

ANEXO 3. INFORME Y DATOS OBTENIDOS RESPECTO A LA VALORACIÓN DE CRÉDITOS EUROPEOS (ECTS)

**Estudio sobre la asignación de créditos europeos a las distintas materias del currículum de matemáticas**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

**Octubre 2002**

1. INTRODUCCIÓN

En la declaración de Bolonia de 1999, los 29 países firmantes aspiran a la creación de un espacio europeo de educación superior para el año 2010, con el fin de mejorar el empleo y la movilidad de los ciudadanos y de incrementar la competitividad internacional de la educación superior europea.

Para ello es necesario alcanzar un alto grado de compatibilidad y comparabilidad entre los diferentes sistemas de educación superior, a través de los siguientes objetivos:

- Adopción de un sistema de títulos de fácil interpretación y comparación, mediante la implantación de un Suplemento Europeo al Título
- Adopción de una estructura esencialmente basada en dos ciclos principales, grado y postgrado
- Implantación de un sistema de créditos, basado en el sistema ECTS, como medio adecuado para fomentar la movilidad de los estudiantes
- Promoción de la cooperación europea en los procesos de evaluación y acreditación de calidad mediante el desarrollo de metodologías y criterios comparables
- Promoción de una educación superior de dimensión europea.

## 2. SISTEMA EUROPEO DE TRANSFERENCIA DE CRÉDITOS

Hace diez años se desarrolló el Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS, en sus siglas en inglés), en forma de proyecto piloto en el marco del programa Erasmus, con el fin de facilitar el reconocimiento académico de los estudios cursados en el extranjero. El ECTS se apoya en dos elementos básicos: la información sobre los programas de estudios y la utilización de créditos europeos.

El sistema de créditos ECTS proporciona un procedimiento estandarizado de medida y comparación del aprendizaje en diferentes contextos (diferentes programas académicos, diferentes países, ...). Para ello los créditos en el ECTS no deben indicar simplemente el número de horas dedicadas al aprendizaje, sino que deben además aportar información sobre las cualidades de ese aprendizaje (naturaleza, contexto, nivel, ...). De esta manera los créditos serán una herramienta eficaz para conseguir transparencia e integración de los diferentes sistemas europeos de educación superior.

Se valora en 60 créditos europeos el conjunto organizado de materias/asignaturas que un estudiante medio, dedicado a los estudios a tiempo completo, debe superar en un año. Esto supone una definición del aprendizaje posible en un año académico de un estudiante medio a tiempo completo e incluye las horas de clase en aula o laboratorio, las prácticas, las horas de estudio personal y la preparación y realización de exámenes.

Su equivalencia en horas de trabajo para dicho estudiante medio es de aproximadamente 1600 horas:

$$8 \text{ horas diarias} \times 5 \text{ días a la semana} \times 40 \text{ semanas al año} = 1600 \text{ horas}$$

Un crédito europeo representa entre 25 y 30 horas de trabajo del estudiante. Evidentemente, los estudiantes más dotados requerirán menos horas y los menos dotados más. Tiene la ventaja de que cada persona, estudie a tiempo completo o a tiempo parcial, puede valorar lo que puede asumir en el tiempo de que disponga.

### 2.1 ASIGNACIÓN DE CRÉDITOS EUROPEOS

En el actual sistema español un crédito corresponde a 10 horas presenciales. No cuantifica en horas el trabajo personal del estudiante ni la preparación y realización de exámenes.

A efectos de movilidad en el programa Erasmus se convirtieron los créditos locales a créditos europeos mediante simples reglas de tres y eso ha creado un hábito que hay que romper. El que los créditos europeos tengan sentido y no se

reduzcan a una mera adaptación numérica depende del esfuerzo que internamente realicen las universidades y de la voluntad del profesorado para asumir los nuevos criterios diseñando las estrategias para el aprendizaje adecuadas.

La implantación de los créditos europeos supone un cambio en la orientación pedagógica de las enseñanzas, menos centrada en lo que se enseña y más precisa en lo que se aprende y cuánto esfuerzo requiere este aprendizaje. La implantación de los créditos europeos requiere, por tanto, la elaboración de guías de cada titulación en las que en cada materia se detallen las horas necesarias de dedicación de un “estudiante medio” a cada tipo de actividad, los objetivos formativos que se persiguen y las habilidades que el estudiante debe adquirir.

El volumen de trabajo que realiza un estudiante medio para superar una asignatura depende de la titulación, el programa de estudios, el nivel de exigencia, etc., por lo que cada universidad y, en ella, cada titulación, deberá analizar su caso concreto a la hora de asignar créditos europeos.

La asignación de créditos conviene hacerla siguiendo un procedimiento “top-down” (descendente). Primero se determina el volumen de trabajo de un curso académico completo y se define con 60 créditos. A cada asignatura de ese curso se le asignará un número de créditos según la proporción de trabajo que requiera en relación con el total. Para ello será útil disponer de datos fiables sobre el número de horas que los estudiantes dedican a cada asignatura. En la práctica, el volumen de trabajo varía de año en año, dependiendo de diversos factores, como la utilización de diferentes metodologías docentes, el número de estudiantes por profesor, los conocimientos previos de los estudiantes, ... La única manera de asignar créditos coherentemente es especificando de antemano el volumen de trabajo en una guía docente.

La aplicación del sistema europeo implica un cambio en el diseño de las titulaciones y programas. Primero hay que determinar qué se quiere ofrecer al estudiante (si unos estudios más teóricos o más prácticos, con alguna especialización o no, ...) y fijar unos objetivos, y luego cuánto tiempo necesita el estudiante para alcanzar esos objetivos; y no a la inversa, como se suele hacer actualmente, donde primero se fija la duración de los estudios y después se “rellenan” los cursos con asignaturas.

No hay ninguna institución que controle la aplicación del ECTS. Esto tiene la ventaja de que no se interfiere en la autonomía de las universidades ni de los sistemas educativos pero, por otro lado, las disparidades en los criterios de asignación de créditos influyen negativamente en la comparabilidad.

Si el ECTS se aplica correctamente es posible comparar, desde un punto de vista cuantitativo, estudios en diferentes universidades. Pero la comparabilidad y, como consecuencia, o la transferibilidad de resultados académicos depende

también de criterios cualitativos como los contenidos, el grado de dificultad, la calidad de la enseñanza, el tipo de examen y de puntuación.

### 3. ENCUESTA

Se ha realizado una encuesta para obtener datos que orienten y faciliten la asignación de créditos ECTS a las distintas materias del currículum de Matemáticas.

#### 3.1 OBJETIVOS

- Obtener una estimación general de las horas de trabajo personal dedicadas por los estudiantes a cada asignatura
- Contrastar el trabajo realizado por los estudiantes con el exigido por los profesores

#### 3.2 ÁMBITO Y DISEÑO DE LA ENCUESTA

La encuesta se ha realizado en los cursos de primer ciclo de la Licenciatura de Matemáticas de las cinco universidades participantes, así como en los de segundo ciclo de la Universidad Autónoma de Barcelona y de la Universidad de Santiago.

En algunos casos la encuesta se realizó dentro del horario lectivo (se destinó tiempo de clase para que los estudiantes la completaran) y en otros no (los estudiantes debían completarla en casa), siendo la participación notablemente superior en los primeros.

En la Universidad Autónoma de Madrid la encuesta se extendió también a los profesores que impartían docencia en los cursos de primer ciclo.

En la Universidad de Sevilla, la respuesta de los estudiantes fue tan reducida, que no se han incluido los resultados en este estudio

A modo de ejemplo se adjuntan en el Anexo ECTS-1 los dos formularios de la UAM.

