termodinámica, Electromagnetismo, Óptica, Física Cuántica y Estructura de la Materia.
- Desarrollar la capacidad de medida de los diferentes tipos de magnitudes físicas, en sus diferentes rangos y substratos.
- Haber desarrollado medidas de un conjunto suficiente de tipos magnitudes físicas conociendo los principios físicos y la instrumentación de medida estándar.
- Evaluación de los límites de los métodos de medidas debidos a las interferencias, a la simplicidad de los modelos y a los efectos que se desprecian en el método de medida.
- Documentación de un proceso de medida en lo que concierne a su fundamento, a la instrumentación que requiere y a las condiciones en las que es válido.
- Realizar y conocer experimentos de fenómenos relevantes en física cuántica y estructura de la materia.

■ Listado indicativo de prácticas que sirven a dichos objetivos

- Péndulo de Pohl.
- Osciladores acoplados.
- Péndulo caótico.
- Choques en carril de aire.
- Conservación de la energía mecánica.
- Movimiento de rotación.
- Movimiento giroscópico.

- Determinación de módulos elásticos.
- Oscilaciones amortiguadas.
- Oscilaciones acopladas.
- Cuerdas vibrantes.
- Calorimetría. Método eléctrico.
- Capacidad calorífica de los gases a presión constante.
- Estudio del comportamiento de un gas real (isotermas de Andrews, calor latente, punto crítico).
- Entalpía de ebullición de un alcohol.
- Ley de Stefan-Boltzmann.
- Expansión térmica. Dilatación lineal en sólidos.
- Dilatación cúbica en líquidos.
- Máquinas térmicas.
- Ley de distribución de velocidades de Maxwell.
- Experimentos de óptica geométrica con realización de diferentes montajes.
- Experimentos de polarización, transmisión de luz, difracción e interferencia.
- Experimentos con campos eléctricos y magnéticos; su control y su medida.
- Ley de Coulomb. Balanza de Torsión.
- Relaciones entre campos eléctricos y magnéticos; dominio en frecuencia, leyes de inducción, interacción mutua, etc.
- Experimentos de Teoría de circuitos: circuitos RC, RLC , filtros.
- Uso y conocimiento de instrumental básico: elementos ópticos, fuentes, detectores, componentes eléctricos, multímetros, etc.
- Manejo del osciloscopio. Estudio de circuitos resonantes en serie y paralelo.
- Determinación de la carga específica del electrón. Tubo de Thomson.

- Momento magnético de espiras.
- Medida de la resistencia eléctrica de materiales en DC. Ley de Ohm.
- Medida de la constante dieléctrica de materiales.
- Emisión y recepción de ondas electromagnéticas. Reflexión, Refracción. Ondas estacionarias. Medida de la longitud de onda.
- Propagación de ondas electromagnéticas en guías de ondas con diferentes dieléctricos.
- Histéresis Magnética.
- Inducción magnética.
- Experimentos básicos de fenómenos cuánticos: efecto fotoeléctrico, oscilador armónico, niveles atómicos, niveles nucleares, etc.
- Experimentos de caracterización y propiedades de materiales: Estructura cristalina, correlación entre la estructura y sus propiedades. Propiedades mecánicas, ópticas, eléctricas y magnéticas de materiales, superconductividad, etc.
- Empleo de instrumentación específica para técnicas avanzadas: difractómetros, microscopios, espectrómetros, amplificadores, detectores de partículas, etc.
- Estudio de la propagación en líneas de transmisión.
- Óptica a frecuencia de microondas.
- Guiado de ondas electromagnéticas en guías de ondas rectangulares.
- Medidas de parámetros de sistemas radiantes.
- Experimento de Franck-Hertz con mercurio y helio: cuantización de los niveles de energía.
- Experimento de difracción de electrones: Dualidad onda corpúsculo. Hipótesis de de Broglie y determinación de h .
- Efecto fotoeléctrico: ilustración del fenómeno con el electroscopio de Wulf. Medida del Potencial de frenado. Determinación de h y de la frecuencia umbral.
- Radiación del Cuerpo Negro. Verificación de la ley de Stefan Boltzmann con un horno. Determinación de h .

