

# Guia Docent

# 17/18

## Facultat de Matemàtiques i Estadística

# Curs Hilbert

## Grau en Matemàtiques



*David Hilbert*

23/01/1862 – 14/02/1943

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH  
Facultat de Matemàtiques i Estadística

*Curs 2017-2018*

1862-1943



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH**

**Facultat de Matemàtiques i Estadística**

# Sumari

## Català

Estructura del Grau de Matemàtiques

Taula del pla d'estudis

Presentació, accés, sortides professionals, organització

Pla d'estudis

Assignatures optatives del Grau de Matemàtiques

Assignatures optatives d'estadística en el Grau de Matemàtiques

Llistat d'assignatures

## Español

Presentación, acceso, salidas profesionales, organización

Plan de estudios

Asignaturas optativas del Grado de Matemáticas

Asignaturas optativas de estadística en el Grado de Matemáticas

Listado de asignaturas

## English

Introduction

Admission

Professional opportunities

Organisation

Curriculum

Optional subjects Bachelor's degree in Mathematics

Optional subjects from the bachelor's degree in Statistics

List of subjects



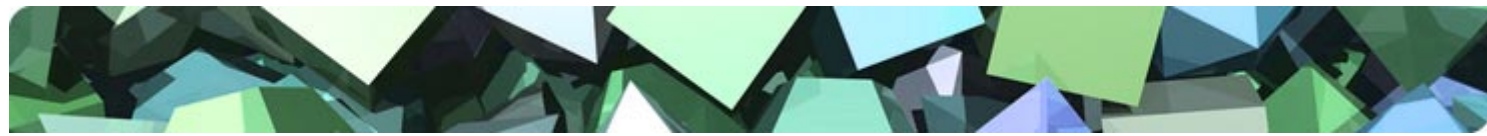
## Estructura del Grau en Matemàtiques

Té un total de **240 crèdits ECTS** a cursar en **quatre anys**, distribuïts en:

- **189 crèdits obligatoris**, que s'han de cursar en:
  - 24 assignatures de 7.5 crèdits cadascuna, que corresponen als tres primers cursos
  - 1 assignatura de 9 crèdits que forma part del quart curs
- **36 crèdits optatius**, que es poden obtenir de les maneres següents:
  - Cursant fins a 6 assignatures escollides entre l'**oferta anual d'optatives pròpies del grau**
  - Cursant fins a 6 assignatures escollides entre les **del Grau en Estadística**, ofertes com a optatives del Grau en Matemàtiques
  - Cursant assignatures escollides entre l'**oferta d'altres titulacions de la UPC**, prèvia autorització per part de la o el Cap d'estudis
  - Cursant assignatures en el marc d'un **programa de mobilitat**
  - Realitzant **pràctiques externes en empreses** (amb una càrrega acadèmica equivalent a 12 ECTS)
  - Per **reconeixement d'altres activitats**: idiomes, esports, participació en òrgans de govern, cooperació, etc; segons la normativa UPC i amb un límit de fins a 6 ECTS
- **15 crèdits del treball de fi de grau**

## Pla d'estudis

| 1r Curs - Fase Inicial                             |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <a href="#">Càlcul en una variable</a>             | <a href="#">Àlgebra lineal</a>                  | <a href="#">Informàtica</a>                    | <a href="#">Fonaments de la matemàtica</a> |
| <a href="#">Càlcul diferencial</a>                 | <a href="#">Geometria afi i euclidiana</a>      | <a href="#">Àlgebra lineal numèrica</a>        | <a href="#">Matemàtica discreta</a>        |
| 2n Curs  |   |  |  |
| <a href="#">Càlcul integral</a>                    | <a href="#">Àlgebra multilinear i geometria</a> | <a href="#">Algorísmia</a>                     | <a href="#">Programació matemàtica</a>     |
| <a href="#">Funcions de variable complexa</a>      | <a href="#">Topologia</a>                       | <a href="#">Física</a>                         | <a href="#">Anàlisi real</a>               |
| 3r Curs  |   |  |  |
| <a href="#">Equacions diferencials ordinàries</a>  | <a href="#">Estructures algebraiques</a>        | <a href="#">Càlcul numèric</a>                 | <a href="#">Teoria de la probabilitat</a>  |
| <a href="#">Equacions en derivades parcials</a>    | <a href="#">Geometria diferencial</a>           | <a href="#">Models matemàtics de la física</a> | <a href="#">Estadística</a>                |
| 4t Curs  |   |  |  |
| <a href="#">Models matemàtics de la tecnologia</a> | Optativa 1                                      | Optativa 2                                     | Optativa 3                                 |
| Treball de fi de grau                              | Optativa 4                                      | Optativa 4                                     | Optativa 6                                 |



# Grau en Matemàtiques

Curs 2017-2018

Amb el **grau en Matemàtiques**, acreditat amb excel·lència per l'AQU Catalunya, rebràs una formació completa i exigent en totes les matèries bàsiques de les matemàtiques i les seves aplicacions. Si el teu objectiu és la recerca, podràs integrar-te amb èxit en grups capdavanters per investigar en matemàtiques, en enginyeria i tecnologia, en ciències de la natura i la salut o en ciències socials. Podràs desenvolupar la teva activitat en el món de l'empresa o la indústria, o en els sectors de banca i finances, consultoria, salut i serveis, on els matemàtics són cada cop més apreciats per la seva formació i per la seva capacitat d'aprenentatge. Si la teva opció és la docència, després de cursar el màster de formació de professorat, podràs dedicar-te a l'ensenyament de les matemàtiques en centres de secundària.

---

## PRESENTACIÓ

---

### Durada

4 anys

### Càrrega lectiva

240 crèdits ECTS (incloent-hi el treball de fi de grau). Un crèdit equival a 25-30 hores de treball.

### Tipus de docència

Presencial

### Nota de tall del curs 2017-2018

12,540

### Horaris/torns

Matí

### Preus i beques

Preu aproximat per curs, 2.206 €. [Consulta el percentatge de minoració en funció de la renda \(beques i modalitats de pagament\).](#)

### Títol oficial

[Inscrit en el registre del Ministeri d'Educació, Cultura i Esport](#)

### Acords de doble titulació

#### Amb universitats internacionals

- Grau en Matemàtiques+ Master's degree in Advanced Mathematics and Mathematical Engineering i l'*Ingénieur INP*, amb l'École Nationale Supérieure d'Informatique et de Mathématiques Appliquées de Grenoble.

#### En el marc de l'oferta d'estudis del Centre de Formació Interdisciplinària Superior (CFIS)

També pots cursar una doble titulació interdisciplinària a dos centres docents UPC coordinada pel CFIS.

Més informació al [web del CFIS](#)

---

## ACCÉS

---

### Places nou ingrés

50

## Places canvi d'estudis

5

## Nota de tall del curs 2017-2018

12,540. [Notes de tall](#)

## Ponderacions PAU

[Taula de ponderacions de les matèries per a la fase específica](#)

## Com s'hi accedeix

[Totes les vies d'accés, preinscripció i matrícula.](#)

## Convalidacions de CFGS

[Convalidacions de CFGS](#)

## Legalització de documents

Tots els documents expedits en països de fora de la Unió Europea han d'estar [legalitzats per via diplomàtica](#) o amb la postil·la corresponent.

---

## SORTIDES PROFESSIONALS

---

### Sortides professionals

- Consultoria estratègica, consultoria tecnològica, gestió de projectes i estudis.
- Empresa, indústria i serveis: anàlisi de dades, programació i enginyeria del software, estudis de mercat, planificació i personal directiu, criptografia i seguretat.
- Recerca en matemàtiques: personal docent i investigador en universitats o centres de recerca.
- Recerca en altres ciències i en enginyeria i tecnologia: centres de recerca i laboratoris, tant del sector públic com privat: computació, comunicacions, robòtica, mecànica, biologia o medicina.
- Banca, finances, assegurances: anàlisi i control de riscos, gestió de carteres i fons, responsables d'inversions, disseny i valoració de productes financers, criptografia i seguretat.
- Professorat de secundària en centres públics o privats, editorials i empreses del sector de l'ensenyament.

---

## ORGANITZACIÓ

---

### Organització dels estudis

Els estudis s'organitzen en quatre cursos i cada curs està dividit en dos quadrimestres de quinze setmanes. A cadascun dels tres primers cursos hi ha 8 assignatures obligatòries quadrimestrals, de 7,5 ECTS. A quart curs se n'ha de cursar una obligatòria de 9 ECTS, 6 optatives de 6 ECTS cadascuna i el treball de fi de grau, de 15 ECTS.

Es podran seguir tres itineraris: un de genèric, en què es poden escollir les assignatures optatives que es vulgui, i dos d'especialització, que donen lloc a dues mencions: la Menció en Enginyeria Matemàtica i la Menció en Estadística. Per aconseguir-les, cal cursar les optatives de l'especialitat i fer el treball de fi de grau relacionat amb el tema.

### Calendari acadèmic

[Calendari acadèmic dels estudis universitaris de la UPC](#)

### Normatives acadèmiques

[Normativa acadèmica dels estudis de grau de la UPC](#)

### Acreditació i reconeixement d'idiomes

Els estudiants de grau han d'acreditar la competència en una 3a llengua per obtenir el títol de grau. [Certifica el teu nivell d'idiomes.](#)

Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME)

**PLA D'ESTUDIS**

| <b>Assignatures</b>               | <b>crèdits ECTS</b> | <b>Tipus</b> |
|-----------------------------------|---------------------|--------------|
| <b>PRIMER QUADRIMESTRE</b>        |                     |              |
| Àlgebra Lineal                    | 7.5                 | Obligatòria  |
| Càlcul en una Variable            | 7.5                 | Obligatòria  |
| Fonaments de la Matemàtica        | 7.5                 | Obligatòria  |
| Informàtica                       | 7.5                 | Obligatòria  |
| <b>SEGON QUADRIMESTRE</b>         |                     |              |
| Àlgebra Lineal Numèrica           | 7.5                 | Obligatòria  |
| Càlcul Diferencial                | 7.5                 | Obligatòria  |
| Geometria Afí i Euclidiana        | 7.5                 | Obligatòria  |
| Matemàtica Discreta               | 7.5                 | Obligatòria  |
| <b>TERCER QUADRIMESTRE</b>        |                     |              |
| Àlgebra Multilineal i Geometria   | 7.5                 | Obligatòria  |
| Algorísmia                        | 7.5                 | Obligatòria  |
| Càlcul Integral                   | 7.5                 | Obligatòria  |
| Programació Matemàtica            | 7.5                 | Obligatòria  |
| <b>QUART QUADRIMESTRE</b>         |                     |              |
| Anàlisi Real                      | 7.5                 | Obligatòria  |
| Física                            | 7.5                 | Obligatòria  |
| Funcions de Variable Complexa     | 7.5                 | Obligatòria  |
| Topologia                         | 7.5                 | Obligatòria  |
| <b>CINQUÈ QUADRIMESTRE</b>        |                     |              |
| Càlcul Numèric                    | 7.5                 | Obligatòria  |
| Equacions Diferencials Ordinàries | 7.5                 | Obligatòria  |
| Estructures Algebraiques          | 7.5                 | Obligatòria  |
| Teoria de la Probabilitat         | 7.5                 | Obligatòria  |
| <b>SISÈ QUADRIMESTRE</b>          |                     |              |
| Equacions en Derivades Parcials   | 7.5                 | Obligatòria  |
| Estadística                       | 7.5                 | Obligatòria  |
| Geometria Diferencial             | 7.5                 | Obligatòria  |
| Models Matemàtics de la Física    | 7.5                 | Obligatòria  |
| <b>SETÈ QUADRIMESTRE</b>          |                     |              |
| Algorísmia i Complexitat          | 6                   | Optativa     |
| Anàlisi de Sèries Temporals       | 6                   | Optativa     |
| Combinàtoria i Teoria de Grafs    | 6                   | Optativa     |
| Disseny d'Experiments             | 6                   | Optativa     |
| Estadística Industrial            | 6                   | Optativa     |

| <b>Assignatures</b>                               | <b>crèdits ECTS</b> | <b>Tipus</b> |
|---|---------------------|--------------|
| Fitxers i Bases de Dades                          | 6                   | Optativa     |
| Lògica i Fonamentació                             | 6                   | Optativa     |
| Matemàtiques per a l'Ensenyament Secundari        | 6                   | Optativa     |
| Mètodes Bayesianes                                | 6                   | Optativa     |
| Mètodes Estadístics en Minería de Dades           | 6                   | Optativa     |
| Mètodes Estadístics per a Finances i Assegurances | 6                   | Optativa     |
| Mètodes Numèrics per a EDO                        | 6                   | Optativa     |
| Models Lineals                                    | 6                   | Optativa     |
| Models Lineals Generalitzats                      | 6                   | Optativa     |
| Models Matemàtics de la Tecnologia                | 9                   | Obligatòria  |
| Sistemes Dinàmics                                 | 6                   | Optativa     |
| Teoria de Control                                 | 6                   | Optativa     |
| Teoria de Galois                                  | 6                   | Optativa     |
| Varietats Diferenciables                          | 6                   | Optativa     |
| <b>VUITÈ QUADRIMESTRE</b>                         |                     |              |
| Anàlisi de Supervivència                          | 6                   | Optativa     |
| Anàlisi Funcional                                 | 6                   | Optativa     |
| Anàlisi Multivariant                              | 6                   | Optativa     |
| Econometria                                       | 6                   | Optativa     |
| Estadística per a les Biociències                 | 6                   | Optativa     |
| Geometria Algebraica                              | 6                   | Optativa     |
| Història de la Matemàtica                         | 6                   | Optativa     |
| Matemàtica Financera                              | 6                   | Optativa     |
| Mètodes No Paramètrics i de Remostreig            | 6                   | Optativa     |
| Mètodes Numèrics per a Edps                       | 6                   | Optativa     |
| Optimització en Enginyeria                        | 6                   | Optativa     |
| Teoria de Cues i Simulació                        | 6                   | Optativa     |
| Topologia Algebraica                              | 6                   | Optativa     |
| Treball de Fi de Grau                             | 15                  | Projecte     |