Al redactar los formularios para los estudiantes surgió la duda de qué ocurre con aquellos que repiten una asignatura, ¿deben o no contabilizar en el tiempo invertido a esa asignatura el que dedicaron en las convocatorias anteriores? Se creyó que lo correcto era tener en cuenta todas las horas que el estudiante necesitara hasta superarla (¿es realmente lo correcto?) y así se explicó al distribuir el formulario entre los estudiantes. Para controlar este aspecto se preguntó la convocatoria en la que el estudiante se encuentra. En la práctica no se sabe cómo ha sido interpretado este aspecto por los estudiantes ni si lo tuvieron en cuenta. Es algo que habría que mejorar en encuestas posteriores.

**Aspectos que habría que mejorar:**

- controlar si en el número de horas que los estudiantes repetidores dicen dedicar a una asignatura incluyen las convocatorias anteriores.
- aumentar la participación de los estudiantes (mayor número de respuestas).

**3.3 RESULTADOS (ver Anexo ECTS-2)**

En general el número de respuestas obtenidas es bajo, lo cual limita la significación de los datos. A pesar de ello es posible extraer algunas características generales, entre las que cabe destacar lo siguiente:

- Es frecuente la discrepancia entre las horas de trabajo estimadas por los profesores y las dedicadas por los estudiantes.
- Hay asignaturas que parecen requerir un volumen de trabajo personal de los estudiantes superior al resto.

En ocasiones, esto podría explicarse por tener la asignatura alguna característica específica, como puede ser la necesidad de utilizar el ordenador. Sería el caso de las asignaturas de Análisis Numérico de varias de las Universidades, y estas características específicas deberían tomarse en cuenta a la hora de asignar créditos ECTS a dichas asignaturas.

Pero otras veces, la necesidad de dedicar más horas a una asignatura podría deberse más bien a algún error de diseño (contenidos excesivos y/o no adaptados al nivel de los estudiantes,...). Ejemplos de esta situación parecerían ser Geometría I en la UAM o Análisis de varias variables reales en la UC.

**3.4 EJEMPLOS DE ASIGNACIÓN DE CRÉDITOS PARA MATÉMICAS EN LA UAM**

Se presentan a continuación dos métodos para llevar a cabo dicha asignación. El primero de ellos, que no consideramos aconsejable, está basado directamente en la estimación del volumen total de trabajo del estudiante, tal y como se refleja en las encuestas. El segundo, basado en la guía docente, asigna factores a cada materia que relacionan el número de horas presenciales y el número de horas de trabajo personal del estudiante.

Aunque no se aprecian diferencias notables entre la media de horas de estudio del total de los estudiantes (incluidos quienes suspenden) y la de los que superan la asignatura, nuestra referencia van a ser los datos de los estudiantes que superan cada asignatura de la licenciatura de Matemáticas en la Universidad Autónoma de Madrid.

**Primer curso**

Asignatura	Créditos españoles	Horas presenciales	Media horas estudio aprobados	Horas totales (presencial + estudio)	Horas estudio por hora presencial	Horas totales por crédito europeo
Cálculo I	12	84	144	228	<b>1,7</b>	<b>24</b>
Conjuntos y Números	12	84	142	226	<b>1,7</b>	<b>24</b>
Álgebra Lineal	12	84	143	227	<b>1,7</b>	<b>24</b>
Cálculo II	12	84	127	211	<b>1,5</b>	<b>22</b>
Geometría I	12	84	245	329	<b>2,9</b>	<b>34</b>
Informática	10	98	137	235	<b>1,4</b>	<b>29</b>
Libre elección	5	50	50	100	<b>1</b>	<b>25</b>
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>568</b>		<b>1556</b>		

**Segundo curso**

Asignatura	Créditos españoles	Horas presenciales	Media horas estudio aprobados	Horas totales (presencial + estudio)	Horas estudio por hora presencial	Horas totales por crédito europeo
Cálculo III	8	56	140	196	<b>2,5</b>	<b>31</b>
Cálculo Numérico	10	98	240	338	<b>2,5</b>	<b>42</b>
Probabilidad I	10	77	129	206	<b>1,7</b>	<b>26</b>
E.D.O.	8	56	158	214	<b>2,8</b>	<b>33</b>
Topología	8	56	154	210	<b>2,7</b>	<b>33</b>
Geometría II	8	56	147	203	<b>2,6</b>	<b>32</b>
Modelización I	8	56	98	154	<b>1,8</b>	<b>24</b>
Física	8	56	146	202	<b>2,6</b>	<b>32</b>
Libre elección	7	70	70	140	<b>1,0</b>	<b>25</b>
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>581</b>		<b>1862</b>		

Los resultados de la encuesta en la UAM sugieren que:

- El primer curso, con 7 asignaturas, requiere un volumen razonable de trabajo para el estudiante (entre 1500 y 1600 horas).
- El segundo curso, con 9 asignaturas, requiere excesivo trabajo por parte del estudiante (más de 1700 horas, con una dedicación media de 2'5 horas de estudio por hora presencial en cada asignatura). Habría que disminuir el número de asignaturas (lo que supondría aumentarlo en otro curso) o cambiar la metodología (lo más correcto), sustituyendo clases teóricas por clases de problemas, para no superar las 2 horas de estudio por hora presencial.
- Geometría I, debido a un mal diseño (que se está corrigiendo), es una asignatura a la que los estudiantes dedican muchas más horas que al resto (casi 3 horas de estudio por hora presencial), a menudo a lo largo de varias convocatorias.

- En la asignatura de Informática se imparten más horas presenciales de prácticas con ordenador (56 horas) que teóricas (42 horas), lo que hace que los estudiantes no tengan que dedicarle muchas más horas de estudio fuera del aula (1'4 horas de estudio por hora presencial).
- En Cálculo Numérico I también ocurre que se imparten más horas presenciales de prácticas con ordenador (56 h) que teóricas (42 h), pero en esta asignatura los estudiantes dedican 2'5 horas de estudio por cada hora presencial, excesivas como en otras asignaturas de segundo curso. En Cálculo Numérico I hay tres tipos de trabajo: estudio de la teoría, resolución de problemas y realización de prácticas en ordenador. A diferencia de la Informática, las prácticas apenas están conectadas a la teoría y los problemas (a la materia de examen), de manera que en realidad añaden trabajo extra. Probablemente un cambio de metodología en las clases teóricas como el expresado anteriormente para las asignaturas de segundo curso corregiría el exceso de horas de estudio por hora presencial.
- La estimación de los profesores no puede ser la única referencia que se utilice para determinar el volumen de trabajo de los estudiantes, ya que en la mayoría de los casos sus estimaciones discrepan de las de los alumnos (véase por ejemplo Geometría I, Cálculo Numérico I o Física).

**Modelo 1: basado en el volumen total de trabajo del estudiante reflejado en las encuestas (no aconsejable)**

En una asignación de créditos basada en las horas totales (horas presenciales más horas de estudio personal) que dedican los estudiantes que superan la asignatura habría que calcular la proporción de trabajo que requiere cada asignatura en relación con el curso completo y multiplicarlo por 60:

$$\frac{\text{volumen de trabajo de aprobados en la asignatura}}{\text{volumen de trabajo del curso completo}} \times 60$$

Esta cantidad es lo que en la tabla aparece como "Proporción". Para quitar los decimales se redondea a la alta o a la baja según se crea más adecuado.