- Radiación del Cuerpo Negro. Determinación de h a partir de la radiación de una bombilla incandescente.
- Espectroscopía con red de difracción y espectroscopía de prisma con espectrogoniómetro. Ley de Balmer. Espectro del Hidrógeno.
- Rayos X. Espectro de Rayos X. Espectro continuo, longitud de onda mínima y determinación de h . Espectro discreto, niveles profundos.
- Ley de la desintegración radiactiva: equilibrio radiactivo.
- Interacción radiación-materia.
- Atenuación de la radiación, μ , Σ y ρ .
- Detección de la radiación.
- Espectroscopia nuclear básica: μ , Σ y ρ .
- Detección de rayos cósmicos.
- Resonancia del espín del electrón y del protón.
- Efecto Zeeman.
- Detección de partículas cargadas con cámaras de niebla.
- El máser.

Instrumentación Electrónica. Grado de 240

■ Objetivos-destrezas

- Conocer los dispositivos físicos fundamentales para amplificación.
- Conocer y manejar sistemas básicos de amplificación y filtrado.
- Adquirir unos conceptos básicos de Electrónica Digital.
- Integrar instrumentación para crear un entorno de medida coordinado.
- Adquirir conocimientos para el manejo de las técnicas e instrumentación de uso cotidiano en los laboratorios de investigación y de la industria.

■ Listado orientativo de prácticas que sirven a dichos objetivos

- Experimentos con dispositivos básicos de amplificación.
- Experimentos de amplificación y filtrado de señales.
- Experimentos de Electrónica Digital.
- Experimentos de Instrumentación electrónica compleja.

■ Texto de referencia para fijar el nivel

- Horowitz P., Hill W., The Art of Electronics. Cambridge University Press, 1989.

MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA. GRADO DE 180 ECTS

Análisis de una y varias variables

■ CONTENIDO:

- Cálculo diferencial en una variable.
- Integración en \mathbb{R} .
- Sucesiones y series numéricas.
- Series de potencias.
- Cálculo diferencial en varias variables.
- Integrales múltiples, de línea y de superficie.

■ DESTREZAS:

- Cálculo de límites y derivadas.
- Derivación parcial y diferenciación. Desarrollos de Taylor.
- Caracterización de funciones de una y varias variables: estudio de puntos críticos.
- Integración: técnicas para funciones de una y varias variables.
- Integrales curvilíneas y de superficie. Teoremas de Gauss y Stokes.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- Tom M. Apóstol "Calculus I y II" Reverté (1998).
- Michael Spivak "Cálculo Infinitesimal" Reverté (2003).
- Jerrold E. Marsden, Anthony J. Tromba y Allan Weinstein, "Basic Multivariate Calculus" Springer (2000).
- N. Piskunov, "Cálculo diferencial e integral".

Álgebra Lineal y Geometría

■ CONTENIDO:

- Sistemas lineales: espacios lineales, independencia lineal y bases.
- Espacios vectoriales euclídeos real y complejo.
- Operadores lineales. Autovalores y autovectores.
- Geometría lineal. Planos y rectas. Cónicas.

■ DESTREZAS:

- Resolución de sistemas lineales.
- Concepto y uso de los cambios de base.
- Resolución de problemas de autovalores y autovectores.
- Introducción al espacio vectorial euclídeo: espacio vectorial con producto escalar.
- Cambios de coordenadas en el espacio afín euclídeo, ideas básicas sobre las rotaciones y las reflexiones.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- Gilbert Strang, "Introduction to Linear Algebra", Wellesley- Cambridge Press (1993).
- A.G. Kurosch, "Curso de Álgebra Superior", Mir (1977).

Variable compleja

■ CONTENIDO:

- Funciones de variable compleja.
- Desarrollos en serie de potencias.
- Integración en el plano complejo.
- Teorema de Cauchy.
- Teorema de los residuos y sus aplicaciones.

■ DESTREZAS:

- Adquirir los conceptos generales acerca del cuerpo de los números complejos y entender las condiciones de analiticidad de Cauchy-Riemann.
- Aplicación del teorema de los residuos en el cálculo de integrales.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- Churchill, "Teoría de funciones de variable compleja", McGraw-Hill.
- Jerrold E. Marsden, Michael J. Hoffman, "Basic Complex Analysis", W.H. Freeman (1999).