## Assignatures optatives del Grau en Matemàtiques

### OPTATIVES PRÒPIES

| Quad | Codi   | Assignatura                    | Idioma docència | Fitxa CAT | Fitxa CAS* | Fitxa ENG* |
|------|--------|--------------------------------|-----------------|-----------|------------|------------|
| 2    | 200241 | Història de la matemàtica      | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 1    | 200213 | Sistemes dinàmics              | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 1    | 200232 | Combinàtoria i teoria de grafs | Ang             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 2    | 200223 | Matemàtica financera           | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 2    | 200204 | Geometria algebraica           | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 1    | 200212 | Teoria de control              | Ang             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 1    | 200231 | Algorísmia i complexitat       | Ang             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 1    | 200221 | Mètodes numèrics per a edo     | Ang             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 2    | 200222 | Mètodes numèrics per a edps    | Ang             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 2    | 200202 | Topologia algebraica           | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 1    | 200201 | Teoria de galois               | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 1    | 200203 | Varietats diferenciables       | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 2    | 200211 | Anàlisi funcional              | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |

(\*) La versió oficial de la fitxa d'assignatura és l'escripta en català. Les traduccions poden no estar completament actualitzades.



# Assignatures optatives d'estadística al Grau en Matemàtiques

## OPTATIVES GRAU ESTADÍSTICA

Totes aquestes assignatures són de 6 ECTS i s'imparteixen a l'edifici de la FME, en horari de tarda.

-El Grau en Estadística és una titulació conjunta UB - UPC, la gestió del qual correspon a la UB, i per tant segueix el seu calendari.

Les classes habitualment comencen i acaben una o dues setmanes més tard que les pròpies del Grau en Matemàtiques. Les avaluacions trigaran més que les de l'FME, de manera que si depeneu d'aquestes per a titular-vos, haureu d'esperar a tenir-les incorporades al vostre expedient.

| Quad | Codi   | Assignatura                                       | Idioma docència | Fitxa CAT |
|------|--------|---|-----------------|-----------|
| 1    | 200546 | Fitxers i bases de dades                          | Cat             | CAT       |
| 1    | 200551 | Disseny d'experiments                             | Cat             | CAT       |
| 1    | 200552 | Models lineals                                    | Cat             | CAT       |
| 1    | 200547 | Mètodes bayesians                                 | Cat             | CAT       |
| 1    | 200556 | Anàlisi de sèries temporals                       | Cat ; Cas       | CAT       |
| 1    | 200557 | Models lineals generalitzats                      | Cat             | CAT       |
| 1    | 200559 | Mètodes estadístics per a finances i assegurances | Cat             | CAT       |
| 1    | 200563 | Estadística industrial                            | Cat             | CAT       |
| 1    | 200565 | Mètodes estadístics en mineria de dades           | Cat             | CAT       |
| 2    | 200568 | Optimització en enginyeria                        | Cat             | CAT       |
| 2    | 200548 | Mètodes no paramètrics i de remostreig            | Cat             | CAT       |
| 2    | 200553 | Anàlisi multivariant                              | Cat ; Cas       | CAT       |
| 2    | 200561 | Anàlisi de supervivència                          | Cat             | CAT       |
| 2    | 200554 | Estadística per a les biociències                 | Cat             | CAT       |
| 2    | 200550 | Teoria de cues i simulació                        | Cat             | CAT       |
| 2    | 200555 | Econometria                                       | Cat             | CAT       |

(\*) La versió oficial de la fitxa d'assignatura és l'escripta en català. Les traduccions poden no estar completament actualitzades.



## Grau Matemàtiques curs 2017-2018

|        |                                    |
|--------|------------------------------------|
| 200001 | CÀLCUL EN UNA VARIABLE             |
| 200002 | ÀLGEBRA LINEAL                     |
| 200003 | FONAMENTS DE LA MATEMÀTICA         |
| 200004 | CÀLCUL DIFERENCIAL                 |
| 200005 | GEOMETRIA AFÍ I EUCLIDIANA         |
| 200006 | CÀLCUL INTEGRAL                    |
| 200011 | INFORMÀTICA                        |
| 200021 | FÍSICA                             |
| 200101 | FUNCIONS DE VARIABLE COMPLEXA      |
| 200102 | ANÀLISI REAL                       |
| 200111 | ÀLGEBRA MULTILINEAL I GEOMETRIA    |
| 200112 | ESTRUCTURES ALGEBRAIQUES           |
| 200121 | TOPOLOGIA                          |
| 200122 | GEOMETRIA DIFERENCIAL              |
| 200131 | TEORIA DE LA PROBABILITAT          |
| 200132 | ESTADÍSTICA                        |
| 200141 | EQUACIONS DIFERENCIALS ORDINÀRIES  |
| 200142 | EQUACIONS EN DERIVADES PARCIALS    |
| 200151 | ÀLGEBRA LINEAL NUMÈRICA            |
| 200152 | PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA             |
| 200153 | CÀLCUL NUMÈRIC                     |
| 200161 | MATEMÀTICA DISCRETA                |
| 200162 | ALGORÍSMIA                         |
| 200171 | MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA     |
| 200172 | MODELS MATEMÀTICS DE LA TECNOLOGIA |
| 200201 | TEORIA DE GALOIS                   |
| 200202 | TOPOLOGIA ALGEBRAICA               |
| 200203 | VARIETATS DIFERENCIABLES           |
| 200204 | GEOMETRIA ALGEBRAICA               |
| 200211 | ANÀLISI FUNCIONAL                  |
| 200212 | TEORIA DE CONTROL                  |
| 200213 | SISTEMES DINÀMICS                  |
| 200221 | MÈTODES NUMÈRICS PER A EDO         |
| 200222 | MÈTODES NUMÈRICS PER A EDPS        |
| 200223 | MATEMÀTICA FINANCERA               |
| 200231 | ALGORÍSMIA I COMPLEXITAT           |
| 200232 | COMBINÀTORIA I TEORIA DE GRAFS     |
| 200241 | HISTÒRIA DE LA MATEMÀTICA          |

## 200001 - CV - Càlcul en una Variable

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: CARLES PADRO LAIMON

Altres: Primer quadrimestre:  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
VÍCTOR DIEGO GUTIÉRREZ - A, B  
SEBASTIA MARTIN MOLLEVI - B  
MONTSERRAT MAURESÓ SÁNCHEZ - A  
CARLES PADRO LAIMON - A, B  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - A, B

Segon quadrimestre:  
CARLES PADRO LAIMON - REF  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - REF

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.

## 200001 - CV - Càlcul en una Variable

10. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

La docència de l'assignatura es dividirà en dos blocs marcats: teoria i problemes. A les hores de teoria es desenvoluparà els continguts teòrics de l'assignatura basats en els diferents resultats i les seves demostracions a més a més de d'inclusió d'exemples per tal de consolidar els conceptes introduïts. A les hores de problemes, es combinarà els problemes més teòrics i difícils per tal de fer que l'alumne obtingui un nivell de profunditat màxima en l'àmbit de l'anàlisi matemàtica d'una variable amb els exercicis més mecànics que l'alumne ha de dominar, com ara càlcul de límits o d'integrals. També s'inclouran sessions d'avaluació continuada, en hores de problemes, mitjançant entregues puntuals, tests virtuals i /o sessions d'interacció més directa entre l'alumne i l'assignatura per tal de motivar-lo per dur l'assignatura al dia.

Un dels grups de problemes serà impartit en català.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu principal d'aquest curs és familiaritzar l'alumne amb els conceptes bàsics de l'anàlisi matemàtica d'una variable. Es donen els fonaments de càlcul necessàries per a una bona comprensió de les assignatures posteriors de la titulació. Es pretén iniciar els alumnes en les tècniques de deducció de l'anàlisi matemàtica i, més generalment, en els mètodes de demostració en un sistema axiomàtic.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |        |        |
|---------------------------|-----------------------------|--------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h    | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h     | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h    | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 7h 30m | 4.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 105h   | 56.00% |

## 200001 - CV - Càlcul en una Variable

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| Els nombres reals   | Dedicació: 26h<br>Grup gran: 6h<br>Grup petit: 4h<br>Aprenentatge autònom: 16h |
| Descripció:<br>La recta real. Descripció axiomàtica dels nombres reals.<br>Propietats dels nombres reals: intervals, valor absolut, distància, punts d'acumulació, representació decimal  |  |
| Funcions i successions. Límits  | Dedicació: 39h<br>Grup gran: 9h<br>Grup petit: 6h<br>Aprenentatge autònom: 24h |
| Descripció:<br>Conceptes bàsics sobre funcions i successions<br>Conceptes bàsics sobre límits. Teorema de la convergència monòtona<br>El nombre e<br>Successions parcials, límit superior i límit inferior<br>Successions de Cauchy |  |
| Funcions contínues  | Dedicació: 26h<br>Grup gran: 6h<br>Grup petit: 4h<br>Aprenentatge autònom: 16h |
| Descripció:<br>Propietats bàsiques de les funcions contínues<br>Teorema de Bolzano<br>Teorema de Weierstrass<br>Continuitat uniforme<br>Exponencials i logaritmes<br>Funcions trigonomètriques                                      |  |

## 200001 - CV - Càlcul en una Variable

|   |  |
|---|--|
| <p>Derivació</p>  | <p>Dedicació: 39h<br/>Grup gran: 9h<br/>Grup petit: 6h<br/>Aprentatge autònom: 24h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Definició de derivada. Funcions derivables. Propietats de la derivada<br/>Teoremes de Rolle, de Cauchy i del Valor Mig<br/>Regla de l'Hopital<br/>Aplicacions<br/>Convexitat</p> |  |
| <p>Integració</p>   | <p>Dedicació: 39h<br/>Grup gran: 9h<br/>Grup petit: 6h<br/>Aprentatge autònom: 24h</p> |
| <p>Descripció:<br/>La integral de Riemann<br/>Teorema Fonamental del Càlcul<br/>Càlcul de primitives<br/>Logaritmes i exponencials</p>  |  |
| <p>Polinomis de Taylor</p>  | <p>Dedicació: 26h<br/>Grup gran: 6h<br/>Grup petit: 4h<br/>Aprentatge autònom: 16h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Polinomis de Taylor<br/>Teorema de Taylor<br/>Polinomis de Taylor d'algunes funcions<br/>Aplicacions</p>   |  |

### Sistema de qualificació

Es farà un examen parcial (P), un examen final (F) i dos controls (C).

La nota de l'assignatura (N), es calcularà segons la fórmula

$$N = \max ( F ; 0,75 \cdot F + 0,25 \cdot P ; 0,60 \cdot F + 0,25 \cdot P + 0,15 \cdot C )$$

Addicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

## 200001 - CV - Càlcul en una Variable

### Bibliografia

#### Bàsica:

Spivak, Michael. Calculus. 3rd ed. Barcelona: Reverte, 2012. ISBN 84-291-5137-0.

Ortega Aramburu, Joaquín M. Introducció a l'anàlisi matemàtica. 2a ed. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, Servei de Publicacions, 2002. ISBN 8449022711.

Padró, Carles. Càlcul en una variable.

Weir, Maurice D. ; Hass, Joel. Thomas' Calculus, Global Edition. Twelfth Edition. Boston: Pearson, 2010. ISBN 0-321-64363-1.

#### Complementària:

Apostol, T.M. Anàlisi matemàtic. 2a ed. Barcelona: Reverté, 1977. ISBN 8429150048.

Bartle, G.B.; Sherbert, D.R. Introducción al análisis matemático de una variable. 2a ed. México: Limusa, 1996. ISBN 9681851919.

## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: BERNAT PLANS BERENGUER

Altres: Primer quadrimestre:  
JOSEP ALVAREZ MONTANER - A, B  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
VÍCTOR DIEGO GUTIÉRREZ - A, B  
JAUME MARTI FARRE - A, B  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - A, B  
BERNAT PLANS BERENGUER - A, B

Segon quadrimestre:  
JAUME MARTI FARRE - REF  
BERNAT PLANS BERENGUER - REF

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.



## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

10. CG-4. Saber abstractre les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Les classes de teoria serviran per presentar i desenvolupar el temari. Els alumnes disposaran de material docent de cada tema. Aquest material servirà d'esquelet per a la presentació de la teoria, i ajudarà a concentrar l'explicació en la justificació i comprensió dels diferents conceptes del curs tot donant exemples, contraexemples i les demostracions dels diferents resultats.

En les sessions de problemes es resoldran, d'entre els exercicis i problemes proposats, aquells que es considerin més il·lustratius. S'insistirà en els aspectes conceptuals de l'assignatura sense descuidar les parts més mecàniques. Durant aquestes sessions es plantejaran les diferents estratègies disponibles per abordar els problemes i es justificarà l'elecció d'aquella que sigui més adient. En aquest sentit es procurarà fomentar la participació activa dels estudiants.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu general de l'assignatura és introduir els estudiants en diferents aspectes de l'àlgebra lineal estàndard i de l'anàlisi matricial. Són objectius específics d'aquesta assignatura l'estudi de les matrius, dels sistemes d'equacions lineals, dels espais vectorials i de les seves transformacions. Concretament:

- manipulació i operacions amb matrius; discussió i resolució de sistemes d'equacions lineals;
- introducció als espais vectorials, als espais duals i als espais euclidians i unitaris;
- estudi de les aplicacions lineals, dels endomorfismes i dels operadors; diagonalització.

A més l'assignatura ha de ser fonament i referència en cursos posteriors i, per això, el curs també té com objectius:

- potenciar la capacitat d'abstracció de l'estudiant;
- familiaritzar-lo en el desenvolupament del llenguatge abstracte;
- i iniciar-lo en l'ús de les estructures algebraïques com modelització de situacions diverses.

En acabar el curs, els coneixements, habilitats i les capacitats que l'estudiant ha d'adquirir són les següents:

- Saber operar amb matrius. Calcular rangs i determinants. Saber interpretar les matrius, les operacions i els resultats en diferents contextos. Discutir i resoldre sistemes d'equacions lineals. Saber plantejar sistemes i saber interpretar-ne les solucions.
- Reconèixer espais vectorials, subespais vectorials i aplicacions lineals. Entendre els diferents tipus d'espais (vectorial, dual, quocient, euclidià, unitari) i els diferents tipus d'aplicacions en aquests espais (tipus de transformacions lineals i d'operadors).
- Saber calcular relacions de dependència lineal. Comprendre les nocions de bases i dimensió. Saber calcular i canviar de coordenades. Comprendre les diferents operacions entre subespais i entre espais vectorials. Tenir facilitat en el seu càlcul. Familiaritzar-se amb l'espai dual i saber treballar en espais euclidians i unitaris. Comprendre la noció d'ortogonalitat.
- Determinar el nucli i la imatge d'una aplicació lineal. Calcular imatges i antiimatges d'elements i de subespais. Saber representar matricialment les aplicacions lineals. Entendre la relació amb els sistemes d'equacions i saber canviar de base.

## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

Entendre la necessitat de transformar una matriu a una forma predeterminada. Discutir i trobar la forma diagonal d'una matriu. Saber treballar amb tipus concrets de matrius.

## Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |        |        |
|---------------------------|-----------------------------|--------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h    | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h     | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h    | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 7h 30m | 4.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 105h   | 56.00% |

## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

### Continguts

|  |  |
|--|--|
| Espais vectorials  | Dedicació: 37h 30m<br>Grup gran: 9h<br>Grup mitjà: 6h<br>Aprenentatge autònom: 22h 30m |
| Descripció:<br>Cos. Espai vectorial. Combinació lineal. Vectors independents i generadors. Bases. Teorema de Steinitz. Dimensió. Coordenades. Canvis de base. Subespais. Intersecció, suma i suma directa. Fórmula de Grasmann.                            |  |
| Matrius, sistemes lineals i determinant  | Dedicació: 25h<br>Grup gran: 6h<br>Grup mitjà: 4h<br>Aprenentatge autònom: 15h         |
| Descripció:<br>Operacions amb matrius. Matrius i transformacions elementals. Rang. Formes esglaonades. Sistemes lineals. Teorema de Rouché-Frobenius. Determinant. Propietats. Adjunts. Regla de Laplace. Càlcul de la matriu inversa.                     |  |
| Aplicacions lineals  | Dedicació: 37h 30m<br>Grup gran: 9h<br>Grup mitjà: 6h<br>Aprenentatge autònom: 22h 30m |
| Descripció:<br>Aplicacions lineals. Nucli i imatge. Matriu d'una aplicació lineal. Canvi de base. Endomorfismes. Operacions amb aplicacions lineals i matrius. Espai dual. Base dual. Dual d'una aplicació lineal. Espai quocient i teorema d'isomorfisme. |  |
| Diagonalització  | Dedicació: 25h<br>Grup gran: 6h<br>Grup mitjà: 4h<br>Aprenentatge autònom: 15h         |
| Descripció:<br>Vectors i valors propis. Subespais propis. Polinomi característic. Teorema de Cayley-Hamilton. Endomorfismes i matrius diagonalitzables. Introducció a la forma de Jordan.  |  |

## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

|   |  |
|---|--|
| Espai euclidià  | Dedicació: 25h<br>Grup gran: 6h<br>Grup mitjà: 4h<br>Aprentatge autònom: 15h |
| Descripció:<br>Producte escalar. Desigualtat de Cauchy-Schwarz. Norma, distància i angle. Dualitat. Matriu d'un producte escalar. Ortogonalitat. Bases ortonormals. Mètode de Gram-Schmidt. Endomorfismes simètrics. Teorema espectral. |  |

**Sistema de qualificació**

L'avaluació de l'assignatura es realitzarà mitjançant l'avaluació continuada i un examen final. La nota d'avaluació continuada s'obindrà d'un examen parcial no eliminatori de matèria (examen de les mateixes característiques que l'examen final), i de la valoració d'altres activitats realitzades durant el curs.

La nota de l'assignatura s'obté segons la fórmula:

$$\text{Nota} = \max\{\text{nota examen final}; 70\% \text{ nota examen final} + 25\% \text{ nota examen parcial} + 5\% \text{ valoració d'altres activitats}\}.$$

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

**Bibliografia**

Bàsica:

Castellet, M. ; Llerena, I. Àlgebra lineal i geometria. 4a ed. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Servei de Publicacions, 2000. ISBN 847488943X.

Meyer, Carl D. Matrix analysis and applied linear algebra. SIAM, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2000. ISBN 0898714540.

Complementària:

Axler, Sheldon Jay. Linear algebra done right [en línia]. 2nd ed. Springer, 1997. Disponible a: <http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb97662>. ISBN 0387982582.

Linear algebra (recopilació de notes de l'autor) [en línia]. [Consulta: 18/06/2009]. Disponible a: <http://rutherglen.science.mq.edu.au/wchen/ln.html>.

Àlgebra lineal (recopilació de notes de l'autor) [en línia]. Disponible a: [http://mate.dm.uba.ar/~jeronimo/algebra\\_lineal/](http://mate.dm.uba.ar/~jeronimo/algebra_lineal/).

## 200003 - FM - Fonaments de la Matemàtica

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JOSE BURILLO PUIG

Altres: Primer quadrimestre:  
MARIA ALBERICH CARRAMIÑANA - A  
MARIA LUZ ALBEROLA PEREZ - A, B  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
JOSE BURILLO PUIG - A, B  
VÍCTOR DIEGO GUTIÉRREZ - A, B  
JORDI GUARDIA RUBIES - B  
JAUME MARTI FARRE - A, B  
MERCÈ MORA GINÉ - A, B

Segon quadrimestre:  
JOSE BURILLO PUIG - REF  
MERCÈ MORA GINÉ - REF

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.

## 200003 - FM - Fonaments de la Matemàtica

9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
10. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Les classes de teoria seran essencialment exposicions del professor, incloent exemples detallats. A les classes de problemes hi haurà uns problemes resolts pel professor a tall de model, i altres que exposaran els estudiants.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu central de l'assignatura és ajudar a salvar el pont entre les matemàtiques del batxillerat i les de la universitat, tot donant als estudiants la fonamentació necessària per al desenvolupament dels seus estudis de grau.

Aquest objectiu es desenvolupa en dues línies entrelaçades. La primera és fer conscient a l'estudiant del paper essencial del concepte de demostració dins les matemàtiques. La segona, deixar sòlidament establerts continguts bàsics relacionats amb el llenguatge, amb els conjunts numèrics, i amb elements d'àlgebra.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |        |        |
|---------------------------|-----------------------------|--------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h    | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h     | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h    | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 7h 30m | 4.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 105h   | 56.00% |

## 200003 - FM - Fonaments de la Matemàtica

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| <p>El llenguatge de les matemàtiques</p>  | <p>Dedicació: 24h 24m<br/>Grup gran: 6h<br/>Grup mitjà: 4h<br/>Aprentatge autònom: 14h 24m</p>   |
| <p>Descripció:<br/>Demostracions. Tècniques de demostració.<br/>El llenguatge de la teoria de conjunts i de la lògica. Operacions amb conjunts, Aplicacions, operacions i relacions.<br/>El grup simètric.</p>  |  |
| <p>Sistemes numèrics</p>  | <p>Dedicació: 73h 12m<br/>Grup gran: 18h<br/>Grup mitjà: 12h<br/>Aprentatge autònom: 43h 12m</p> |
| <p>Descripció:<br/>Nombres naturals, nombres enters i nombres racionals.<br/>Descripció constructiva dels nombres reals.<br/>Numerabilitat. Nombres complexos.</p>  |  |
| <p>Elements d'àlgebra</p>   | <p>Dedicació: 47h 30m<br/>Grup gran: 15h<br/>Grup mitjà: 10h<br/>Aprentatge autònom: 22h 30m</p> |
| <p>Descripció:<br/>Divisibilitat a l'anell dels enters. Algorisme d'Euclides. Factorització.<br/>Congruències amb nombres enters. Teorema de Fermat. Mòduls primers. Elements primitius.<br/>Polinomis en una variable. Algorisme d'Euclides i factorització. Arrels i derivades.<br/>Polinomis irreductibles sobre els reals i sobre els complexos.<br/>Funcions racionals. Fraccions simples.</p> |  |

### Sistema de qualificació

Hi haurà un examen de la primera part de l'assignatura, i un examen final.

L'examen parcial representa el 35% de la nota final si la qualificació és superior a la del examen final; altrament, només comptarà la nota de l'examen final.

La resolució de problemes proposats al llarg del curs podrà tenir un pes del 10% de la nota final, si la qualificació és superior a la que resulti dels exàmens indicada al paràgraf anterior.

Addicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

## 200003 - FM - Fonaments de la Matemàtica

### Bibliografia

#### Bàsica:

Bloch, Ethan D. Proofs and fundamentals. 2nd ed. Boston: Springer Science + Business Media, 2011. ISBN 0817641114.

Eccles, Peter J. An Introduction to mathematical reasoning : lectures on numbers, sets, and functions. New York: Cambridge University Press, 1997. ISBN 0521597188.

Krantz, Steven G. The elements of advanced mathematics. 2nd. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2002. ISBN 1584883030.

Rosen, Kenneth H. Matemàtica discreta y sus aplicaciones. 5a ed. Madrid: McGraw-Hill, 2004. ISBN 8448140737.

#### Complementària:

Antoine, R.; Camps, R.; Moncasi, J. Introducció a l'àlgebra abstracta : amb elements de matemàtica discreta. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 2007. ISBN 9788449025150.

Courant, R. ¿Qué son las matemáticas? : conceptos y métodos fundamentales. México: Fondo de Cultura Económica, 2002. ISBN 9681667174.

Lang, S. Basic mathematics. New York: Springer, 1998. ISBN 0387967877.

Gowers, Tim. Matemáticas: una breve introducción. Alianza Editorial, 2008. ISBN 9788420662435.



## 200004 - CD - Càlcul Diferencial

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: NARCISO ROMAN ROY  
Altres: Segon quadrimestre:  
CARLES BATLLE ARNAU - B  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
NARCISO ROMAN ROY - A, B  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - A

### Capacitats prèvies

Haver cursar les assignatures "Càlcul en una variable" i "Àlgebra lineal"

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
10. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió

## 200004 - CD - Càlcul Diferencial

crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Els estudiants disposaran d'uns apunts de curs i de diverses llistes d'exercicis i problemes, elaborades pel professorat de l'assignatura:

1. Llista d'exercicis i problemes proposats (amb solució, però sense resolució), alguns dels quals es resoldran a classe.
2. Llista d'exercicis i problemes resolts (alguns dels quals provindran d'exàmens anteriors).
3. Llista setmanal d'exercicis elementals de tipus calculístic, a mode de suport a l'estudi continuat. L'objectiu és que l'estudiant que hagi assistit a classe pugui resoldre aquests exercicis (que no s'avaluaran) de manera autònoma i en poc temps.
4. Llista d'exercicis en anglès, per tal de familiaritzar l'estudiant amb la terminologia de l'assignatura en aquesta llengua.