**Primer curso**

Asignatura	Créditos españoles	Créditos españoles normalizados a 60	Horas totales aprobados	Proporción	Propuesta créditos europeos
Cálculo I	12	9,6	228	8,81	<b>9</b>
Conjuntos y Números	12	9,6	226	8,73	<b>9</b>
Álgebra Lineal	12	9,6	227	8,75	<b>9</b>
Cálculo II	12	9,6	211	8,14	<b>9</b>
Geometría I	12	9,6	329	12,67	<b>11</b>
Informática	10	8	235	9,05	<b>9</b>
Libre elección	5	4	100	3,86	<b>4</b>
Total	75	60	1556		60

**Segundo curso**

Asignatura	Créditos españoles	Créditos españoles normalizados a 60	Horas totales aprobados	Proporción	Propuesta créditos europeos
Cálculo III	8	6,4	196	6,30	<b>6,5</b>
Cálculo Numérico	10	8	338	10,90	<b>11</b>
Probabilidad I	10	8	206	6,62	<b>6,5</b>
E.D.O.	8	6,4	214	6,89	<b>7</b>
Topología	8	6,4	210	6,75	<b>6,5</b>
Geometría II	8	6,4	203	6,54	<b>6,5</b>
Modelización I	8	6,4	154	4,97	<b>5</b>
Física	8	5,6	6,4	6,52	<b>6,5</b>
Libre elección	7	5,6	140	4,51	<b>4,5</b>
Total	75	60	1862	60	60

Esta asignación de créditos no es aconsejable ya que no hay razones académicas que justifiquen estas diferencias tan grandes en el volumen de trabajo de las asignaturas. La comparación de las encuestas realizadas en distintas universidades no confirma el hecho de que la dificultad esté en la materia en sí misma, sino en su plasmación concreta en una universidad. Aplicar el resultado de las encuestas directamente no haría más que consolidar las situaciones presuntamente patológicas reflejadas en ella.

Las estimaciones de los estudiantes deben servir para detectar (y corregir) anomalías en asignaturas concretas, pero no para asignar créditos.

## Modelo 2: basado en la guía docente

Cada asignatura, según su dificultad y metodología docente adoptada, requerirá diferente volumen de trabajo del estudiante. Las horas presenciales y las horas de trabajo personal del estudiante están relacionadas por un factor, reflejado en el primer cuadro de este apartado, aunque éste no es el mismo para todas las materias.

Las asignaturas de primer curso, excepto Informática, además de cuatro horas semanales de teoría, incluyen dos horas de problemas para facilitar el trabajo a los estudiantes. Esto hace que se necesite alrededor de 1'7 horas de estudio por cada hora presencial. Geometría I, tal y como está diseñada actualmente, requiere mayor dedicación que las otras asignaturas. Creemos que lo razonable sería 1'9 horas de estudio por hora presencial. En la asignatura de Informática, por sus contenidos y objetivos, la teoría y la práctica se complementan y requiere menos horas de trabajo personal por hora presencial (factor 1'5).

En segundo curso, en cambio, se reducen las horas presenciales de cada asignatura (eliminando las clases de problemas) para que los estudiantes dispongan de más tiempo para el estudio personal. La ausencia de clases de resolución de problemas incrementa la dedicación a 2'5 horas de estudio por hora presencial. Como se ha dicho anteriormente creemos necesario un cambio metodológico para que el factor horas estudio / horas presenciales no sea superior a 2. En Cálculo Numérico I y Probabilidad I hay que diferenciar las horas de teoría de las de prácticas, las primeras con un factor 1'7, menor que en las asignaturas sólo teóricas porque el tiempo dedicado a las prácticas ayuda a la comprensión de la teoría, y las segundas con un factor 1'5 como en Informática.

Cálculo I Conjuntos y Números Álgebra Lineal Cálculo II	84 h presenciales $\times$ factor 1'7 = 143 h estudio; 143 h estudio + 84 h presenciales = aprox. 225 h totales
Geometría I	84 h presenciales $\times$ factor 1'9 = 165 h estudio 165 h estudio + 84 h presenciales = aprox. 250 h totales
Informática	98 h presenciales $\times$ factor 1'5 = 147 h estudio 147 h estudio + 98 h presenciales = aprox. 250 h totales
Cálculo III E.D.O. Topología Geometría II Física Modelización I	56 h presenciales $\times$ factor 2 = 112 h estudio 112 h estudio + 56 h presenciales = aprox. 175 h totales

Cálculo Numérico I	42 h presenciales teoría $\times$ factor 1'7 = 72 h estudio teoría 56 h presenciales prácticas $\times$ factor 1'5 = 84 h estudio práctica 72 + 84 h estudio + 98 h presenciales = aprox. 250 h totales
Probabilidad I	56 h presenciales teoría $\times$ factor 1'7 = 95 h estudio teoría 21 h presenciales práctica $\times$ factor 1'5 = 30 h estudio práctica 95 + 30 h estudio + 77 h presenciales = aprox. 210 h totales

### Primer curso

Asignatura	Créditos españoles	Horas totales guía docente	Proporción	Propuesta créditos europeos	Horas totales por crédito europeo
Cálculo I	12	225	9	<b>9</b>	25
Conjuntos y Números	12	225	9	<b>9</b>	25
Álgebra Lineal	12	225	9	<b>9</b>	25
Cálculo II	12	225	9	<b>9</b>	25
Geometría I	12	250	10	<b>10</b>	25
Informática	10	250	10	<b>10</b>	25
Libre elección	5	100	4	<b>4</b>	25
Total	75	1500		60	

### Segundo curso

Asignatura	Créditos españoles	Horas totales guía docente	Proporción	Propuesta créditos europeos	Horas totales por crédito europeo
Cálculo III	8	175	6,5	<b>6,5</b>	26,9
Cálculo Numérico I	10	250	9,3	<b>9</b>	27,8
Probabilidad I	10	210	7,8	<b>8</b>	26,3
E.D.O.	8	175	6,5	<b>6,5</b>	26,9
Topología	8	175	6,5	<b>6,5</b>	26,9
Geometría II	8	175	6,5	<b>6,5</b>	26,9
Modelización I	8	175	6,5	<b>6,5</b>	26,9
Física	8	175	6,5	<b>6,5</b>	26,9
Libre elección	7	100	3,7	<b>4,0</b>	25,0
Total	75	1610	60	60	

#### 4. GUÍA DOCENTE

La aplicación del ECTS implica centrar la formación en el aprendizaje y la adquisición de competencias y destrezas, valorando adecuadamente el esfuerzo requerido y la calidad del aprendizaje de los estudiantes. Para ello es necesario:

Primero, desarrollar una guía docente que describa, para cada materia:

- objetivos
- contenidos mínimos
- destrezas a adquirir
- metodología de enseñanza
- sistema de evaluación del aprendizaje
- tiempo de estudio personal que debe dedicar un estudiante medio para superarla

Segundo, crear mecanismos de seguimiento de la puesta en práctica de la guía docente y que proporcionen información que permita mejorarla.

Uno de los objetivos de la declaración de Bolonia es “*promover la cooperación europea en garantía de calidad mediante el desarrollo de metodologías y criterios comparables*”. La guía docente es una herramienta para alcanzar este objetivo ya que proporciona transparencia, aportando información cualitativa (además de cuantitativa) sobre la titulación.

La guía docente debe ser pública y conocida por los estudiantes.

##### 4.1 NO HAY ENSEÑANZA SI NO HAY APRENDIZAJE

Parece necesario un cambio hacia una metodología docente que no lleve al estudiante a posiciones quietistas, y un cambio en la actitud del estudiante frente a su aprendizaje. La implantación del Sistema Europeo de Créditos puede ayudar a reorientar pedagógicamente las enseñanzas, al obligar a definir con detalle objetivos y destrezas de las materias, y aportar transparencia.

Las estrategias de aprendizaje no sólo deben centrarse en el desarrollo de destrezas matemáticas básicas, como el razonamiento abstracto, la deducción lógica y la resolución de problemas, es igualmente importante desarrollar otros aspectos como la capacidad de aprender de forma independiente, de transferir conocimientos de un contexto a otro o de comunicar resultados de manera clara, por mencionar algunos.

Las clases destinadas a la resolución de problemas son una ocasión inmejorable para fomentar la participación de los estudiantes y el intercambio de ideas entre ellos.