Ecuaciones diferenciales

■ CONTENIDO:

- Métodos elementales de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Ecuaciones y sistemas de ecuaciones. Estabilidad.
- Soluciones en forma de serie.
- Ecuaciones en derivadas parciales en Física. Problemas de contorno.
- Separación de variables y desarrollo en autofunciones.
- Análisis de Fourier.

■ DESTREZAS:

- Análisis cualitativo y cuantitativo de las ecuaciones diferenciales y sus soluciones.
- Entender el origen y resolver mediante diversas técnicas algunas de las ecuaciones básicas en Física.
- Conocer los métodos del análisis de Fourier y dominar su aplicación a las ecuaciones diferenciales.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- Morris W. Hirsch y Stephen Smale "Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal", Alianza (1983).
- Lawrence C. Evans, "Partial Differential Equations", AMS (1998).

MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA. GRADO DE 240 ECTS¹**Análisis de una y varias variables****■ CONTENIDO:**

- Cálculo diferencial en una variable.
- Integración en R.
- Sucesiones y series numéricas.
- Series de potencias.
- Cálculo diferencial en varias variables.
- Integrales múltiples, de línea y de superficie.

■ DESTREZAS:

- Cálculo de límites y derivadas.
- Derivación parcial y diferenciación. Desarrollos de Taylor.
- Caracterización de funciones de una y varias variables: estudio de puntos críticos.

¹ Los epígrafes señalados con un asterisco son los que no están incluidos en la opción de 180 ECTS, que en el ejemplo se agrupan en la asignatura de métodos matemáticos propuesta para el tercer curso.

- Integración: técnicas para funciones de una y varias variables.
- Integrales curvilíneas y de superficie. Teoremas de Gauss y Stokes.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- Tom M. Apóstol "Calculus I y II", Reverté (1998).
- Michael Spivak "Cálculo Infinitesimal", Reverté (2003).
- Jerrold E. Marsden, Anthony J. Tromba y Allan Weinstein, "Basic Multivariate Calculus", Springer (2000).
- N. Piskunov, "Cálculo diferencial e integral".

Álgebra Lineal y Geometría

■ CONTENIDO:

- Sistemas lineales: espacios lineales, independencia lineal y bases.
- Espacios vectoriales euclídeos real y complejo.
- Operadores lineales. Autovalores y autovectores.
- Geometría lineal. Planos y rectas. Cónicas.
- Introducción a la geometría diferencial de curvas y superficies (*).
- Cálculo tensorial (*).

■ DESTREZAS:

- Resolución de sistemas lineales.
- Concepto y uso de los cambios de base.
- Resolución de problemas de autovalores y autovectores.
- Introducción al espacio vectorial euclídeo: espacio vectorial con producto escalar.
- Cambios de coordenadas en el espacio afín euclídeo, ideas básicas sobre las rotaciones y las reflexiones.
- Reconocimiento y formulación matemática de curvas y superficies elementales: cónicas y cuádricas.

- Ideas elementales de coordenadas curvilíneas.

- Triedro intrínseco. Curvatura.

- Manejo de tensores cartesianos.

- TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- Gilbert Strang, "Introduction to Linear Algebra", Wellesley- Cambridge Press (1993).

- A.G. Kurosch, "Curso de Álgebra Superior", Mir (1977).

Variable compleja

- CONTENIDO:

- Funciones de variable compleja.

- Desarrollos en serie de potencias.

- Integración en el plano complejo.

- Teorema de Cauchy.

- Teorema de los residuos y sus aplicaciones.

- DESTREZAS:

- Adquirir los conceptos generales acerca del cuerpo de los números complejos y entender las condiciones de analiticidad de Cauchy-Riemann.

- Aplicación del teorema de los residuos en el cálculo de integrales.

- TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- Churchill, "Teoría de funciones de variable compleja", McGraw-Hill.

- Jerrold E. Mardsen, Michael J. Hoffman, "Basic Complex Analysis", W.H. Freeman (1999).

Ecuaciones diferenciales

■ CONTENIDO:

- Métodos elementales de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Ecuaciones y sistemas de ecuaciones. Estabilidad.
- Soluciones en forma de serie.
- Ecuaciones en derivadas parciales en Física. Problemas de contorno.
- Separación de variables y desarrollo en autofunciones.
- Funciones especiales (*).
- Análisis de Fourier.
- Transformadas integrales (*).