\* Al llarg del curs es planificaran diverses sessions tutoritzades on es duran a terme les següents activitats:

1. Repàs de temes coneguts pels estudiants, dels quals no tinguin el suficient domini.
2. Resolució de problemes dirigits (desglossats convenientment en apartats), sobre aplicacions del càlcul diferencial, o bé d'aprofundiment sobre algun tema concret de l'assignatura. Es posarà especial atenció a l'adquisició del llenguatge matemàtic en el redactat dels problemes.
3. Ús de programari matemàtic en la resolució de problemes (per exemple, amb dades numèriques menys senzilles, o aprofitant les capacitats gràfiques del programari).

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu fonamental de l'assignatura és l'estudi de la continuïtat i diferenciabilitat de les funcions de diverses variables i llurs aplicacions.

Es parteix dels coneixements sobre funcions reals d'una variable real, estudiats a l'assignatura Càlcul d'una variable. El pas d'una variable a diverses no és trivial. Entendre amb detall aquesta generalització ha d'augmentar la maduresa matemàtica de l'estudiant i li permetrà assolir un nivell superior d'abstracció, imprescindible en el seu progrés al llarg dels estudis de matemàtiques.

Entendre els teoremes fonamentals del curs, conèixer-ne el seu abast, tècniques de demostració i aplicacions.

Fomentar la intuïció geomètrica dels estudiants.

Adquirir destresa en tot tipus de càlculs, relacionats amb les funcions de diverses variables.



## 200004 - CD - Càlcul Diferencial

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |        |        |
|---------------------------|-----------------------------|--------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h    | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h     | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h    | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 7h 30m | 4.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 105h   | 56.00% |

## 200004 - CD - Càlcul Diferencial

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| <p>1. Topologia de <math>\mathbb{R}^n</math>. Successions.</p>  | <p>Dedicació: 25h<br/>Grup gran: 6h<br/>Grup mitjà: 4h<br/>Aprentatge autònom: 15h</p>         |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Espais euclidiàns, normats i mètrics. Cas particular de <math>\mathbb{R}^n</math>.</li> <li>- Conjunts oberts i tancats. Interior, exterior i frontera.</li> <li>- Successions a <math>\mathbb{R}^n</math>. Límit. Successions de Cauchy. Completesa. Caracterització dels tancats mitjançant successions.</li> <li>- Conjunts fitats. Compacitat. Definicions equivalents. Cas particular de <math>\mathbb{R}^n</math>. Teorema de Bolzano-Weierstrass.</li> <li>- Conjunts connexos.</li> </ul> |  |
| <p>2. Límits i continuïtat de funcions.</p>   | <p>Dedicació: 25h<br/>Grup gran: 6h<br/>Grup mitjà: 4h<br/>Aprentatge autònom: 15h</p>         |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funcions de diverses variables. Conjunts de nivell i gràfica de funcions reals.</li> <li>- Límit d'una funció en un punt (especial èmfasi en el cas de dues variables).</li> <li>- Continuïtat en un punt i en un conjunt. Propietats de les funcions contínues.</li> <li>- Continuïtat i compacitat. Teorema de Weierstrass.</li> <li>- Continuïtat uniforme. Teorema de Heine-Cantor.</li> <li>- Normes i distàncies equivalents. Teorema del punt fix.</li> </ul>                              |  |
| <p>3. Diferenciabilitat.</p>  | <p>Dedicació: 32h 30m<br/>Grup gran: 8h<br/>Grup mitjà: 5h<br/>Aprentatge autònom: 19h 30m</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferenciabilitat en un punt. Hiperplà tangent a la gràfica d'una funció real.</li> <li>- Derivades parcials i direccionals. Matriu jacobiana. Gradient d'una funció.</li> <li>- Diferenciabilitat i operacions. Regla de la cadena. Relació entre diferenciabilitat, continuïtat i derivades parcials.</li> <li>- Diferenciabilitat en un obert. Teorema del valor mitjà. Funcions de classe <math>C^1</math>.</li> <li>- Corbes diferenciables.</li> </ul>                                      |  |

## 200004 - CD - Càlcul Diferencial

|   |  |
|---|--|
| <p>4. Teoremas de les funcions diferenciables.</p>  | <p>Dedicació: 34h<br/>Grup gran: 9h<br/>Grup mitjà: 5h<br/>Aprentatge autònom: 20h</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Derivades parcials d'ordre superior. Teorema de Schwarz. Funcions de classe <math>C^n</math>. Algunes equacions de la física matemàtica. Canvis de variable en equacions que continguin derivades parcials.</li> <li>- Teorema de la funció inversa. Difeomorfismes.</li> <li>- Teorema de la funció implícita. Derivació de funcions implícites.</li> <li>- Teoremes del rang</li> </ul>   |  |
| <p>5. Fórmula de Taylor. Extremes locals.</p>   | <p>Dedicació: 24h<br/>Grup gran: 5h<br/>Grup mitjà: 4h<br/>Aprentatge autònom: 15h</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fórmula de Taylor. Expressions del residu.</li> <li>- Extremes locals. Punts crítics.</li> <li>- Classificació de punts crítics: formes quadràtiques, matriu hessiana.</li> <li>- Criteris de Silvester y dels valors propis de la matriu hessiana.</li> </ul>  |  |
| <p>6. Subvarietats de <math>R^n</math> i extremes condicionats.</p>   | <p>Dedicació: 22h<br/>Grup gran: 5h<br/>Grup mitjà: 4h<br/>Aprentatge autònom: 13h</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fórmula de Taylor. Expressions del residu.</li> <li>- Extremes locals. Punts crítics.</li> <li>- Classificació d'extremes locals: formes quadràtiques, matriu hessiana.</li> <li>- Subvarietats de <math>R^n</math>. Vectors tangents. Espais tangent i normal en un punt.</li> <li>- Varietats parametritzades i varietats implícites. Corbes i superfícies regulars.</li> <li>- Extremes condicionats. Multiplicadors de Lagrange.</li> <li>- Extremes absoluts.</li> </ul> |  |

## 200004 - CD - Càlcul Diferencial

### Sistema de qualificació

Nota Final= Màx(Examen Final,  $0,7 \cdot \text{Examen Final} + 0,3 \cdot \text{Examen Parcial}$ )

Eventualment podrà haver-hi altres notes d'avaluació continuada que modifiquin la nota de l'examen parcial

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

### Bibliografia

#### Bàsica:

Mazón Ruiz, José M. Cálculo diferencial: teoría y problemas. Valencia: Universidad de Valencia, 2008.

Marsden, Jerrold E.; Hoffman, Michael J. Elementary classical analysis. 2nd ed. New York: Freeman and Co., 1993. ISBN 0716721058.

Chamizo, F. Cálculo III (notes d'un curs a la Universidad Autónoma de Madrid) [en línia]. [Consulta: 14/11/2012].  
Disponible a: <[http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/fchamizo/assignaturas/to2009/calculoIII0002/calculoIII0002.html](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/fchamizo/assignaturas/to2009/calculoIII0002/calculoIII0002.html)>.

#### Complementària:

Bombal Gordon, Fernando ; Marín, R. ; Vera. Problemas de análisis matemático. 2 ed. Madrid, 1988. ISBN 8472881008.

#### Altres recursos:

[http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/fchamizo/assignaturas/to2009/calculoIII0002/calculoIII0002.html](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/fchamizo/assignaturas/to2009/calculoIII0002/calculoIII0002.html)

## 200005 - GAE - Geometria Afí i Euclidiana

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatoria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JOSEP ALVAREZ MONTANER  
Altres: Segon quadrimestre:  
JOSEP ALVAREZ MONTANER - A, B  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
ANA RIO DOVAL - A  
AGUSTIN ROIG MARTI - B

### Capacitats prèvies

L'alumne ha de tenir un bon coneixement dels continguts de l'assignatura Àlgebra Lineal. També són necessaris els continguts de l'assignatura Fonaments.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
10. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

## 200005 - GAE - Geometria Afí i Euclidiana

12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Les hores de classe setmanals es distribueixen en tres sessions teòriques i dues de problemes. A les classes teòriques s'exposen els continguts del programa, i s'acompanyen amb exemples i demostracions. L'alumnat compta amb unes notes resum dels continguts, la qual cosa permet dedicar el temps necessari a discutir els punts conceptualment més difícils. A les classes de problemes es proposen diferents solucions a problemes relacionats amb els continguts de l'assignatura i es discuteixen amb l'alumnat.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu general de l'assignatura és que l'alumnat aprengui els conceptes bàsics de la geometria afí i euclidiana i arribi a manipular-los amb destresa. Més específicament, a nivell de continguts es pretén que l'alumnat:

- Conegui l'aproximació clàssica a la geometria i a l'hora compregui i assimili el que és el seu tractament modern fonamentat en els conceptes i mètodes de l'Àlgebra lineal.
- Compregui la noció d'espai afí (real) com a model matemàtic de l'espai físic i conegui amb cert detall les interioritats del model, en particular les nocions de varietat lineal, d'aplicació afí i els exemples bàsics d'afinitats.
- Conegui la noció de referència en un espai afí com a eina per tal de descriure els objectes anteriors en termes de coordenades.
- Entengui la noció de mètrica com a mètode de formalitzar la noció intuïtiva de distància
- Conegui tots els conceptes bàsics associats a l'estructura d'espai afí euclidià (distàncies, perpendicularitat, projeccions ortogonals,...), així com els conceptes més específics de les dimensions 2 i 3 (angles, producte vectorial), i sàpiga manipular-los (en particular, per a calcular àrees i volums).
- Conegui com són els desplaçaments de la recta, del pla i de l'espai.
- Conegui les figures geomètriques que corresponen a les equacions de segon grau en dimensió 2 i llurs característiques principals, així com algunes nocions referents al cas de dimensió 3.
- Conegui algunes aplicacions pràctiques dels conceptes anteriors, com ara aplicacions a la física i a la tecnologia.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |        |        |
|---------------------------|-----------------------------|--------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h    | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h     | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h    | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 7h 30m | 4.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 105h   | 56.00% |



## 200005 - GAE - Geometria Afí i Euclidiana

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| 1. ESPAI AFÍ  | Dedicació: 25h<br>Grup gran: 9h<br>Grup mitjà: 6h<br>Aprenentatge autònom: 10h             |
| Descripció:<br>Espai afí, varietats lineals, posicions relatives. Sistemes de referència cartesianes i baricèntrics, coordenades. Raó simple. Els teoremes de Thales, Ceva, Menelao i Desargues.  |  |
| 2. AFINITATS  | Dedicació: 29h 20m<br>Grup gran: 9h<br>Grup mitjà: 7h<br>Aprenentatge autònom: 13h 20m     |
| Descripció:<br>Afinitats. Propietats bàsiques. El teorema central de la geometria afí. Varietats invariants. Famílies d'afinitats: translacions, homotècies, projeccions y simetries. Classificació de les afinitats en dimensions 1 i 2. |  |
| 3. GEOMETRIA EUCLIDIANA   | Dedicació: 22h 50m<br>Grup gran: 6h<br>Grup mitjà: 3h 30m<br>Aprenentatge autònom: 13h 20m |
| Descripció:<br>Espai euclidià, mètriques. Distàncies, angles, àrees i volums. Perpendicularitat i projeccions ortogonals. Angles orientats. Producte vectorial. Alguns teoremes clàssics de la geometria plana.                           |  |
| 4. MOVIMENTS  | Dedicació: 16h<br>Grup gran: 10h<br>Grup mitjà: 5h<br>Aprenentatge autònom: 1h             |
| Descripció:<br>Isometries i Moviments. Estudi i classificació dels moviments en dimensions 1, 2 i 3.  |  |

## 200005 - GAE - Geometria Afí i Euclidiana

|  |  |
|--|--|
| 5. CÒNIQUES I QUÀDRIQUES   | Dedicació: 27h 20m<br>Grup gran: 8h<br>Grup mitjà: 6h<br>Aprentatge autònom: 13h 20m |
| Descripció:<br>Sistemes de referència adaptats. Punts i rectes rellevants. Classificació afí i mètrica. Estudi particular de còniques i quàdriques no degenerades.<br>Polaritat. Estudi de propietats afins i mètriques. |  |

**Sistema de qualificació**

Es proposa una avaluació continuada (AC) basada en la realització d'un examen parcial a meitat de quadrimestre, l'entrega d'exercicis resolts desenvolupats a les classes "holandeses" i la participació a classe de problemes. L'examen final (EF) constarà d'una part dedicada a avaluar les destreses més mecàniques i calculístiques, una part de problemes i una part teòrica de síntesi o reflexió.  
La nota final serà el resultat de:  $NF = \max \{0.3 AC + 0.7 EF, EF\}$

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

**Normes de realització de les activitats**

Als exàmens escrits parcial i final els alumnes no poden portar cap tipus de material.