## 4.2 LA IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

La actitud del estudiante frente a su aprendizaje depende en gran parte de la evaluación. En los sistemas de evaluación del aprendizaje basados exclusivamente en un único examen a final del cuatrimestre los estudiantes suelen posponer el trabajo hasta los últimos días antes del examen mientras que, cuando la evaluación es más continua, tienen que realizar un trabajo más constante.

Siguiendo la línea de la formación centrada en el aprendizaje, y en consonancia con lo que se hace en algunos países europeos, nos atrevemos a sugerir una reflexión sobre la posibilidad de introducir algunas novedades en los sistemas tradicionales de evaluación.

Por una parte, se podría pensar en un sistema de evaluación basado en controles frecuentes (como que el estudiante tenga que resolver problemas propuestos por el profesor y entregarlos periódicamente, realizar trabajos o prácticas en ordenador, individuales o en grupo, preparar y exponer temas, exámenes cortos, etc.) que cuenten para la nota final pero que no supongan excesivo trabajo para el profesor. Si esta evaluación continua es superada, entonces se permitiría la realización del examen final.

Por otra, sería interesante meditar sobre la conveniencia de sustituir los exámenes independientes de asignaturas por exámenes de bloques de asignaturas (por ejemplo, un solo examen para las asignaturas de cada cuatrimestre, en el que el estudiante tenga que relacionar los conceptos y destrezas adquiridos a lo largo del cuatrimestre) y en los cuales sería posible la compensación entre asignaturas. Así se superaría o suspendería todo el bloque, aunque en cada asignatura se obtendría una nota individual.

La capacidad de expresión oral y escrita debe reforzarse a lo largo de la carrera, y debe formar parte del sistema de evaluación del aprendizaje en los últimos cursos.

## 4.3 EJEMPLO: POSIBLE PLANIFICACIÓN DE UNA ASIGNATURA DE "ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS"

**Asignatura**

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

**Horas presenciales**

teóricas: 42

de problemas: 14

de prácticas con ordenador:  $7 \times 1'5 = 10'5$

**Horas no presenciales** 110 (7 h a la semana, 3 h de teoría y 4 h de problemas/prácticas, + 12 h preparación del examen final )

**Horas de evaluación:** 1'5 h x 4 controles periódicos = 6 horas

**Total volumen de trabajo:** 182'5 horas

### Objetivos de la asignatura

- Conocer y saber utilizar los conceptos y los resultados clásicos relacionados con las Ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO), con especial énfasis en el caso lineal.
- Comprender la imposibilidad de resolver de manera exacta (mediante fórmulas) todas las EDO y la necesidad de utilizar métodos numéricos y/o enfoques cualitativos (teóricos) para su resolución.
- Conocer la relación entre los problemas reales y su modelo matemático en términos de EDO.

### Contenidos

- Interpretación de la derivada de una función en sentido geométrico (pendiente de una curva) y en sentido físico (velocidad).
- Ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO). Problema de Cauchy: ejemplos con solución única, sin solución y con infinitas soluciones.
- EDO lineales de primer orden. EDO homogénea. EDO no homogénea: método de variación de constantes y método de coeficientes indeterminados.
- EDO no lineales de primer orden. EDO reducibles a lineales: Ecuaciones de Bernoulli y Riccati. Ecuaciones de variables separadas y reducibles a ellas. Ecuaciones exactas. Factores integrantes.
- EDO lineales de segundo orden. Espacio vectorial de las soluciones de la EDO homogénea: soluciones linealmente independientes (wronskiano). EDO con coeficientes constantes: polinomio característico. EDO con coeficientes variables: método de serie de potencias. Reducción de orden.
- Sistemas de EDO lineales de primer orden. Espacio vectorial de las soluciones del sistema homogéneo. Sistemas con coeficientes constantes: exponencial de una matriz. Sistemas no homogéneos: método de variación de constantes y método de coeficientes indeterminados.

- Teoremas de existencia y unicidad de solución para problemas de Cauchy. Condición de Lipschitz. Soluciones aproximadas: Iterantes de Picard.
- Sistemas autónomos. Plano de fases.
- Aplicaciones de las EDO: modelos de población de Malthus y logístico, problemas de enfriamiento, desintegración radioactiva, vibraciones en sistemas mecánicos, modelos en biología (ecuación de Volterra).

### **Destrezas a adquirir**

- Distinguir los diferentes tipos de EDO.
- Conocer los principales métodos para resolver EDO.
- Aplicar correctamente los métodos para resolver EDO sencillas.
- Extraer información cualitativa de las soluciones de una EDO, sin necesidad de resolverla (crecimiento, concavidad...).
- Utilizar algún software de cálculo simbólico para resolver EDO.
- Utilizar algún software para resolver numéricamente problemas de Cauchy asociados a EDO.
- Analizar teóricamente un problema de Cauchy y concluir que tiene solución única en casos donde se verifica la condición de Lipschitz.
- Traducir algunos problemas “reales” (sacados de la Física, Química, Biología, etc...) en términos de EDO.

### **Temario (con planificación temporal)**

Tema 1. Introducción a las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias: Concepto. Interpretación geométrica. Modelos. Ecuaciones lineales/no lineales. Problema de valores iniciales. (1 semana)

Tema 2. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias de primer orden: Variables separadas, lineales, homogéneas y reducibles a ellas. Exactas: Factor integrante. (2 semanas)

Tema 3. Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior. Caso con coeficientes constantes. Método de los coeficientes indeterminados. Ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden con coeficientes variables: Soluciones en forma de serie de potencias. Métodos numéricos: método de Euler y Euler mejorado. (3 semanas)

Tema 4. Teorema de Arzela-Ascoli. Soluciones aproximadas: Poligonales de Euler. Desigualdad de Gronwall. Condición de Lipschitz. Teoremas de existencia y unicidad de solución: Teoremas de Cauchy–Peano y Picard. Iterantes

de Picard. Prolongación de soluciones. Soluciones maximales. Dependencia continua y diferenciabilidad respecto de los datos iniciales. (3 semanas)

Tema 5. Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales. Métodos matriciales. (2 semanas)

Tema 6. Sistemas autónomos. Trayectorias. Plano de fases. Concepto de estabilidad de un punto crítico. Método directo de Liapunov: estabilidad, estabilidad asintótica, inestabilidad. (2 semanas)

### **Bibliografía de referencia**

- W. E. Boyce, R. C. Di Prima *“Ecuaciones Diferenciales Elementales y Problemas con Valores en la Frontera”*, Limusa, 1998.
- M. Braun *“Ecuaciones Diferenciales y sus Aplicaciones”*, Grupo Editorial Iberoamericano, 1990.
- C. H. Edwards, D. E. Penney *“Ecuaciones Diferenciales Elementales con Aplicaciones”*, Prentice–Hall Hispanoamericana, 1986.
- G. F. Simmons *“Ecuaciones Diferenciales”*, Mc. Graw–Hill, 1993.

### **Conocimientos previos necesarios**

Derivación e integración en una y varias variables. Diagonalización de matrices. Convergencia de series de funciones.

### **Metodología**

3 horas de teoría y 1 hora de problemas a la semana. En las clases de problemas los estudiantes corregirán en la pizarra los problemas propuestos. Cada dos semanas habrá una sesión de una hora y media en el aula de ordenadores donde se aprenderá a utilizar software de cálculo simbólico aplicado a las ecuaciones diferenciales.