■ DESTREZAS:

- Análisis cualitativo y cuantitativo de las ecuaciones diferenciales y sus soluciones.
- Entender el origen y resolver mediante diversas técnicas algunas de las ecuaciones básicas en Física.
- Conocer las propiedades de las funciones especiales más usadas en Física. Polinomios ortogonales. Funciones generatrices.
- Conocer los métodos del análisis de Fourier y dominar su aplicación a las ecuaciones diferenciales.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- Morris W. Hirsch y Stephen Smale "Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal", Alianza (1983).
- Lawrence C. Evans, "Partial Differential Equations", AMS (1998).
- Riley, Hobson, Bence, "Mathematical methods for Physics and Engineering", 2002.
- Arfken, "Métodos matemáticos para la física".
- J. Mathews, R.L. Walter, "Mathematical Methods of Physics", Pearson 1971.

FÍSICA COMPUTACIONAL. MODELO DE 180 ECTS

Los contenidos de este bloque han de cubrirse en etapas sucesivas, atendiendo a la adquisición progresiva de destrezas prácticas por parte de los alumnos.

■ CONTENIDO:

Herramientas básicas

- Manejo de paquetes integrados de software matemático para ilustrar conceptos de Análisis y álgebra.
- Introducción a la Probabilidad y Estadística descriptiva, incluyendo análisis de datos.
- Programación básica en un lenguaje de alto nivel.
- Conceptos básicos del análisis numérico: Cuadraturas, integración de ecuaciones diferenciales ordinarias por métodos sencillos, búsqueda de raíces.
- Tratamiento computacional de problemas sencillos de física.

Métodos numéricos y simulación

- Análisis numérico: Evaluación de funciones. Integración de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales. Problemas de valores propios.
- Aplicaciones en Física.

■ DESTREZAS:

- Aprender a usar herramientas informáticas en el contexto de la matemática aplicada.
- Aprender a programar en un lenguaje relevante para el cálculo científico.
- Adquirir conceptos de análisis numérico de aplicación en la física computacional.
- Desarrollar la capacidad de modelizar computacionalmente un problema físico sencillo e implementar el modelo en el ordenador.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- W.S. Brainerd, C.H. Goldberg, J.C. Adams, "Programmer's Guide to F", The Fortran Company. (Se trata de dar los conceptos de programación a este nivel, no de una preferencia por este lenguaje de programación).
- Press, et al, "Numerical Recipes: the art of scientific computing", CUP.

- A.L. Garcia, "Numerical Methods for Physics", Prentice Hall.
- H. Gould, J. Tobochnik, "An introduction to computer simulation methods", (2 vols.) Addison-Wesley.

FÍSICA COMPUTACIONAL. MODELO DE 240 ECTS

Los contenidos de este bloque han de cubrirse en etapas sucesivas, atendiendo a la adquisición progresiva de destrezas prácticas por parte de los alumnos.

■ CONTENIDO:

Herramientas básicas

- Manejo de paquetes integrados de software matemático para ilustrar conceptos de Análisis y álgebra.
- Introducción a la Probabilidad y Estadística descriptiva, incluyendo análisis de datos.
- Programación básica en un lenguaje de alto nivel.
- Conceptos básicos del análisis numérico: Cuadraturas, integración de ecuaciones diferenciales ordinarias por métodos sencillos, búsqueda de raíces.
- Tratamiento computacional de problemas sencillos de física.

Métodos numéricos

- Análisis numérico: Evaluación de funciones. Integración de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales. Problemas de valores propios.
- Aplicaciones en Física.

Aplicaciones

- Introducción a la visualización.
- Análisis numérico: modelización de datos y estadística inferencial. Transformada rápida de Fourier.
- Introducción a los métodos de simulación. Dinámica Molecular y métodos estocásticos.
- Aplicaciones en Física.

■ DESTREZAS:

- Aprender a usar herramientas informáticas en el contexto de la matemática aplicada.
- Aprender a programar en un lenguaje relevante para el cálculo científico.
- Adquirir conceptos de análisis numérico de aplicación en la física computacional.
- Desarrollar la capacidad de modelizar computacionalmente un problema físico sencillo e implementar el modelo en el ordenador.

■ TEXTOS DE REFERENCIA para fijar el nivel de los contenidos.