**Bibliografia**

## Bàsica:

- Audin, M. Geometry. Berlin: Springer Verlag, 2003. ISBN 3540434984.
- Berger, M. Geometry (vol.1; vol.2) [en línia]. Berlin: Springer Verlag, 1987. Disponible a: <http://www.springerlink.com/content/978-3-540-11658-5/> (v. 1) <http://www.springerlink.com/content/978-3-540-17015-0/> (v. 2). ISBN 3540116583.
- Coxeter, H.S.M. Introduction to geometry. 2nd ed. John Wiley and Sons, 1969. ISBN 0471182834.
- Hernández, Eugenio. Álgebra y geometría. 2ª ed. Addison-Wesley Iberoamericana/UAM, 1994. ISBN 8478290249.
- Xambó, S. Geometria [en línia]. 2a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2001. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36176>. ISBN 8483015110.

## Complementària:

- Castellet, M.; Llerena, I. Álgebra lineal i geometria. 4a ed. Publicacions de la UAB, 2000. ISBN 847488943X.
- Hartshorne, R. Geometry : Euclid and beyond. Springer-Verlag, 2005. ISBN 0387986502.
- Silvester, J.R. Geometry : ancient and modern. Oxford University Press, 2001. ISBN 9780198508250.

## Altres recursos:

Programa GeoGebra

## 200006 - CI - Càlcul Integral

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE  
Altres: Primer quadrimestre:  
ANDRES MARCOS ENCINAS BACHILLER - A, B  
FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE - A, B, CFIS  
JOSE ANTONIO LUBARY MARTINEZ - A, B  
ENRIC VENTURA CAPELL - A, B, CFIS

### Horari d'atenció

Horari: A determinar

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
10. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions

## 200006 - CI - Càlcul Integral

o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Les classes de teoria serviran per presentar i desenvolupar els continguts de l'assignatura.

Hi haurà una llista de problemes extensa; alguns dels exercicis es resoldran a classe i d'altres es deixaran com a feina personal per als estudiants, a fi que puguin madurar els conceptes explicats a classe.

A les sessions de problemes es resoldran els problemes més significatius de l'assignatura i aquells en els quals l'alumnat hagi tingut dificultats especials. Durant aquestes sessions es plantejaran diferents estratègies per encarar els problemes i es justificarà l'elecció d'aquella que sigui més adient. En aquest sentit, es procurarà fomentar la participació activa dels estudiants. Per això i per afavorir-ne el seguiment continuat, se'ls proposarà la resolució de determinats problemes de la llista, de forma individual o en grups petits.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

- Saber decidir sobre el caràcter de les integrals impròpies d'una variable i calcular-les.
- Saber decidir sobre el caràcter de les sèries numèriques i sumar-ne algunes d'elles.
- Conèixer la construcció de la integral de Riemann per a funcions de diverses variables i saber-les calcular.
- Conèixer, comprendre i saber aplicar el teorema del canvi de variables.
- Saber parametritzar corbes i superfícies.
- Saber calcular integrals de línia i de superfície.
- Conèixer, entendre i saber aplicar els teoremes integrals clàssics: Green, Stokes i Gauss
- Conèixer aplicacions geomètriques de les integrals.
- Entendre i saber operar amb formes diferencials.
- Conèixer i comprendre la versió amb formes diferencials del teorema de Stokes.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |

## 200006 - CI - Càlcul Integral

### Continguts

|  |  |
|--|--|
| <p>1. Integrals impròpies d'una variable i sèries numèriques</p>   | <p>Dedicació: 37h<br/>Grup gran: 6h<br/>Grup mitjà: 6h<br/>Aprentatge autònom: 25h</p>           |
| <p>Descripció:<br/>Definicions. Criteris de convergència per a sèries numèriques i integrals impròpies. Relació entre integrals impròpies i sèries. Integrals impròpies que depenen de paràmetres.</p>   |  |
| <p>2. Integrals de funcions de diverses variables</p>  | <p>Dedicació: 60h 30m<br/>Grup gran: 12h<br/>Grup mitjà: 8h<br/>Aprentatge autònom: 40h 30m</p>  |
| <p>Descripció:<br/>Construcció de la integral de Riemann per a funcions de diverses variables. Teorema de Lebesgue d'integrabilitat. Teorema de Fubini. Teorema del canvi de variable. Aplicacions.</p>  |  |
| <p>3. Integrals sobre corbes i superfícies</p>   | <p>Dedicació: 24h<br/>Grup gran: 5h<br/>Grup mitjà: 3h<br/>Aprentatge autònom: 16h</p>           |
| <p>Descripció:<br/>Corbes parametritzades. Integral de camps escalars i vectorials sobre corbes. Invariància respecte de la parametrització. Superfícies parametritzades. Integral de camps escalars i vectorials sobre superfícies. Invariància respecte de la parametrització.</p> |  |
| <p>4. Teoremes integrals</p>   | <p>Dedicació: 37h 30m<br/>Grup gran: 7h 30m<br/>Grup mitjà: 5h<br/>Activitats dirigides: 25h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Gradient, divergència i rotacional. Teoremes de Green, Stokes i Gauss. Aplicacions: camps conservadors i solenoïdals.</p>   |  |

## 200006 - CI - Càlcul Integral

|  |  |
|--|--|
| 5. Formes diferencials   | Dedicació: 28h 30m<br>Grup gran: 6h 30m<br>Grup mitjà: 3h<br>Aprentatge autònom: 19h |
| Descripció:<br>Repàs d'àlgebra multilíneal. Formes diferencials a $R^n$ i a subvarietats. Derivada exterior. Integració de formes. Teoremes integrals. |  |

## Sistema de qualificació

Un examen parcial (P) i un examen final (F). El calendari i les condicions de realització s'especificaran amb prou antelació.

La qualificació final s'obtindrà amb la fórmula:

$$\text{Màx } \{0'3 * P + 0'7 * F; F\}$$

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

## Bibliografia

Bàsica:

Cerdà Martín, J. L. Càlcul integral. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 2001. ISBN 848338261X.

Marsden, Jerrold E.; Hoffman, Michael J. Elementary classical analysis. 2nd ed. New York: W.H. Freeman and Company, 1993. ISBN 0716721058.

Pascual Gainza, Pere (ed.). Càlcul integral per a enginyers [en línia]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2002. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36742>. ISBN 8483016273.

Zorich, Vladimir A. Mathematical Analysis II. Berlin: Springer, 2004. ISBN 3540406336.

Spivak, Michael. Cálculo en variedades. Barcelona: Reverté, 1970. ISBN 8429151427.

Complementària:

Marsden, Jerrold E.; Tromba, Anthony J. Cálculo vectorial. 5a ed. Madrid: Addison Wesley, 2004. ISBN 8478290699.

Bombal Gordon, F.; Rodríguez Marín, L.; Vera Botí, G. Problemas de análisis matemático. Vol. 3. 2a ed. Madrid: AC, 1987. ISBN 8472881024.

Bressoud, David M. Second year calculus : from celestial mechanics to special relativity. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 038797606X.

Greenberg, Michael D. Foundations of applied mathematics. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1978. ISBN 0133296237.

Wade, William R. An Introduction to analysis. 4th ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 2010. ISBN 0321656849.

## 200011 - INF - Informàtica

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 723 - CS - Departament de Ciències de la Computació  
749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JORDI CORTADELLA FORTUNY

Altres: Primer quadrimestre:  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
M. JOSE BLESÀ AGUILERA - A, B  
JORDI CORTADELLA FORTUNY - A, B  
VÍCTOR DIEGO GUTIÉRREZ - A, B  
SALVADOR ROURA FERRET - A, B

Segon quadrimestre:  
JORDI CORTADELLA FORTUNY - REF  
SALVADOR ROURA FERRET - REF

### Horari d'atenció

Horari: Hores a convenir

### Capacitats prèvies

Capacitat de raonament abstracte.

### Requisits

Coneixements d'eines informàtiques bàsiques de nivell d'usuari.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.

## 200011 - INF - Informàtica

6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
10. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

2. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

A les classes de teoria es presenta el corpus teòric bàsic necessari per a la construcció de programes.

A les sessions de problemes es resolen exercicis, per consolidar els coneixements teòrics i dissenyar els algorismes necessaris per a la resolució dels enunciats plantejats. Estan pensades com una sèrie de sessions participatives en les quals l'estudiant participa amb les seves idees i presenta les seves solucions. Requereixen preparació prèvia per part de l'estudiant.

A les sessions de laboratori, l'estudiant realitza individualment, amb l'ajuda dels professors, exercicis pràctics de programació que mostren l'ús dels conceptes ensenyats a teoria.

Al llarg del curs s'introdueixen components teòriques, que han de ser assimilades pels estudiants. En aquest cas considerem que el mètode més convenient és la resolució de problemes que requereixen l'eina o el concepte introduït. En aquest sentit és fonamental el treball personal de l'estudiant en el disseny e implementació de programes. Aquest esforç es veurà suportat per eines d'autoaprenentatge.

Com a complement es proporcionaran eines d'autoaprenentatge de manera que l'estudiant pogui consolidar el seus coneixements de programació durant les hores d'estudi fora de l'aula. En concret es posarà a disposició dels estudiants una versió adaptada als continguts de la assignatura de una eina de autoaprenentatge de la programació, el "Jutge", desenvolupada dintre del Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics per un equip de professors liderat pels professors Jordi Petit i Salvador Roura.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu general de l'assignatura és que l'estudiant sigui capaç d'escriure amb fluïdesa programes correctes i llegibles que resolguin problemes de dificultat mitjana de tractament de seqüències i de dificultat elemental en altres àmbits, en particular problemes amb formulació matemàtica. A més es vol familiaritzar els estudiants amb un entorn informàtic i amb un llenguatge de programació actual, en aquest cas C++. Els estudiants han d'aprendre, d'una banda, a dissenyar i implementar algorismes i d'una altra a utilitzar altres eines informàtiques com editors i compiladors.

Objectius específics:

- Aconseguir que els estudiants se sentin còmodes i siguin fiables en el disseny de programes escrits en un llenguatge imperatiu.



## 200011 - INF - Informàtica

- Conèixer els algorismes bàsics amb dades elementals i estructurades (nombres primers, mcd, recorreguts, cerques, ordenació, matrius...).
- Aplicar el mètode inductiu per resoldre problemes complexos.
- Utilitzar eines d'edició, compilació i execució per codificar i executar programes.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |        |        |
|---------------------------|-----------------------------|--------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 30h    | 16.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h     | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 45h    | 24.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 7h 30m | 4.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 105h   | 56.00% |

## 200011 - INF - Informàtica

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| <p>1. L'estructura d'un ordinador.</p>  | <p>Dedicació: 15h<br/>Grup gran: 2h 30m<br/>Grup mitjà: 3h<br/>Aprentatge autònom: 9h 30m</p>  |
| <p>Descripció:<br/>Processos i instruccions. Hardware i software. Estructura bàsica d'un ordinador. Entorn informàtic. Llenguatges de programació. Compiladors i intèrprets. Programació i resolució de problemes. Programes i algorismes. El cicle de vida del software.</p> <p>Ordres bàsiques en Linux. Editors de textos.</p> |  |
| <p>2. Variables i instruccions elementals.</p>  | <p>Dedicació: 31h 30m<br/>Grup gran: 5h 30m<br/>Grup mitjà: 6h<br/>Aprentatge autònom: 20h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Tipus de dades: domini i operacions. Tipus d'expressions. Assignació. Composició alternativa. Composició iterativa. Algorismes bàsics.</p> <p>Terminació i correctesa.</p> <p>Sintaxi de les instruccions elementals en C++. Escriptura, compilació i execució d'un programa en C++.</p>                       |  |
| <p>3. Tractament de seqüències</p>  | <p>Dedicació: 41h<br/>Grup gran: 7h<br/>Grup mitjà: 10h<br/>Aprentatge autònom: 24h</p>        |
| <p>Descripció:<br/>Concepte de seqüència. Recorregut i cerca de seqüències. Exemples de recorregut, cerca i mixtes.</p>   |  |

## 200011 - INF - Informàtica

|  |  |
|--|--|
| <p>4. Accions i funcions</p>   | <p>Dedicació: 29h 30m<br/>Grup gran: 5h 30m<br/>Grup mitjà: 5h<br/>Aprentatge autònom: 19h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Concepte de paràmetre. Mecanismes d'implementació del pas de paràmetres.</p> <p>Accions i funcions. Exemples. Introducció a la recursivitat.</p> <p>Mètodes i funcions en C++. Efectes laterals.</p>  |  |
| <p>5. Dades no elementals</p>  | <p>Dedicació: 41h<br/>Grup gran: 7h<br/>Grup mitjà: 10h<br/>Aprentatge autònom: 24h</p>        |
| <p>Descripció:<br/>Taules. Representació de matrius. Algorismes per operacions matricials (suma, matriu simètrica, matriu transposada, multiplicació de matrius). Algorismes d'ordenació per taules (inserció, selecció, bombolla, radix).</p> <p>Disseny descendent. Eficiència.</p> <p>La classe vector. Sintaxi en C++.</p> |  |
| <p>6. Tuples i classes</p>   | <p>Dedicació: 28h<br/>Grup gran: 5h<br/>Grup mitjà: 5h<br/>Aprentatge autònom: 18h</p>         |
| <p>Descripció:<br/>Agrupacions de dades no homogènies. Primeres nocions d'objectes. Exemples d'utilització.</p> <p>Disseny orientat a objectes.</p>  |  |

## 200011 - INF - Informàtica

|  |   |
|--|---|
| 7. Límits de la computació   | Dedicació: 11h 30m<br>Grup gran: 3h 30m<br>Aprentatge autònom: 8h |
| Descripció:<br>Classificació de problemes amb relació a l'existència de solucions algorísmiques. El problema de l'aturada (terminació). Verificació de programes (correctesa). Models de computació. |   |

### Sistema de qualificació

L'avaluació té en compte les següents components:

- Coneixement i utilització dels algorismes i les tècniques introduïdes en el curs.
- Resolució algorísmica de problemes.
- Habilitat per la programació en C++ de programes senzills.
- Capacitat per la resolució de problemes de programació de nivell mitjà.