### **Evaluación del aprendizaje**

Cada semana se pondrá a disposición de los estudiantes una hoja con 4 o 5 problemas que deberá ser trabajada (individualmente o en grupos de, a lo sumo, dos personas) y entregada a la semana siguiente. Los problemas entregados por cada estudiante serán corregidos y puntuados, de 0 a 10, por estudiantes de cursos más avanzados (que recibirán créditos de libre elección y beca económica por esta tarea). Cada cuatro semanas se realizará un control del aprendizaje (examen, exposición de un tema o entrega de un trabajo...) en el que se evaluará siempre el temario visto desde el primer día de clase. Se hará hincapié en las conexiones entre las asignaturas del cuatrimestre (Cálculo III, Cálculo Numérico I, Probabilidad I y EDO). Todos los controles periódicos contarán igual para la nota final.

Los estudiantes que obtengan al menos el 50% de los puntos en los problemas y un 5 de media en los controles periódicos superarán la asignatura.

Para aquellos estudiantes que no alcancen el nivel exigido habrá un sistema de compensación consistente en un examen final conjunto con las asignaturas de Cálculo III, Cálculo Numérico I y Probabilidad I.

## 5. CONCLUSIONES

El sistema europeo de créditos proporciona un procedimiento estandarizado de medida y comparación del aprendizaje en diferentes contextos, aportando información cualitativa sobre el aprendizaje. Su implantación supone centrar la enseñanza en lo que se aprende y cuánto esfuerzo requiere ese aprendizaje, y hace necesaria la elaboración de guías docentes de cada titulación y cambios en la metodología docente.

Las encuestas dirigidas a estudiantes y profesores aportan información sobre el esfuerzo que requiere el aprendizaje y sirven para detectar anomalías (son un mecanismo de seguimiento), pero no pueden ser la base para la asignación de créditos. Ésta debe hacerse conforme a la guía docente.

El sistema de evaluación del aprendizaje es importante ya que determina en gran parte la actitud del estudiante frente a su aprendizaje y debe planificarse en la guía docente.

## 6. REFERENCIAS

- Declaración de Bolonia, 1999 [www.esib.org](http://www.esib.org)
- El ámbito europeo de la enseñanza superior. Informe de situación y programa de acciones piloto en la Comunidad de Madrid, Carmen Ruiz-Rivas Hernando, junio 2002
- *ECTS Guía del usuario*, Comisión Europea, 1998  
<http://europa.eu.int/comm/education/socrates/usersg.html>
- *The Benchmark document on Mathematics, Statistics and Operational Research*, de la UK Quality Assurance Agency for Higher Education, 2002  
[www.qaa.ac.uk/cnrtwork/benchmark/phase2/mathematics.pdf](http://www.qaa.ac.uk/cnrtwork/benchmark/phase2/mathematics.pdf)
- *Modalisierung in Hochschulen*, Cuaderno 101, Bund-Länder Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (Bund-länder Commission for educational planning and research promotion) [www.blk-bonn.de](http://www.blk-bonn.de)
- Guía para el plan docente de la Diplomatura en Turismo de la Universidad de Barcelona

## 7. APÉNDICES

## 7.1 APÉNDICE ECTS-1: FORMULARIOS ENCUESTA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

**ENCUESTA ECTS – Estudiantes**

El Departamento de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Madrid participa en el “Proyecto de Convergencia Europea en Matemáticas”, cuyo objetivo es facilitar e impulsar la armonización de la carrera de Matemáticas en las diferentes universidades europeas. Dentro de este proyecto se está trabajando en los créditos **ECTS** (*European Credit Transfer System*), un sistema desarrollado por la Comisión Europea para medir el aprendizaje de la misma manera en toda la UE y que haga más fácil estudiar en otro país. Los créditos **ECTS** reflejan la carga de trabajo que se exige al estudiante para superar cada asignatura (clases, prácticas, seminarios, **trabajo personal**, exámenes,...). 60 créditos **ECTS** representan un curso académico completo.

Para este proyecto te pedimos una estimación lo más aproximada posible del tiempo total invertido en cada asignatura de primer ciclo de la que te hayas examinado (tanto si la aprobaste como si no). Dentro del tiempo invertido debes contar el tiempo dedicado a las siguientes actividades, siempre que guarden relación con la asignatura:

- estudiar, ya sea de forma individual o en grupo
- pasar apuntes
- hacer problemas
- realizar los exámenes
- preparar trabajos para exponer en clase o para entregar
- hacer las prácticas
- utilizar el ordenador para preparar o para buscar material docente
- hacer gestiones en la biblioteca, en la fotocopidora, etc. y, en general, el tiempo dedicado a cualquier actividad relacionada con la asignatura excepto la asistencia a clase y los desplazamientos (de casa a la facultad, por ejemplo)

Observación: Un cuatrimestre consta de 14 semanas lectivas. Intenta estimar el número de horas que dedicaste a la asignatura cada semana y luego súmalas. También debes añadir el tiempo que dedicaste a estudiar durante los

periodos no lectivos (fines de semana, vacaciones, periodo de exámenes). La encuesta es anónima y sólo se utilizarán los datos promediados.

Asignatura	Calificación obtenida	Convocatoria* (1ª, 2ª, ...)	Número de horas
Cálculo I			
Conjuntos y Números			
Álgebra lineal			
Cálculo II			
Geometría I			
Informática			
Cálculo III			
Cálculo Numérico I			
Probabilidad I			
Ec. Diferenciales Ordinarias			
Topología			
Geometría II			
Modelización I			
Física para Matemáticos			

\* Convocatoria en la que aprobaste o en la que te encuentras

Muchas Gracias.

### Encuesta ECTS – Profesores

Querido/a ... :

El Departamento de Matemáticas participa en el “Proyecto de Convergencia Europea en Matemáticas”, cuyo objetivo es facilitar e impulsar la armonización de la carrera de Matemáticas en las diferentes universidades europeas. Dentro de este proyecto se está trabajando en los créditos **ECTS** (*European Credit Transfer System*), un sistema desarrollado por la Comisión Europea para medir el aprendizaje de la misma manera en toda la UE y que haga más fácil estudiar en otro país. Los créditos **ECTS** reflejan la carga de trabajo que se exige al estudiante para superar cada asignatura (clases, prácticas, seminarios, **trabajo personal**, exámenes,...). 60 créditos **ECTS** representan un curso académico completo.

Para este proyecto te pedimos una estimación del número de horas que un estudiante medio debería dedicar **fuera de clase** a la asignatura que impartes para superarla.

Asignatura: ...

	Número de horas a la semana	Número de horas en todo el cuatrimestre
Estudiar la teoría		
Hacer los problemas		
Preparar prácticas/trabajos obligatorios		
Preparar prácticas/trabajos opcionales		
Otros (pasar apuntes, gestiones en la biblioteca, en la fotocopidora,...)		

Observación: Un cuatrimestre consta de 14 semanas lectivas. Indica el número de horas a la semana o en todo el cuatrimestre según sea más fácil de estimar. No olvides tener en cuenta el tiempo que se debería dedicar a la asignatura durante los periodos no lectivos (fines de semana, vacaciones, periodo de exámenes).