- W.S. Brainerd, C.H. Goldberg, J.C. Adams, "Programmer's Guide to F", The Fortran Company. (Se trata de dar los conceptos de programación a este nivel, no de una preferencia por este lenguaje de programación).
- Press, et al, "Numerical Recipes: the art of scientific computing", CUP.
- A.L. Garcia, "Numerical Methods for Physics", Prentice Hall.
- H. Gould, J. Tobochnik, "An introduction to computer simulation methods", (2 vols.) Addison-Wesley.
- P. de Vries. "A First course in computational Physics", Wiley.

EJEMPLOS DE DISTRIBUCIÓN DE LOS CFC EN EL TIEMPO, CON SU ASIGNACIÓN DE ECTS-GRADO 180**CFCs totales: 135****PRIMER CURSO; 45 ECTS**

- Fundamentos de Física I y II (15 ECTS)
- Técnicas Experimentales I (6 ECTS)
- Métodos Matemáticos I y III (Análisis de una y varias variables) (12 ECTS)
- Métodos Matemáticos II (álgebra) (6 ECTS)
- Física Computacional I (6 ECTS)

SEGUNDO CURSO; 51 ECTS

- Mecánica y Ondas I y II (12 ECTS)
- Termodinámica y Física Estadística I y II (12 ECTS)
- Técnicas Experimentales II (6 ECTS)
- Métodos Matemáticos IV y V (Ecuaciones diferenciales y Variable compleja) (12 ECTS)
- Electromagnetismo I (6 ECTS)
- Física Computacional II (3 ECTS)

TERCER CURSO; 39 ECTS

- Física Cuántica I y II (12 ECTS)
- Electromagnetismo II (6 ECTS)
- Óptica (6 ECTS)
- Técnicas Experimentales III (6 ECTS)
- Estructura de la Materia (9 ECTS)

EJEMPLOS DE DISTRIBUCIÓN DE LOS CFC EN EL TIEMPO, CON SU ASIGNACIÓN DE ECTS-GRADO 240

CFCs totales: 159

PRIMER CURSO; 45 ECTS

- Fundamentos de Física I y II (15 ECTS)
- Técnicas Experimentales I (6 ECTS)
- Métodos Matemáticos I y III (Análisis de una y varias variables) (12 ECTS)
- Métodos Matemáticos II (Álgebra) (6 ECTS)
- Física Computacional I (6 ECTS)

SEGUNDO CURSO; 51 ECTS

- Mecánica y Ondas I y II (12 ECTS)

- Termodinámica y Física Estadística I y II (12 ECTS)
- Técnicas Experimentales II (6 ECTS)
- Métodos Matemáticos IV y V (Ecuaciones diferenciales y Variable compleja) (12 ECTS)
- Electromagnetismo I (6 ECTS)
- Física Computacional II (3 ECTS)

TERCER CURSO; 42 ECTS

- Física Cuántica I y II (12 ECTS)
- Electromagnetismo II (6 ECTS)
- Óptica (6 ECTS)
- Técnicas Experimentales III (6 ECTS)
- Técnicas Experimentales IV (Electrónica de dispositivos) (3 ECTS)
- Física computacional III (3 ECTS)
- Métodos Matemáticos VI (6 ECTS)

CUARTO CURSO; 21 ECTS

- Física del Estado Sólido y Electrónica Física (9 ECTS)
- Física Nuclear y de Partículas Elementales (6 ECTS)
- Astrofísica y Cosmología (6 ECTS)

13.

CRITERIOS E INDICADORES DEL PROCESO DE EVALUACION

13. Criterios e indicadores del proceso de evaluación

En relación con el título ¿qué criterios e indicadores del proceso de evaluación cree que son más relevantes para garantizar la calidad del mismo?

La evaluación de la calidad de una titulación es un proceso complejo y que está en relación a los objetivos y actores del sistema universitario. El análisis de la titulación debe hacerse en el entorno en el cuál se inserta y debe tener en cuenta todas las circunstancias y características de cada titulación, por lo que el único nivel de concreción será el que resulte de la adopción de un determinado modelo. Para sistematizar este trabajo se puede dividir el proceso en el estudio de varios apartados:

- Contexto de la titulación
- Metas y objetivos
- Programa formativo
- Organización de la enseñanza
- Recursos humanos
- Recursos materiales
- Proceso formativo
- Resultados académicos

Cada uno de estos apartados se divide a su vez en diferentes puntos a considerar. En este punto no podemos hacer un estudio exhaustivo de todos los puntos que deben ser considerados y nos limitaremos a hacer algunos apuntes sobre cada uno de los apartados anteriores y destacar los aspectos que nos parecen más relevantes.