Hi haurà una prova parcial (PL), de programació, que es fa al laboratori; una prova final (FL) de programació, que es fa al laboratori; un examen final (FT) escrit, d'exercicis.

La nota final es calcula d'acord amb la fórmula:

$$0,6 \max\{0,3 \text{ PL} + 0,7 \text{ FL}, \text{FL}\} + 0,4 \text{ FT}$$

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

### Normes de realització de les activitats

El "Jutge" es farà servir en la realització dels examens de laboratori, parcial i final, proporcionant així el mateix entorn de desenvolupament de programes, amb les mateixes ajudes, durant les proves. Aquesta eina també donarà suport a la realització del projecte.

A cap de les proves es podran fer servir llibres i/o apunts.

## 200011 - INF - Informàtica

### Bibliografia

#### Bàsica:

Franch Gutiérrez, Xavier [et al.]. Informàtica bàsica [en línia]. 3a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2002 [Consulta: 07/07/2015]. Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36244>>. ISBN 8483016605.

Savitch, Walter J. Problem solving with C++. 8th ed. Boston: Addison Wesley, 2012. ISBN 9780321412690.

Beekman, George. Introducció a la informàtica. 6<sup>a</sup> ed. Madrid: Pearson Educació, 2005. ISBN 8420543454.

Xhafa, Fatos [et al.]. Programación en C++ para ingenieros. Madrid: Thomson, 2006. ISBN 8497324854.

#### Complementària:

Cohen, Edward. Programming in the 1990s : an introduction to the calculation of programs. Study ed. New York: Springer-Verlag, 1990. ISBN 0387973826.

Vancells, Joan; López i Ruestes, Enric. Programació: introducció a l'algorísmica. Barcelona: Eumo, 1992. ISBN 8476025610.

Sipser, Michael. Introduction to the theory of computation. 3rd ed. Boston: Thomson Course Technology, 2012. ISBN 0619217642.

Hromkovic, Juraj. Algorithmic adventures : from knowledge to magic [en línia]. Berlin: Springer, 2009 Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10313472>>. ISBN 9783540859857.

#### Altres recursos:

##### Enllaç web

Introduction to Programming

<http://www.cs.upc.edu/jordicf/Teaching/FME/Informatica>

## 200021 - FIS - Física

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental  
748 - FIS - Departament de Física  
749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: ANA MARIA SERRA TORT  
Altres: Segon quadrimestre:  
JOSEP ELGUETA MONTO - A, B  
ELVIRA GUARDIA MANUEL - A, B  
ANA MARIA SERRA TORT - A, B

### Horari d'atenció

Horari: Es fixarà el primer dia de classe.

### Capacitats prèvies

Coneixements càlcul d'una variable: derivació i integració. Àlgebra de vectors.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.

#### Genèriques:

5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.

6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.

7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.

10. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

#### Transversals:

11. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

## 200021 - FIS - Física

### Metodologies docents

L'activitat docent s'articula en cinc hores setmanals, tres de teoria i dues de problemes. Les classes de teoria serviran per presentar i desenvolupar el temari. Els alumnes disposaran de material docent de cada tema, en forma de resums i col·leccions de problemes que apareixeran a la web de l'assignatura.

En les sessions de problemes es resoldran, d'entre els exercicis i problemes proposats, aquells que es considerin més il·lustratius. Es procurarà fomentar la participació activa dels estudiants.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Conèixer les lleis de Newton.

Conèixer la cinemàtica i dinàmica en sistemes accelerats.

Entendre els conceptes de treball i energia.

Entendre i saber aplicar els teoremes de conservació.

Conèixer les lleis que governen el camp i el corrent elèctrics.

Conèixer les lleis que governen el camp magnètic.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |

## 200021 - FIS - Física

### Continguts

|  |   |
|--|---|
| <p>1. Dinàmica d'una partícula. Lleis de Newton</p>  | <p>Dedicació: 37h 30m</p> <p>Grup gran: 9h<br/>Grup mitjà: 6h<br/>Aprentatge autònom: 22h 30m</p> |
| <p>Descripció:<br/>Cinemàtica del punt. Components intrínseques de l'acceleració. Lleis de Newton del moviment. Teorema del moment lineal. Equacions del moviment per a forces dependents del temps i de la velocitat. Sistemes de referència inercials i no inercials. Treball i potència. Teorema de l'energia cinètica. Forces conservatives i energia potencial. Conservació de l'energia mecànica. Forces no conservatives i dissipació de l'energia.</p> |   |
| <p>2. Dinàmica d'un sistema de partícules. Treball i Energia</p>   | <p>Dedicació: 26h 30m</p> <p>Grup gran: 5h 30m<br/>Grup mitjà: 5h<br/>Aprentatge autònom: 16h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Moviment del centre de masses. Teoremes de conservació: moment lineal, moment angular i energia. El problema de dos cossos. Percussions. Sòlid rígid. Moments d'inèrcia.</p>  |   |
| <p>3. Canvis de sistema de referència.</p>   | <p>Dedicació: 12h 30m</p> <p>Grup gran: 3h<br/>Grup mitjà: 2h<br/>Aprentatge autònom: 7h 30m</p>  |
| <p>Descripció:<br/>Principi de relativitat galileiana. Equacions del moviment en sistemes de referència en rotació. Teorema de Coriolis. Segona llei de Newton en sistemes no inercials.</p>   |   |
| <p>4. Camp gravitatori</p>   | <p>Dedicació: 30h</p> <p>Grup gran: 8h<br/>Grup mitjà: 4h<br/>Aprentatge autònom: 18h</p>         |
| <p>Descripció:<br/>Llei de Newton de la gravitació. Lleis de Kepler. Energia potencial gravitatòria. Teorema de Gauss per a camps newtonians. Camp gravitatori d'un cos amb simetria esfèrica. Moviment en camps de forces centrals: energia potencial efectiva. Òrbites en un camp gravitatori</p>  |   |



## 200021 - FIS - Física

|   |  |
|---|--|
| 5. Electrostàtica.  | Dedicació: 27h 30m<br>Grup gran: 6h<br>Grup mitjà: 5h<br>Aprenentatge autònom: 16h 30m |
| Descripció:<br>Càrrega elèctrica i estructura de la matèria. Llei de Coulomb i camp elèctric. Distribucions contínues de càrrega. Llei de Gauss per al camp elèctric. Potencial electrostàtic. Línies de camp i superfícies equipotencials. Energia electrostàtica i densitat d'energia del camp elèctric. Conductors en equilibri electrostàtic. |  |
| 6. Electrocinètica  | Dedicació: 17h 30m<br>Grup gran: 3h<br>Grup mitjà: 4h<br>Aprenentatge autònom: 10h 30m |
| Descripció:<br>Flux de càrrega. Intensitat i densitat del corrent elèctric. Resistència elèctrica i llei d'Ohm. Llei de Joule. Circuits de corrent continu.   |  |
| 7. Magnetostàtica   | Dedicació: 22h 30m<br>Grup gran: 5h<br>Grup mitjà: 4h<br>Aprenentatge autònom: 13h 30m |
| Descripció:<br>Força de Lorentz. Moviment de càrregues en un camp magnètic. Força magnètica sobre un corrent. Camp magnètic creat per un corrent elèctric: llei de Biot i Savart. Línies de camp i flux magnètic. Llei de Gauss del magnetisme. Llei d'Ampère.  |  |
| 8. Camps dependents del temps. Equacions de Maxwell   | Dedicació: 13h 30m<br>Grup gran: 3h 30m<br>Grup mitjà: 2h<br>Aprenentatge autònom: 8h  |
| Descripció:<br>Inducció electromagnètica: llei de Faraday-Lenz. Força electromotriu induïda pel moviment. Equacions de Maxwell.   |  |

## 200021 - FIS - Física

### Sistema de qualificació

L'assignatura es divideix en dues parts, Mecànica i Electromagnetisme.

Hi haurà un examen parcial de Mecànica i l'examen final ordinari. A l'examen final l'estudiant podrà optar per:

\* Examinar-se sols de la segona part d'Electromagnetisme. La nota final serà la mitjana entre els dos parcials.

\* Examinar-se de les dues parts (Mecànica i Electromagnetisme). La nota final serà la de l'examen final.

Hi haurà un examen extraordinari al Juliol pels estudiants que hagin suspès l'assignatura.

Si es fa l'examen final extraordinari, la nota final serà la millor de la nota per curs i la nota de l'examen extraordinari.

### Bibliografia

#### Bàsica:

Alonso, Marcelo; Finn, Edward J. Física. Ed. revisada y aumentada. México: Pearson & Addison-Wesley, 2000.

Sears, F. W.; Zemansky, M. W.; Young, H. D.; Freedman R. A. Física universitaria 2 vol. Pearson, 2004.

Gettys, W.; Keller, J.; Skove, M. Física para ingeniería y ciencias 2 vol. McGraw-Hill, 2005.

#### Complementària:

Kittel, Charles ; Knight, Walter D.; Ruderman, Malvin A. Mecánica. 2a ed., [reimp.]. Barcelona: Reverté , 2005. ISBN 8429142827.

Purcell, Edward M. Electricidad y magnetismo. 2a ed. Barclona: Reverté, 1988. ISBN 842914319X.

Feynman, Richard ; Leighton, Robert ; Sands, Matthew. Física. Vol. 1 - 2. Mexico: Pearson Educación, 1998.

Goldstein, Herbert. Mecánica clásica. 2nd ed. Barcelona: Reverté, 1992. ISBN 8429143068.

Jackson, John David. Electrodinámica clásica. 2a ed. Madrid: Alhambra, 1980. ISBN 8420506559.

## 200101 - FVC - Funcions de Variable Complexa

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JORDI QUER BOSOR  
Altres: Segon quadrimestre:  
FRANCESC FITÉ NAYA - A  
JOSE TOMAS LAZARO OCHOA - B  
JORDI QUER BOSOR - A, B, CFIS  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - CFIS

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
10. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

#### Transversals:

11. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió

## 200101 - FVC - Funcions de Variable Complexa

crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Hi ha tres hores de classe de teoria i dues de problemes per setmana.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Presentar les funcions holomorfes en una variable segons les propietats equivalents de ser transformacions conformes i de ser analítiques complexes.

Aplicar el Teorema de Cauchy i l'índex de camins al càlcul d'integrals per residus.

Operar amb sèries de potències reals i complexes, discutir el radi de convergència i el comportament a la frontera.

Il·lustrar així les nocions de convergència puntual, uniforme, uniforme sobre compactes.

Mostrar aplicacions de les funcions holomorfes i transformacions conformes.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |

## 200101 - FVC - Funcions de Variable Complexa

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| <p>El pla complex</p>   | <p>Dedicació: 10h<br/>Grup gran: 6h<br/>Grup mitjà: 4h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Repàs de nombres complexos: coordenades cartesianes i polars; forma exponencial. Successions i sèries de nombres complexos. El pla complex: mètrica i topologia. L'esfera de Riemann.</p>  |  |
| <p>Funcions de variable complexa. Sèries de potències</p>   | <p>Dedicació: 10h<br/>Grup gran: 6h<br/>Grup mitjà: 4h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Funcions de variable complexa: límits i continuïtat. Exemples: polinomis, funcions racionals. Sèries de potències. Funcions analítiques. Funció exponencial i funcions trigonomètriques. Funcions multivaluades: logaritme, arrel i potència fraccionària.</p> |  |
| <p>Derivació. Funcions holomorfes</p>   | <p>Dedicació: 10h<br/>Grup gran: 6h<br/>Grup mitjà: 4h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Derivació complexa. Funcions holomorfes. Relació amb la derivació real. Equacions de Cauchy-Riemann.</p>   |  |
| <p>Integral de contorn. Teorema de Cauchy i aplicacions</p>   | <p>Dedicació: 10h<br/>Grup gran: 6h<br/>Grup mitjà: 4h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Corbes i contorns. Integral de contorn. Teorema fonamental del càlcul. Teorema de Cauchy. Aplicacions al càlcul d'integrals i a la determinació de funcions multivaluades.</p>   |  |

## 200101 - FVC - Funcions de Variable Complexa

|  |   |
|--|---|
| Fórmula integral de Cauchy i aplicacions   | Dedicació: 15h<br>Grup gran: 9h<br>Grup mitjà: 6h |
| <p>Descripció:<br/>Fórmula integral de Cauchy. Holomorfia i analicitat. Derivades d'ordre superior. Teorema de la funció inversa. Desigualtats de Cauchy. Teorema de Liouville. Principi del mòdul màxim. Teorema de l'aplicació oberta. Multiplicitat de zeros. Derivació sota el signe integral.</p> |   |
| Singularitats i residus  | Dedicació: 10h<br>Grup gran: 6h<br>Grup mitjà: 4h |
| <p>Descripció:<br/>Singularitats aïllades. Pols i singularitats essencials. Teorema de Casorati-Weierstrass. Funcions meromorfes. Sèries de Laurent. Residus i teorema del residu. Teorema de Rouché. Principi de l'argument. Tècniques de càlcul d'integrals per residus.</p>                         |   |
| Altres temes   | Dedicació: 6h<br>Grup gran: 6h                    |
| <p>Descripció:<br/>En funció del temps disponible: Teorema de Runge; Teorema de l'aplicació conforme de Riemann; ...</p>   |   |

### Sistema de qualificació

Ha haurà un examen parcial (EP) a mig quadrimestre i un examen final (EF).  
La nota final serà el màxim entre la nota EF i la mitjana de les notes EP i EF.