Muchas gracias.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA

**Primer Curso (1er semestre)**

Asignatura	Horas aula	Media horas de estudio alumnos		Total horas aula + estudio alumnos
		todos	sólo aprob.	
Introducción al Álgebra Lineal	75	57,46	58,16	132,46
Cálculo Infinitesimal	75	76,15	77,19	151,15
Matemática Discreta	60	59,55	62,50	119,55
Informática	60	41,59	43,28	101,59
Prácticas Integradas	30	16,90	13,63	46,90
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>251,65</b>		<b>551,65</b>

**Segundo Curso**

Asignatura	Horas aula	Media horas de estudio alumnos		Total horas aula + estudio alumnos
		todos	sólo aprob.	
Análisis Matemático I	90	82,59	60,75	172,59
Geometría Lineal	75	57,46	58,77	132,46
Elementos de Física	75	45,15	46,25	120,15
Métodos Numéricos (1er sem.)	60	43,29	55,63	103,29
Análisis Matemático II	90	91,82	78,46	181,82
Geometría Proyectiva	75			75
Fundamentos de Álgebra	90	103,18	93,89	193,18
<b>Total</b>	<b>555</b>	<b>423,48</b>		<b>978,48</b>

## Tercer Curso

Asignatura	Horas aula	Media horas de estudio alumnos		Total horas aula + estudio alumnos
		todos	sólo aprob.	
Análisis vectorial	60			
Probabilidad	75	86,00	91,32	161,00
Topología I	75	87,26	89,40	162,26
Modelos con Ec. Diferenciales	75			
Geometría diferencial	75			
Estadística	90			
Análisis complejo	75			
Ecuaciones diferenciales	75	95,75	112,00	170,75

## Cuarto y Quinto Curso

Asignatura	Horas aula	Media horas de estudio alumnos		Total horas aula + estudio alumnos
		todos	sólo aprob.	
Análisis Real y Funcional	90	103,08	106,90	193,08
Topología II	60	86,53	91,38	146,53
Álgebra	90			
Cálculo Numérico	90	173,70	184,11	263,70
Análisis de Fourier y EDP	90	106,25	106,25	196,25
Geometría de variedades	60			

## TIEMPO MEDIO DE ESTUDIO POR ASIGNATURA Y CALIFICACIÓN

**Primer Curso (1er semestre)**

Asignatura \ Calificación	Suspenso		Aprobado		Not/Sobr/MH	
	nº resp	horas	nº resp	horas	nº resp	horas
Introducción al Álgebra Lineal	16	56,63	14	59,64	5	54,00
Cálculo Infinitesimal	28	75,18	20	78,50	6	72,83
Matemática Discreta	16	56,59	8	64,13	8	60,88
Informática	7	35,57	20	45,35	5	35,00
Prácticas Integradas	20	22,15	23	14,52	9	11,33

**Segundo Curso**

Asignatura \ Calificación	Suspenso		Aprobado		Not/Sobr/MH	
	nº resp	horas	nº resp	horas	nº resp	horas
Análisis Matemático I	13	89,31	4	60,75	0	
Geometría Lineal	1	43,00	0		11	58,77
Elementos de Física	13	43,46	16	49,31	4	34,00
Métodos Numéricos (1er sem.)	6	26,83	4	52,50	4	58,75
Análisis Matemático II	9	111,11	11	74,55	2	100,00
Geometría Proyectiva						
Fundamentos de Álgebra	2	145,00	4	108,50	5	82,20

**Tercer Curso**

Asignatura \ Calificación	Suspenso		Aprobado		Not/Sobr/MH	
	n° resp	horas	n° resp	horas	n° resp	horas
Análisis vectorial						
Probabilidad	8	69,38	12	95,50	13	87,46
Topología I	4	79,25	11	78,45	4	119,50
Modelos con Ec. Diferenciales						
Geometría diferencial						
Estadística						
Análisis complejo						
Ecuaciones diferenciales	7	65,57	10	110,60	3	116,67

**Cuarto y Quinto Curso**

Asignatura \ Calificación	Suspenso		Aprobado		Not/Sobr/MH	
	n° resp	horas	n° resp	horas	n° resp	horas
Análisis Real y Funcional	14	100,36	7	112,71	3	93,33
Topología II	3	60,67	11	101,27	5	69,60
Álgebra						
Cálculo Numérico	1	80,00	5	199,00	4	165,50
Análisis de Fourier y EDP	0		3	101,67	1	120,00
Geometría de variedades						

## RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ALUMNOS QUE SUPERAN LA ASIGNATURA

**Primer curso (1er semestre)**

<b>Asignatura</b>	<b>Créditos</b>	<b>Horas de</b>	<b>Número de</b>	<b>Media horas</b>	<b>Horas totales</b>	<b>Horas totales</b>
	<b>asignatura</b>	<b>contacto</b>	<b>encuestados</b>	<b>Estudio</b>	<b>(contacto + estudio)</b>	<b>por crédito</b>
				<b>aprobados</b>		
Introducción al Álgebra Lineal	7,5	75	19	58,16	133,16	<b>18</b>
Cálculo Infinitesimal	7,5	75	26	77,19	152,19	<b>20</b>
Matemática Discreta	6	60	16	62,50	122,50	<b>20</b>
Informática	6	60	25	43,28	103,28	<b>17</b>
Prácticas Integradas	3	30	32	13,63	43,63	<b>15</b>

**Segundo curso**

<b>Asignatura</b>	<b>Créditos</b>	<b>Horas de</b>	<b>Número de</b>	<b>Media horas</b>	<b>Horas totales</b>	<b>Horas totales</b>
	<b>asignatura</b>	<b>contacto</b>	<b>encuestados</b>	<b>Estudio</b>	<b>(contacto + estudio)</b>	<b>por crédito</b>
				<b>aprobados</b>		
Análisis Matemático I	9	90	4	60,75	150,75	<b>17</b>
Geometría Lineal	7,5	75	11	58,77	133,77	<b>18</b>
Elementos de Física	7,5	75	20	46,25	121,25	<b>16</b>
Métodos Numéricos (1er sem.)	6	60	8	55,63	115,63	<b>19</b>
Análisis Matemático II	9	90	13	78,46	168,46	<b>19</b>
Geometría Proyectiva	7,5	75	0			
Fundamentos de Álgebra	9	90	9	93,89	183,89	<b>20</b>

**Tercer curso**

Asignatura	Créditos asignatura	Horas de contacto	Número de encuestados	Media horas Estudio aprobados	Horas totales (contacto + estudio)	Horas totales por crédito
Análisis vectorial	6	60	0			
Probabilidad	7,5	75	25	91,32	166,32	<b>22</b>
Topología I	7,5	75	15	89,4	164,4	<b>22</b>
Modelos con Ec. Diferenciales	7,5	75	0			
Geometría diferencial	7,5	75	0			
Estadística	9	90	0			
Análisis complejo	7,5	75	0			
Ecuaciones diferenciales	7,5	75	13	112	187	<b>25</b>

**Cuarto y Quinto curso**

Asignatura	Créditos asignatura	Horas de contacto	Número de encuestados	Media horas Estudio aprobados	Horas totales (contacto + estudio)	Horas totales por crédito
Análisis Real y Funcional	9	90	10	106,90	196,90	<b>22</b>
Topología II	6	60	16	91,38	151,38	<b>25</b>
Álgebra	9	90	0			
Cálculo Numérico	9	90	9	184,11	274,11	<b>30</b>
Análisis de Fourier y EDP	9	90	4	106,25	196,25	<b>22</b>
Geometría de variedades	6	60	0			

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

**Primer curso**

Además habría que añadir 5 créditos de libre elección

Asignatura	Horas aula Teoría	Horas aula problemas / práctica	Media horas estudio alumnos		Horas estudio profesores	Total horas aula + estudio alumno
			todos	sólo aprob		
Cálculo I	56	28	144,1	144,4	266	228,1
Conjuntos y Números	56	28	142,4	142,4	140	226,4
Álgebra Lineal	56	28	152,7	142,9	115,5	236,7
Cálculo II	56	28	120,7	127,1	117,5	204,7
Geometría I	56	28	238,3	244,5	142	322,3
Informática	42	56	136,8	136,8	98	234,8
<b>Total</b>	<b>322</b>	<b>196</b>	<b>935</b>		<b>879</b>	<b>1453</b>