13.1. CONTEXTO DE LA TITULACIÓN

El primer paso en el proceso de evaluación debería ser situar la titulación en el contexto que ocupa. Para ello es importante analizar tanto el peso de la titulación en la universidad que la imparte como en la sociedad en la que se insertarán los futuros titulados.

En el primer aspecto es importante que los profesores de la titulación estén implicados en el buen funcionamiento de la universidad asumiendo puestos de responsabilidad más allá de los directamente implicados en la titulación bajo estudio, tales como puestos en el rectorado o en el decanato en facultades en las que haya más de una titulación.

En el aspecto de la relación con la sociedad será importante estudiar la demanda anual de estos estudios y su evolución con el tiempo. Es importante destacar que los datos de demanda no pueden ser tenidos en cuenta de forma absoluta, pues el número de alumnos que cursen unos estudios depende claramente del tipo de estudios y de las necesidades de titulados que tiene la sociedad. Otro aspecto a estudiar es la inserción profesional de los titulados, teniendo en cuenta los perfiles profesionales en los cuales los titulados encuentran trabajo al finalizar sus estudios. Es importante que las universidades tengan mecanismos para controlar la evolución de estos aspectos e identificar los cambios que se puedan producir.

Un último aspecto importante en la valoración del contexto de la titulación viene dado por las relaciones exteriores de la misma. En este aspecto hay que tener en cuenta su nivel de participación en la Conferencia de Decanos de Física, las relaciones con otras universidades españolas y extranjeras tanto a nivel de profesorado como a nivel de su participación en programas de cooperación, como los Programas SENECA, ERASMUS, etc. Finalmente, es importante que la titulación mantenga también relaciones con las asociaciones profesionales tales, como el Colegio Oficial de Físicos, la Real Sociedad Española de Física, la European Physical Society, etc.

13.2. METAS Y OBJETIVOS

El planteamiento claro de los objetivos de la titulación es básico para su correcto desarrollo. Algunos puntos importantes en este apartado son:

- Valorar el nivel de definición y especificación de los objetivos de la titulación.
- Analizar los aspectos que se han tenido en cuenta a la hora de enunciar los objetivos. Estos aspectos pueden ser tales como los estudios realizados para la planificación de la titulación o el conocimiento de los perfiles profesionales que se requieren de un titulado.
- Valorar los métodos desarrollados para comprobar el grado de cumplimiento y éxito en la consecución de los objetivos propuestos.

13.3. PROGRAMA FORMATIVO

El plan de estudios es la pieza fundamental en la formación de los estudiantes y para conseguir una buena calidad de la titulación. Un esquema del plan de estudios viene fijado por los contenidos mínimos obligatorios que se determinarán a nivel nacional. Esto garantiza únicamente un punto de partida para desarrollar un plan de estudios que sirva de una forma eficaz a la consecución de los objetivos fijados. Para conseguir un buen plan de estudios será necesario ofertar un conjunto de asignaturas optativas u obligatorias de universidad que tengan una estructura coherente y no se limiten a ser una mera agregación de asignaturas que la universidad está en condiciones de impartir. Por otra parte, el plan de estudios debe permitir la suficiente flexibilidad curricular para servir al mayor número de estudiantes posible. Estos dos aspectos del plan de estudios deben de ser los primeros en ser valorados. Otros aspectos importantes a valorar son:

- La factibilidad del plan de estudios en el tiempo previsto. Para ello se puede usar como indicador el tiempo medio que necesita un alumno para obtener su título.
- El proceso seguido para determinar el plan de estudios.
- Los programas de las asignaturas.
- La adecuación de las prácticas de laboratorio en cuanto a contenidos y organización a la consecución de los objetivos propuestos.

13.4. ORGANIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA

En este aspecto se debe valorar la planificación de las clases presenciales, tanto teóricas como prácticas, de forma que el alumno tenga suficiente tiempo para desarrollar su trabajo personal. En este sentido es importante valorar la ausencia de "horas libres". Otro aspecto importante es la planificación de los exámenes finales y demás pruebas de evaluación que se establezcan y los métodos establecidos para darles publicidad entre los alumnos.