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

## 200101 - FVC - Funcions de Variable Complexa

### Bibliografia

#### Bàsica:

Stein, E. M. ; Shakarchi, R. Complex analysis. Princeton University Press, 2003.

Ahlfors, L. V. Complex analysis : an introduction to the theory of analytic functions of one complex variable. 3rd. McGraw Hill, 1979.

Bruna, J. ; Cufí, J. Anàlisi complexa. Publicacions UAB, 2008.

Conway, J. B. Functions of one complex variable. 2nd. Springer, 1978.

Lang, S. Complex analysis. 4th.. Springer, 1999.

#### Complementària:

Beck, M. ; Marchesi, G. ; Pixton, D. ; Sabalka, L. A first course in complex analysis [en línia]. San Francisco State University, 2009 Disponible a: <<http://math.sfsu.edu/beck/papers/complex.pdf>>.

Gamelin, T.W. Complex analysis. Springer, 2001.

Rudin, W. Real and complex analysis. McGraw Hill, 1974.

## 200102 - AR - Anàlisi Real

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JAIME FRANCH BULLICH  
Altres: Segon quadrimestre:  
JAIME FRANCH BULLICH - A, B  
PABLO MARTIN DE LA TORRE - A  
ORIOL SERRA ALBO - B

### Capacitats prèvies

Coneixements de Càlcul Diferencial i Integral en una i diverses variables.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
10. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió



## 200102 - AR - Anàlisi Real

crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Les classes de teoria consistiran en exposicions per part del professors de les definicions, els enunciats, les demostracions i els exemples. En les classes de problemes es faran exercicis d'una llista. Els professors podrien encarregar exercicis que els estudiants haurien d'entregar.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'assignatura ha de representar per a l'estudiant una transició entre el Càlcul i l'Anàlisi Matemàtica. Per tant un objectiu primordial és que l'estudiant s'acostumi a la utilitat de l'abstracció i dels mètodes conceptuals.

L'assignatura ha de servir com a preparació per a la utilització de l'Anàlisi Matemàtica en assignatures com Equacions Diferencials Ordinàries (on s'usa més la convergència uniforme), Equacions en Derivades Parcial (on s'usa més la convergència en mitjana quadràtica) i Anàlisi Funcional (on es desenvolupen els coneixements sobre els espais de funcions). També ha de poder servir com a preparació per a cursos a nivell de postgrau en temes com l'anàlisi de senyals o la teoria de funcions.

Tot i que el caràcter abstracte i conceptual és prioritari, els aspectes de càlcul de certs temes (sèries de Fourier, integrals depenents de paràmetres) han de ser plenament assolits.

Pel que fa als temes, els coneixements que l'estudiant ha d'adquirir s'han resumit en tres grans apartats (convergència uniforme, mesura i integració i sèries de Fourier).

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |

## 200102 - AR - Anàlisi Real

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| <p>Topologia a l'espai de funcions contínues.</p>   | <p>Dedicació: 48h 30m<br/>Grup gran: 12h<br/>Grup mitjà: 8h<br/>Aprentatge autònom: 28h 30m</p>  |
| <p>Descripció:<br/>Sucessions i sèries de funcions: convergència puntual i uniforme.<br/>Teorema de Stone-Weierstrass.<br/>Famílies equicontínues.</p>  |  |
| <p>Mesura i integració de Lebesgue a <math>R^n</math>.</p>  | <p>Dedicació: 62h 30m<br/>Grup gran: 15h<br/>Grup mitjà: 10h<br/>Aprentatge autònom: 37h 30m</p> |
| <p>Descripció:<br/>Conjunts mesurables i funcions mesurables.<br/>Integració de funcions mesurables.<br/>Convergència dominada.<br/>Teorema de Fubini.<br/>Integrals dependents de paràmetres.<br/>Espais <math>L_p</math>.</p> |  |
| <p>Sèries de Fourier.</p>   | <p>Dedicació: 48h 30m<br/>Grup gran: 12h<br/>Grup mitjà: 8h<br/>Aprentatge autònom: 28h 30m</p>  |
| <p>Descripció:<br/>Sèries de Fourier a <math>L^2</math>.<br/>Sèries de Fourier de funcions periòdiques.<br/>Convergència puntual i uniforme de sèries de Fourier.</p>   |  |

### Sistema de qualificació

Hi haurà dues notes (sobre 10 punts): la nota d'un examen parcial (P) i la nota de l'examen final (F). La nota de l'examen parcial pot veure's modificada a l'alça amb l'entrega d'exercicis durant el curs. La nota final de l'assignatura serà el màxim entre F i  $(0,3 \cdot P + 0,7 \cdot F)$ .

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

## 200102 - AR - Anàlisi Real

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Dalmasso, R. ; Witomsky, P. Analyse de Fourier et applications : exercices corrigés. Paris: Masson, 1996. ISBN 2225852995.
- Batlle Arnau, Carles ; Fossas Colet, Enric. Anàlisi real : apunts. 2002.
- Bartle, Robert Gardner. The elements of integration and Lebesgue measure. New York: Wiley, 1995. ISBN 0471042226.
- Marsden, Jerrold E ; Hoffman, Michael J. Elementary classical analysis. 2nd ed. New York: W.H. Freeman, cop. 1993. ISBN 0716721058.

#### Complementària:

- Rudin, Walter. Principios de análisis matemático. 3ª ed. México: McGraw-Hill, 1980. ISBN 007054235X.
- Whittaker, E.T.; Watson, G.N. A Course of modern analysis : an introduction to the general theory of infinite processes and of analytic functions : with an account of the principal transcendental functions. 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1927. ISBN 0521067944.
- Lang, Serge. Real and functional analysis. 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 1993. ISBN 0387940014.
- Bruna, Joaquim. Anàlisi real. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 1996. ISBN 8449006929.
- Gasquet, C. ; Witomski, P. Fourier analysis and applications : filtering, numerical computation, wavelets. New York: Springer, 1999. ISBN 0387984852.
- Priestley, H. A. Introduction to integration. Oxford: Clarendon Press, 1997. ISBN 0198501234.

## 200111 - AMG - Àlgebra Multilineal i Geometria

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: MIGUEL ANGEL BARJA YAÑEZ  
Altres: Primer quadrimestre:  
MIGUEL ANGEL BARJA YAÑEZ - A, B  
PEDRO PASCUAL GAINZA - A  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - B

### Capacitats prèvies

L'alumne ha d'haver assolit els objectius de les assignatures Àlgebra lineal i Geometria afí i Euclidiana.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
10. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

## 200111 - AMG - Àlgebra Multilineal i Geometria

Transversals:

11. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Les hores de classe setmanals es divideixen en tres sessions teòriques i dues de problemes. A les classes teòriques s'exposen els continguts del programa, i s'acompanyen amb exemples i demostracions. A les classes de problemes es proposen diferents solucions a problemes relacionats amb els continguts de l'assignatura i es discuteixen amb l'alumnat.

L'idioma d'impartició de les classes de Teoria és el Castellà i de les classes de Problemes el Català.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu general de l'assignatura és que l'alumnat conegui les nocions bàsiques d'àlgebra multilineal i les tècniques de geometria projectiva i arribi a manipular-les amb destresa. Els objectius específics a nivell de continguts són:

Familiarització amb els tensors i el seu producte tensorial.

Conèixer les bases de tensors, de tensors simètrics i tensors antisimètrics.

Comprendre la noció d'espai projectiu, la connexió amb l'espai afí i les nocions bàsiques de la geometria projectiva.

Familiarització amb les coordenades homogènies.

Saber estudiar, construir i classificar projectivitats.

Saber classificar quàdriques des del punt de vista projectiu i afí.

Familiarització amb la resolució analítica i sintètica de problemes geomètrics.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |

## 200111 - AMG - Àlgebra Multilineal i Geometria

### Continguts

|  |   |
|--|---|
| <p>-Àlgebra multilineal</p>  | <p>Dedicació: 18h<br/>Grup gran: 11h<br/>Grup mitjà: 7h</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Formes bilineals i quadràtiques.</li> <li>· L'espai vectorial dels tensors.</li> <li>· Producte tensorial. Bases.</li> <li>· Tensors simètrics i antisimètrics. Operadors.</li> <li>· Producte exterior. Bases.</li> </ul>   |   |
| <p>-Geometria projectiva</p>   | <p>Dedicació: 20h<br/>Grup gran: 12h<br/>Grup mitjà: 8h</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Espai projectiu (real i complex).</li> <li>· Interpretacions del pla projectiu.</li> <li>· Completació projectiva d'un espai afí.</li> <li>· Varietats lineals. Grassman</li> <li>· Sistemes de referència i coordenades projectives.</li> <li>· Equacions de les varietats lineals.</li> <li>· Raó doble.</li> <li>· Dualitat.</li> <li>· Teoremes de Pappus i Desargues.</li> <li>· Definició axiomàtica del pla projectiu. Plans no desarguesians.</li> </ul> |   |
| <p>-Projectivitats</p>   | <p>Dedicació: 20h<br/>Grup gran: 12h<br/>Grup petit: 8h</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Projectivitats i homografies</li> <li>· El Teorema Fonamental de la Geometria Projectiva</li> <li>· Matrius de projectivitats</li> <li>· Projectivitats, varietats lineals i dualitat.</li> <li>· Punts fixos i varietats fixes.</li> <li>· Algunes famílies de projectivitats: perspectivitats, involucions i homologies. El Teorema de Poncelet.</li> <li>· Homografies de la recta i el pla.</li> <li>· Afinitats en el context projectiu.</li> </ul>         |   |

## 200111 - AMG - Àlgebra Multilineal i Geometria

|  |  |
|--|--|
| -Quàdriques  | Dedicació: 17h<br>Grup gran: 10h<br>Grup mitjà: 7h |
| Descripció: <ul style="list-style-type: none"><li>· Hiperquàdriques d'un espai projectiu.</li><li>· Polaritat.</li><li>· Classificació projectiva de quàdriques (real i complexa).</li><li>· Classificació afí de quàdriques (real i complexa).</li><li>· Transformacions per projectivitat. Seccions hiperplanes</li><li>· Còniques. Teorema de Steiner.</li><li>· Geometria mètrica en el context projectiu.</li></ul> |  |

## Sistema de qualificació

La qualificació constarà d'un examen final (nota EF) i d'una avaluació continuada realitzada a classe de Problemes (AC) i d'un examen parcial a mig quadrimestre (nota EP).

L'examen final constarà d'una part de problemes i d'una part teòrica.

La qualificació final de l'assignatura vindrà donada per:

màxim { EF , 0.8 EF+ 0.2 EP, 0.7 EF + 0.2 EP +0.1 AC, 0.9 EF+0.1 AC }

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

## Bibliografia

## Bàsica:

Casas Alvero, Eduardo. Analytic projective geometry. European Mathematical Society, 2011. ISBN 978-3-03719-138-5.

Greub, Werner Hildbert. Multilinear algebra. New York: Springer-Verlag, 1967.

Puerta Sales, Fernando. Algebra Lineal. Barcelona: Edicions UPC, 2005.

Reventós i Tarrida, Agustí. Geometria projectiva. Bellaterra: Servei de Publicacions UAB, 2000. ISBN 84-490-1978-8.

## Complementària:

Audin, Michèle. Geometry. Berlin: Springer, 2003. ISBN 3540434984.

Hartshorne, Robin. Foundations of projective geometry. New York: Irish Press International, 2009. ISBN 9784871878371.

Projective geometry : b3 course 2003 [en línia]. Disponible a: <<http://people.maths.ox.ac.uk/hitchin/hitchinnotes/hitchinnotes>>.

Santaló, Luís. Geometria projectiva. 3a ed. Buenos Aires: Eudeba, 1977.

Xambó Descamps, Sebastián. Geometria [en línia]. 2a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2001 Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36176>>. ISBN 8483015110.