**Segundo curso**

Además habría que añadir 7 créditos de libre elección

Asignatura	Horas aula Teoría	Horas aula problemas / práctica	Media horas estudio alumnos		Horas estudio profesores	Total horas aula + estudio alumno
			todos	sólo aprob		
Cálculo III	56	0	139,5	139,5	100,5	195,5
Cálculo Numérico I	42	56	240,4	240,4	140	338,4
Probabilidad I	56	21	120,5	128,5	105,5	197,5
E.D.O.	56	0	152	157,8	210	208
Topología	56	0	153,1	153,6	147,5	209,1
Geometría II	56	0	146,9	146,9	89	202,9
Modelización I	56	0	98,3	98,3	110	154,3
Física	56	0	146,4	146,4	60,5	202,4
<b>Total</b>	<b>434</b>	<b>77</b>	<b>1197,1</b>		<b>963</b>	<b>1708,1</b>

TIEMPO MEDIO DE ESTUDIO POR ASIGNATURA Y CALIFICACIÓN

**Primer Curso**

Asignatura \ Calificación	Suspenso		Aprobado		Notable / Sobresal / MH	
	nº respuestas	Tiempo medio	nº respuestas	Tiempo medio	nº respuestas	tiempo medio
Cálculo I	1	140	6	132,5	8	153,3
Conjuntos y Números	0	0	5	112	9	159,2
Álgebra Lineal	1	280	5	132	8	149,8
Cálculo II	1	50	8	123,5	3	136,7
Geometría I	1	170	5	118	6	350
Informática	0	0	9	140	2	122,5

**Segundo Curso**

Asignatura \ Calificación	Suspenso		Aprobado		Notable / Sobresal / MH	
	nº respuestas	Tiempo medio	nº respuestas	Tiempo medio	nº respuestas	tiempo medio
Cálculo III	0	0	6	125,8	4	160
Cálculo Numérico I	0	0	5	202	7	267,9
Probabilidad I	1	40	8	134,4	2	105
E.D.O.	1	100	6	153,3	3	166,7
Topología	1	150	3	163,3	4	146,3
Geometría II	0	0	6	164,2	2	95
Modelización I	0	0	4	105	5	93
Física	0	0	4	120	3	181,7

## RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ALUMNOS QUE SUPERAN LA ASIGNATURA

**Primer curso**

Asignatura	Créditos asignatura	Horas de contacto	Número de encuestados	Media Horas estudio aprobados	Horas totales (contacto + estudio)	Horas totales por crédito
Cálculo I	12	84	14	144,36	228,36	<b>19</b>
Conjuntos y Números	12	84	14	142,36	226,36	<b>19</b>
Álgebra Lineal	12	84	13	142,92	226,92	<b>19</b>
Cálculo II	12	84	11	127,09	211,09	<b>18</b>
Geometría I	12	84	11	244,55	328,55	<b>27</b>
Informática	10	98	11	136,82	234,82	<b>23</b>

**Segundo Curso**

Asignatura	Créditos asignatura	Horas de contacto	Número de encuestados	Media Horas estudio aprobados	Horas totales (contacto + estudio)	Horas totales por crédito
Cálculo III	8	56	10	139,50	195,50	<b>24</b>
Cálculo Numérico I	8	98	12	240,42	338,42	<b>42</b>
Probabilidad I	8	77	10	128,50	205,50	<b>26</b>
E.D.O.	8	56	9	157,78	213,78	<b>27</b>
Topología	8	56	7	153,57	209,57	<b>26</b>
Geometría II	8	56	8	146,88	202,88	<b>25</b>
Modelización I	8	56	9	98,33	154,33	<b>19</b>
Física	8	56	7	146,43	202,43	<b>25</b>

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

**Primer Curso**

Asignatura	Horas aula	Media horas estudio alumnos			Total Horas aula + estudio alumnos (todos)
		todos	sólo aprob	sólo susp	
Álgebra Básica 1	70	104,83	123,92	66,67	174,83
Álgebra Básica 2	70	107,22	152	51,25	177,22
Análisis de una variable real	70	101,16	99,67	106,75	171,16
Ampliación de análisis de una variable real	84	120,00	120,00		204,00
Geometría básica	56	87,32	88,50	84,00	143,32
Informática	84	71,32	91,92	26,67	155,32
Estadística básica	56	54,63	60,29	15,00	110,63
Álgebra Lineal 1	70	167,22	185,00	25,00	237,22
<b>Total</b>	<b>588</b>	<b>813,69</b>			<b>1401,69</b>

**Segundo Curso**

Asignatura	Horas aula	Media horas estudio alumnos			Total Horas aula + estudio alumnos (todos)
		todos	sólo aprob	sólo susp	
Cálculo Numérico 1	56	91,25	143,50	39,00	147,25
Álgebra Lineal 2	70	133,33	210,00	56,67	203,33
Cálculo de Probabilidad	70	83,88	83,88		153,88
Análisis de varias variables reales	84	254,29	228,00	320,00	338,29
Teoría de grupos					
Ampliación de An. V. Var. Reales					
Topología					
Inferencia estadística					

## TIEMPO MEDIO DE ESTUDIO POR ASIGNATURA Y CALIFICACIÓN

**Primer Curso**

Asignatura Calificación	Suspenso		Aprob / Not / Sobresal / MH	
	nº respuestas	horas	nº respuestas	Horas
Álgebra Básica 1	6	66,67	12	123,92
Álgebra Básica 2	4	51,25	5	152
Análisis de una variable real	4	106,75	15	99,67
Ampliación de análisis de una variable real	0		10	120,00
Geometría básica	5	84,00	14	88,50
Informática	6	26,67	13	91,92
Estadística básica	1	15,00	7	60,29
Álgebra Lineal 1	1	25,00	8	185,00

**Segundo Curso**

Asignatura Calificación	Suspenso		Aprob / Not / Sobresal / MH	
	nº respuestas	horas	nº respuestas	Horas
Cálculo Numérico 1	4	39,00	4	143,5
Álgebra Lineal 2	3	56,67	3	210
Cálculo de Probabilidad	0		8	83,88
Análisis de varias variables reales	2	320,00	5	228

## RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ALUMNOS QUE SUPERAN LA ASIGNATURA

Asignatura	Créditos asignatura	Horas de contacto	Número de encuestados	Media horas estudio aprobados	Horas totales (contacto + estudio)	Horas totales por crédito
Álgebra Básica 1	7,5	70	12	123,92	193,92	<b>26</b>
Álgebra Básica 2	7,5	70	5	152	222,00	<b>30</b>
Análisis de una variable real	7,5	70	15	99,67	169,67	<b>23</b>
Ampliación de análisis de una variable real	9	84	10	120,00	204,00	<b>23</b>
Geometría básica	6	56	14	88,50	144,50	<b>24</b>
Informática	12	84	13	91,92	175,92	<b>15</b>
Estadística básica	6	56	7	60,29	116,29	<b>19</b>
Álgebra Lineal 1	7,5	70	8	185,00	255,00	<b>34</b>
Cálculo Numérico 1	6	56	4	143,5	199,50	<b>33</b>
Álgebra Lineal 2	7,5	70	3	210	280,00	<b>37</b>
Cálculo de Probabilidad	7,5	70	8	83,88	153,88	<b>21</b>
Análisis de varias variables reales	9	84	5	228	312,00	<b>35</b>

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

**Primer Curso**

Asignatura	Horas aula	Media horas estudio alumnos			Total Horas aula + estudio alumnos (todos)
		todos	sólo aprob	sólo susp	
Introducción á análise matemática	90	85,83	67	180	175,83
Xeometría métrica	90	127,77	129,28	90	217,77
Álgebra lineal e multilineal	90	118,13	122,14	90	208,13
Cálculo diferencial e integral	90	121,96	116,26	140	211,96
Informática	90	35	45	25	125
Introducción ó cálculo numérico	75	125,26	123,89	150	200,26
Topoloxía dos espazos euclidianos	75	81,19	80,25	100	156,19
<b>Total</b>	<b>600</b>	<b>695,14</b>			<b>1295,14</b>