Finalmente, un aspecto muy importante es la distribución del alumnado, de forma que el número de alumnos en cada grupo no sea demasiado elevado. Este aspecto es fundamental en las clases de laboratorio.

13.5. RECURSOS HUMANOS

En este punto nos concentraremos únicamente en discutir los aspectos que consideramos más importantes en relación al personal académico.

Un aspecto importante a valorar es la adecuación del profesorado a los objetivos de la titulación. En esta adecuación se debe recoger, no solamente el dominio por parte del profesor de la asignatura que imparte, sino también su capacidad de comunicación y su habilidad para realizar una tarea docente centrada en el aprendizaje de los alumnos.

Un segundo aspecto a valorar es el nivel del profesorado: su situación contractual y su dedicación. En titulaciones como la Física es imprescindible que el número de profesores a tiempo completo sea muy elevado. Especial atención se debe poner a la elección de los profesores que imparten las asignaturas de primer curso. Creemos que es muy importante que tengan una gran experiencia y una buena visión global de la Física.

Así pues, unos buenos indicadores de la calidad serán el porcentaje de profesores permanentes implicados en la titulación y el porcentaje de profesores a tiempo completo.

Finalmente creemos que es fundamental que el profesorado de una titulación como Física sea activo en labores de investigación básica o aplicada. Ello permite que los estudiantes puedan estar expuestos al desarrollo de nuevas ideas en Física, incluso desde los primeros cursos, aunque no haya una relación directa con la materia que se enseña.

13.6. RECURSOS MATERIALES

Hay tres aspectos cuya importancia destaca en éste apartado: las aulas, los laboratorios y aulas de informática y la biblioteca.

Las aulas deben ser amplias con buena iluminación, buena ventilación y deben permitir una buena visibilidad de la pizarra o pantalla a todos los alumnos. Además deben estar dotadas de medios audiovisuales que permitan el uso de las nuevas tecnologías al impartir las clases. Incluso sería deseable que las aulas tuviesen conexiones a internet. Por otra parte el número de aulas debe de ser suficiente para el número de alumnos y número de asignaturas que se imparten en la titulación. Un número insuficiente de aulas obliga a usar las mismas aulas durante jornadas muy largas lo que conlleva horarios muy extensos para los alumnos.

Las condiciones ambientales de los laboratorios son especialmente importantes. Además la dotación de los mismos debe de ser suficiente para desarrollar con normalidad las prácticas que se contemplan en el plan de estudios. Es importante que el número de puestos de prácticas sea suficiente para que todos los alumnos puedan participar activamente en la realización de las prácticas. Los equipos para realizar las prácticas deben ser modernos, lo que permitirá al alumno familiarizarse con su uso. Es conveniente que los laboratorios estén dotados también de medios audiovisuales y equipos informáticos que faciliten el desarrollo de las prácticas y el análisis de los datos.

Los centros deben de disponer de un número suficiente de equipos informáticos a disposición de los alumnos lo que les permitirá acceder a internet desde el centro. Además debe haber una página web con toda la información relevante. El mantenimiento de estos equipos es una tarea difícil e importante.

La biblioteca debe de tener unos buenos fondos en calidad y cantidad. Un aspecto muy importante, y que lo será más en el nuevo modelo educativo, es la fácil accesibilidad a los libros de texto básicos en el desarrollo de un curso. Así, de estos libros debe de haber un número suficiente de copias para que esté al alcance de todos los estudiantes. Un buen indicador es, pues, el número de copias de un libro básico por alumno. Además de los libros básicos, la biblioteca debe de disponer de otros libros de consulta y textos más avanzados, así como revistas especializadas y una buena accesibilidad a bases de datos.

13.7. PROCESO FORMATIVO

En este apartado comentaremos tres aspectos:

- Metodología docente y el trabajo de los alumnos
- La evaluación de los aprendizajes
- La atención tutorial

Es importante desarrollar una metodología docente con una adecuada combinación entre las clases magistrales y la participación de los estudiantes en función del tamaño de los grupos. Por otra parte el uso de materiales audiovisuales es deseable, aunque se debe controlar cuidadosamente la finalidad de ese uso. Por ejemplo, no es aconsejable usar transparencias para poder ir más deprisa en las explicaciones y cubrir más materia en menos tiempo, pues los alumnos precisan de un tiempo para asimilar las explicaciones recibidas. El método docente debe favorecer el trabajo de los alumnos y el aprendizaje independiente (una de las competencias que resulta mejor valoradas en los estudios realizados). En este sentido un buen indicador es la asistencia regular de los alumnos a clase.