**Segundo Curso**

Habría que añadir 7,5 créditos libre elección

Asignatura	Horas aula	Media horas estudio alumnos			Total Horas aula + estudio alumnos (todos)
		todos	sólo aprob	sólo susp	
Análise numérica matricial	60	174,80	163,87	207,6	234,80
Difer. de func. de vv. vv. reais	75	82,64	79,56	86,33	157,64
Integ. de func. de vv. vv. reais	75	134,47	140,92	92,5	209,47
Int. ás ecuacións diferen. ordinarias	75	121,90	130,62	105,71	196,90
Int. ó cálculo de probabilidades	60	93,25	94,12	88,33	153,25
Xeometría afín e proxectiva	90	121,53	129,12	114,74	211,53
Topoloxía	90	121,23	107,5	129,9	211,23
<b>Total</b>	<b>525</b>	<b>849,82</b>			<b>1374,82</b>

### Tercer Curso

Habría que añadir 6 créditos libre elección

Asignatura	Horas aula	Media horas estudio alumnos			Total Horas aula + estudio alumnos (todos)
		todos	sólo aprob	sólo susp	
Curvas e superficies	90	129,75	134,68	111	219,75
Elementos de variable compleja	60	91,53	91,6	91,43	151,53
Inferencia estadística	75	148,79	150,23	130	223,79
Introducción á álgebra	75	157,95	162,57	155,64	232,95
Métodos numéricos	60	213,4	212,71	215	273,4
Series de Fourier e int. ás EDPs	45	93,3	99,05	79,9	138,3
Teoría global de superficies	75	151,25	151,36	150	226,25
Vectores aleatorios	60	97,14	104,29	90	157,14
<b>Total</b>	<b>540</b>	<b>1083,11</b>			<b>1623,11</b>

### Cuarto Curso

Habría que añadir 4,5 cr optativos y 7,5 cr libre elección

Asignatura	Horas aula	Media horas estudio alumnos			Total Horas aula + estudio alumnos (todos)
		todos	sólo aprob	sólo susp	
Xeometría e topoloxía	95	167,03	169,36	157,7	262,03
Teoría da medida	60	144,84	147,89	140	204,84
Álgebra	95	192,71	209,78	173,5	287,71
Análise func. en espacios de Banach	75	179,38	240	143	254,38
Cálculo numérico	90	232,31	228,18	255	322,31
Ecuacións diferenciais ordinarias	60	171,5	250	162,78	231,5
<b>Total</b>	<b>475</b>	<b>1087,77</b>			<b>1562,77</b>
Variable compleja	50	110	103,75	120	160

## TIEMPO MEDIO DE ESTUDIO POR ASIGNATURA Y CALIFICACIÓN

**Primer Curso**

Asignatura	Calificación	Suspenso		Aprob / Not / Sobr/ MH	
		nº resp	Horas	nº resp	horas
Introducción á análise matemática		1	180	5	67
Xeometría métrica		1	90	25	129,28
Álgebra lineal e multilineal		1	90	7	122,14
Cálculo diferencial e integral		6	140	19	116,26
Informática		4	25	4	45
Introducción ó cálculo numérico		1	150	18	123,89
Topoloxía dos espazos euclidianos		1	100	20	80,25

**Segundo Curso**

Asignatura	Calificación	Suspenso		Aprob / Not / Sobr/ MH	
		nº resp	Horas	nº resp	horas
Análise numérica matricial		5	207,6	15	163,87
Difer. de func. de vv. vv. reais		15	86,33	18	79,56
Integ. de func. de vv. vv. reais		2	92,5	13	140,92
Int. ás ecuacións diferen. ordinarias		7	105,71	13	130,62
Int. ó cálculo de probabilidades		3	88,33	17	94,12
Xeometría afín e proxectiva		19	114,74	17	129,12
Topoloxía		19	129,9	12	107,5

**Tercer Curso**

Asignatura	Calificación	Suspenso		Aprob / Not / Sobr/ MH	
		nº resp	Horas	nº resp	horas
Curvas e superficies		5	111	19	134,68
Elementos de variable complexa		7	91,43	10	91,6
Inferencia estatística		2	130	26	150,23
Introducción á álgebra		14	155,64	7	162,57
Métodos numéricos		6	215	14	212,71
Serie de Fourier e int. ás EDPs		9	79,9	21	99,05
Teoría global de superficies		2	150	22	151,36
Vectores aleatorios		7	90	7	104,29

**Cuarto Curso**

Asignatura	Calificación	Suspenso		Aprob / Not / Sobr/ MH	
		nº resp	Horas	nº resp	horas
Xeometría e topoloxía		7	157,7	28	169,36
Teoría da medida		12	140	19	147,89
Álgebra		8	173,5	9	209,78
Análise func. en espazos de Banach		5	143	3	240
Cálculo numérico		2	255	11	228,18
Ecuacións diferenciais ordinarias		9	162,78	1	250
Variable complexa		5	120	8	103,75

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ALUMNOS QUE SUPERAN LA ASIGNATURA

**Primer Curso**

Asignatura	Créditos asignatura	Horas de contacto	Número de encuestados	Media horas estudio aprobados	Horas totales (contacto + estudio)	Horas totales por crédito
Introducción á análise matemática	9	90	5	67	157	<b>17</b>
Xeometría métrica	9	90	25	129,28	219,28	<b>24</b>
Álgebra lineal e multilineal	9	90	7	122,14	212,14	<b>24</b>
Cálculo diferencial e integral	9	90	19	116,26	206,26	<b>23</b>
Informática	9	90	4	45	135	<b>15</b>
Introducción ó cálculo numérico	7,5	75	18	123,89	198,89	<b>27</b>
Topoloxía dos espacios euclidianos	7,5	75	20	80,25	155,25	<b>21</b>

**Segundo Curso**

Asignatura	Créditos asignatura	Horas de contacto	Número de encuestados	Media horas estudio aprobados	Horas totales (contacto + estudio)	Horas totales por crédito
Análise numérica matricial	6	60	15	163,87	223,87	37
Difer. de func. de vv. vv. reais	7,5	75	18	79,56	154,56	21
Integ. de func. de vv. vv. reais	7,5	75	13	140,92	215,92	29
Int. ás ecuacións diferen. ordinarias	7,5	75	13	130,62	205,62	27
Int. ó cálculo de probabilidades	6	60	17	94,12	154,12	26
Xeometría afín e proxectiva	9	90	17	129,12	219,12	24
Topoloxía	9	90	12	107,5	197,5	22

### Tercer Curso

Asignatura	Créditos asignatura	Horas de contacto	Número de encuestados	Media horas estudio aprobados	Horas totales (contacto + estudio)	Horas totales por crédito
Curvas e superficies	9	90	19	134,68	224,68	25
Elementos de variable complexa	6	60	10	91,6	151,6	25
Inferencia estatística	7,5	75	26	150,23	225,23	30
Introducción á álgebra	7,5	75	7	162,57	237,57	32
Métodos numéricos	6	60	14	212,71	272,71	45
Serie de Fourier e int. ás EDPs	4,5	45	21	99,05	144,05	32
Teoría global de superficies	7,5	75	22	151,36	226,36	30
Vectores aleatorios	6	60	7	104,29	164,29	27

### Cuarto Curso

Asignatura	Créditos asignatura	Horas de contacto	Número de encuestados	Media horas estudio aprobados	Horas totales (contacto + estudio)	Horas totales por crédito
Xeometría e topoloxía	9,5	95	28	169,36	264,36	28
Teoría da medida	6	60	19	147,89	207,89	35
Álgebra	9,5	95	9	209,78	304,78	32
Análise func. en espacios de Banach	7,5	75	3	240	315	42
Cálculo numérico	9	90	11	228,18	318,18	35
Ecuacións diferenciais ordinarias	6	60	1	250	310	52
Variable complexa	5	50	8	103,75	153,75	31