La evaluación de los aprendizajes debe de tener en cuenta los contenidos de cada materia y también el nivel al que se han alcanzado los objetivos propuestos. En la situación ideal el sistema de evaluación no se limitará a un simple examen final sino que se realizará un seguimiento a lo largo del curso del trabajo y rendimiento del estudiante, teniendo en cuenta las competencias marcadas como objetivo del curso. En cualquier caso los métodos de evaluación deben de estar muy claros y ser bien conocidos por los estudiantes desde el principio de curso, pues ello afecta de forma muy significativa a la actitud de los alumnos hacia el curso y su forma de abordar el trabajo requerido para superarlo.

La atención tutorial es de gran importancia, especialmente en un método docente en el que se valora y fomenta el trabajo personal y el autoaprendizaje por parte del alumno. La facilidad de los estudiantes para recabar información, aclarar dudas y discutir problemas con los profesores es una pieza muy valiosa para llevar a buen fin el proceso docente. La asignación de tutores que sigan de cerca la evolución de los alumnos desde los primeros cursos permitirá a estos diseñar su currículo de una forma más adecuada a sus intereses y capacidades, lo que redundará en una disminución del fracaso escolar.

13.8. RESULTADOS ACADÉMICOS

El estudio de los resultados obtenidos en la titulación se puede dividir en dos partes: una primera parte centrada en la recogida de "datos objetivos" o indicadores y una segunda parte en la que se recogen "datos subjetivos".

Indicadores que se pueden usar para evaluar los resultados hay muchos y nos limitaremos a señalar unos pocos, aparte del ya propuesto de la duración media de los estudios:

- Tasa de abandono: porcentaje de alumnos que debían finalizar sus estudios en un curso pero que no han finalizado ni se han matriculado en los dos últimos años.

- Tasa de abandono en el primer año y en los dos primeros años, valorando las causas en relación con los datos de entrada.
- Tasa de presentados: proporción de alumnos que se presentan a una convocatoria sobre el número de alumnos matriculados.
- Tasa de éxito: Porcentaje de alumnos que superan un curso sobre el número de alumnos que se presentan a un examen.

Esta lista no pretende ser exhaustiva sino que simplemente quiere indicar algunos de los indicadores que creemos más importantes.

La recogida de "datos subjetivos" se refiere a encuestas en las que se requiere información sobre el grado de satisfacción con los diferentes aspectos de la titulación y el grado de cumplimiento y éxito en la consecución de las destrezas y objetivos de la titulación. Estas encuestas deben ser realizadas entre todos los colectivos relacionados con la titulación: alumnos, profesores, egresados y personas o empresas que emplean a los titulados del programa evaluado. Las encuestas a alumnos y profesores se pueden centrar en el funcionamiento diario de la titulación, mientras que en las encuestas a egresados y empleadores es más interesante centrarse en el grado de satisfacción con respecto a los objetivos planteados, conocimientos y competencias adquiridas.

FUENTES CONSULTADAS:

- Programa de acreditación. Proyectos piloto 2003-04. Guía de valoración interna (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y la Acreditación).
- Plan Andaluz de Evaluación y Mejora de las Universidades 2001-06. Guía de Autoevaluación de Titulaciones (Unidad para la Calidad de las Universidades Andaluzas).

AGENCIA NACIONAL DE EVALUACIÓN
DE LA CALIDAD Y ACREDITACIÓN
Orense, 2 - 2ª planta. 28020 Madrid
E-mail: aneca@aneca.es
www.aneca.es

Madrid, septiembre de 2004
Depósito Legal: M - 36122 - 2004

Maquetación y Diseño:
Sirius Comunicación Corporativa

Imprime:
Omán Impresores



AGENCIA NACIONAL DE EVALUACIÓN
DE LA CALIDAD Y ACREDITACIÓN



AGENCIA NACIONAL DE EVALUACIÓN
DE LA CALIDAD Y ACREDITACIÓN