## 200112 - EALG - Estructures Algebraiques

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA  
Altres: Primer quadrimestre:  
JOSEP ALVAREZ MONTANER - B  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - A, B  
BERNAT PLANS BERENGUER - A

### Capacitats prèvies

Continguts de Fonaments de la Matemàtica: conjunts i aplicacions; relacions d'equivalència i d'ordre; permutacions; aritmètica de nombres enters i de polinomis; algorisme d'Euclides i identitat de Bézout; congruències (aritmètica modular); ...  
Continguts d'Àlgebra Lineal: espai vectorial, subespai i espai quocient; bases; matrius i càlcul matricial; ...

### Requisits

Les assignatures de primer curs Fonaments de la Matemàtica i Àlgebra Lineal

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

5. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
6. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
7. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
8. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
9. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
10. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir



## 200112 - EALG - Estructures Algebraiques

aquest objecte en contextos diferents.

11. CG-4. Saber abstracteure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

Transversals:

4. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Tradicional: classes de teoria en que el professor explica els continguts de l'assignatura i classes de problemes en que el professor ensenyarà com resoldre alguns dels problemes de les llistes.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

En aquesta assignatura l'estudiant es familiaritza amb els conceptes bàsics i aprèn alguns dels resultats principals sobre les estructures algebraiques més habituals: grups, anells, cossos i mòduls

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |

## 200112 - EALG - Estructures Algebraiques

### Continguts

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Grups</b></p>  | <p>Dedicació: 62h 30m</p> <p>Grup gran: 15h<br/>Grup mitjà: 10h<br/>Aprentatge autònom: 37h 30m</p> |
| <p>Descripció:</p> <p>Grups, subgrups, classes laterals; homomorfismes, nucli i imatge; subgrups normals i grup quocient; teorema d'isomorfisme; ordre d'un element.</p> <p>Exemples de grups: cíclics, diedrals, simètric, alternat, producte cartesià, producte semidirecte, ...</p> <p>Grups simples, simplicitat dels grups alternats, teorema de Jordan-Hölder, grups resolubles.</p> <p>Acció d'un grup en un conjunt, estabilitzadors, òrbites, fórmula de les òrbites, accions per translació i per conjugació. Aplicacions.</p> <p>p-grups i subgrups de Sylow. Teorema de Sylow. Aplicacions.</p>  |   |
| <p><b>Anells</b></p>   | <p>Dedicació: 50h</p> <p>Grup gran: 12h<br/>Grup mitjà: 8h<br/>Aprentatge autònom: 30h</p>          |
| <p>Descripció:</p> <p>Anell, grup multiplicatiu, subanell, ideal, homomorfisme; anell íntegre, cos de fraccions; ideals primers i maximals.</p> <p>Divisibilitat; unitats i associats; màxim comú divisor i identitat de Bézout; irreductibles, primers i factorització única; anell factorial; anell principal; anell euclidià i algorisme d'Euclides.</p> <p>Polinomis a coeficients en un cos; grau; divisió euclidiana; funcions racionals; arrels; derivació.</p> <p>Polinomis a coeficients en un anell factorial. Contingut i polinomis primitius; lema de Gauss; factorització única; criteri d'irreductibilitat d'Eisenstein.</p> <p>Polinomis ciclotòmics.</p> |   |
| <p><b>Cossos</b></p>   | <p>Dedicació: 50h</p> <p>Grup gran: 12h<br/>Grup mitjà: 8h<br/>Aprentatge autònom: 30h</p>          |
| <p>Descripció:</p> <p>Cos, exemples, característica, cos primer, immersions.</p> <p>Extensions, grau, elements algebraics i transcendents, polinomi mínim, cos de descomposició, adjunció d'elements, extensions simples, teorema de l'element primitiu.</p> <p>Cossos finits: construcció, propietats i classificació.</p> <p>Aplicació: construccions geomètriques amb regla i compas. Nombres construïbles. Els tres problemes clàssics.</p> <p>Construcció de polígons regulars: períodes de Gauss i caracterització dels polígons construïbles.</p>   |   |

## 200112 - EALG - Estructures Algebraiques

|  |  |
|--|--|
| Mòduls   | Dedicació: 25h<br>Grup gran: 6h<br>Grup mitjà: 4h<br>Aprentatge autònom: 15h |
| Descripció:<br>Mòdul, homomorfisme, mòdul lliure, matrius. Analogia amb els espais vectorials.<br>Forma normal de Smith d'una matriu sobre un DIP. Factors invariants.<br>Teorema de classificació dels mòduls finitament generats sobre DIP. Factors invariants i divisors elementals.<br>Aplicacions. Classificació dels grups abelians finits. Classificació d'endomorfismes i forma canònica racional. |  |

### Sistema de qualificació

Exàmens parcial i final. La nota s'obté com la millor de les dues qualificacions següents: la de l'examen final, o bé 70% de la nota del final més 30% de la nota del parcial.  
Examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Artin, Michael. Algebra. 2nd. Boston: Prentice-Hall, 2011. ISBN 9780132413770.  
Lang, Serge. Algebra. 3rd ed. rev.. New York: Springer, 2002. ISBN 038795385X.  
Dummit, D.S.; Foote, R.M. Abstract algebra. 3rd ed.. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2004. ISBN 0471452343.  
Garrett, P.B. Abstract algebra [en línia]. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2008 [Consulta: 31/05/0011]. Disponible a: <[http://www.math.umn.edu/~garrett/m/algebra/Whole\\_with\\_TOC.pdf](http://www.math.umn.edu/~garrett/m/algebra/Whole_with_TOC.pdf)>. ISBN 9781584886891.  
Jacobson, Nathan. Basic algebra (vol.1). 2nd ed.. Mineola, NY: Dover, 2009. ISBN 9780486471891.

#### Complementària:

- Hungerford, T.W. Algebra. New York: Springer-Verlag, 1974. ISBN 0387905189.  
Albert, A.Adrian. Modern Higher Algebra. Chicago: University of Chicago Press, 1937.  
Sigler, L.E.. Algebra. New York-Heidelberg: Springer, 1981. ISBN 3540901957.  
Bogopolskij, Oleg Vladimirovic. Introduction to group theory. Zürich: European Mathematical Society, 2008. ISBN 9783037190418.  
Atiyah, M.F.; Macdonald, G. Introducción al álgebra conmutativa. Barcelona: Reverté, 1973. ISBN 8429150080.  
Shafarevich, I.R. Basic notions of algebra [en línia]. Berlin: Springer, 2005. Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/b137643>>. ISBN 3-540-25177-4.

## 200121 - TOP - Topologia

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: PEDRO PASCUAL GAINZA  
Altres: Segon quadrimestre:  
JOSE BURILLO PUIG - A, B  
JOSEP ELGUETA MONTO - CFIS  
ANNA DE MIER VINUÉ - A, B  
PEDRO PASCUAL GAINZA - A, B, CFIS

### Capacitats prèvies

Càlcul en una variable  
Càlcul diferencial  
Àlgebra lineal  
Geometria afí i euclidiana  
Fonaments de la matemàtica

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.

## 200121 - TOP - Topologia

10. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Teoria. Classes magistrals en les quals es desenvolupa tot el cos de l'assignatura. Donat que, a més d'informativa (vocabulari topològic) és una assignatura formativa, es demostren la major part dels resultats. Procurem introduir cada tema amb alguna motivació que faci referència a coneixements previs de l'estudiant, o bé a problemes de la pròpia matèria. Resultats i definicions són il·lustrats amb exemples, contra-exemples i exercicis senzills.

Les classes de problemes pretenen que l'estudiant practiqui i desenvolupi els resultats explicats a classe de teoria.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

- \* Comprendre el concepte d'espai topològic. Ús dels conceptes de base, subbase i entorn. Saber comparar topologies.
- \* Comprendre els conceptes de connexió i compacitat en espais topològics. Capacitat de comprovar aquestes propietats en exemples concrets.
- \* Comprendre el concepte d'homeomorfisme. Capacitat per definir-ne i construir-ne en exemples senzills. Capacitat per argumentar quan dos espais topològics no poden ser homeomorfs.
- \* Capacitar per a la utilització de topologies induïdes, producte i quocient. Especialment, identificació d'espais quocients via homeomorfismes i propietats universals i capacitat de treball amb aplicacions definides en espais quocient.
- \* Entendre les caracteritzacions alternatives dels conceptes topològics en els espais mètrics.
- \* Entendre els conceptes bàsics d'homotopia entre aplicacions contínues i la construcció del conjunt de classes d'homotopia  $[X, Y]$ . Entendre el concepte de tipus d'homotopia d'espais topològics. Saber identificar retractes de deformació senzills.
- \* Entendre l'estructura de grup abelià de  $H^1(X) = [X, S^1]$  i els morfismes induïts per aplicacions contínues. Càlcul quan  $X$  és contràctil o la circumferència. Entendre el concepte d'elevació de camins i homotopies i de grau.
- \* Comprendre el concepte d'índex d'una corba tancada del pla respecte al punt i la seva relació amb els conceptes de grau i d'homotopia. Saber-lo calcular.
- \* Entendre com el concepte d'índex permet demostrar els teoremes bàsics de la topologia del pla i l'esfera: Brouwer, Borsuk-Ulam, invariància de la dimensió... Capacitat d'aplicar-los a diferents situacions.
- \* Saber classificar una superfície compacta a partir de la seva superfície poligonal.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |

## 200121 - TOP - Topologia

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| Espais mètrics  | Dedicació: 10h<br>Grup gran: 3h<br>Grup mitjà: 2h<br>Aprenentatge autònom: 5h  |
| Descripció:<br>Boles obertes i tancades. Conjunts oberts. Aplicacions contínues. Distàncies equivalents.  |  |
| Espais topològics   | Dedicació: 24h<br>Grup gran: 7h<br>Grup mitjà: 5h<br>Aprenentatge autònom: 12h |
| Descripció:<br>Oberts i tancats. Bases, subbases, entorns. Aplicacions contínues, homeomorfismes. El primer axioma de numerabilitat: caracterització de propietats topològiques mitjançant límit de successions. Espais de Hausdorff. |  |
| Construcció d'espais topològics   | Dedicació: 24h<br>Grup gran: 7h<br>Grup mitjà: 5h<br>Aprenentatge autònom: 12h |
| Descripció:<br>Subespais. Productes d'espais topològics. Espais quocient. Exemples: superfícies topològiques.   |  |
| Compacitat  | Dedicació: 14h<br>Grup gran: 4h<br>Grup mitjà: 3h<br>Aprenentatge autònom: 7h  |
| Descripció:<br>Espais compactes. Continuitat i compacitat. Teorema del valor màxim. Productes i quocients d'espais compactes. Compacitat en espais mètrics: lema del nombre de Lebesgue.  |  |

## 200121 - TOP - Topologia

|   |  |
|---|--|
| Connexió  | Dedicació: 14h<br>Grup gran: 4h<br>Grup mitjà: 3h<br>Aprenentatge autònom: 7h  |
| Descripció:<br>Espais connexos. Components connexos. Continuitat i connexió. Teorema del valor intermedi. Espais arccnexusos. Components arccnexusos.   |  |
| Introducció a l'homotopia   | Dedicació: 20h<br>Grup gran: 6h<br>Grup mitjà: 4h<br>Aprenentatge autònom: 10h |
| Descripció:<br>Homotopia d'aplicacions contínues. Espais contràctils. Retractes de deformació. El conjunt de les classes d'homotopia $[X, Y]$ . El grup abelià $[S^1, S^1]$ : grau d'una aplicació, lema d'aixecament de camins i homotopies. |  |
| Aplicacions a la topologia del pla  | Dedicació: 22h<br>Grup gran: 7h<br>Grup mitjà: 4h<br>Aprenentatge autònom: 11h |
| Descripció:<br>Índex d'una corba tancada. Teoremes de Poincaré-Böhl i Rouché. Teorema del punt fix de Brouwer. El teorema fonamental de l'àlgebra. El teorema de Borsuk-Ulam. Invariància de la dimensió.                                     |  |
| Classificació de superfícies compactes  | Dedicació: 22h<br>Grup gran: 7h<br>Grup mitjà: 4h<br>Aprenentatge autònom: 11h |
| Descripció:<br>Triangulació de superfícies compactes. Superfícies poligonals. Superfícies estàndards. Suma connexa de superfícies. Teorema de classificació. Orientació, gènere i característica d'Euler.                                     |  |

## 200121 - TOP - Topologia

### Sistema de qualificació

Examen parcial no eliminatori de matèria.

Examen final que inclourà una pregunta de teoria i una part de resolució de problemes.

La nota final serà el resultat d'un màxim entre la nota de l'examen final i el resultat de considerar també la nota de l'examen parcial (amb un pes del 25%).

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

### Bibliografia

#### Bàsica:

Kosniowski, Czes. Topología algebraica. Barcelona: Reverté, 1992. ISBN 978-84-291-5098-8.

Munkres, James R. Topología. 2a ed. Madrid: Prentice-Hall, 2002. ISBN 8420531804.

Pascual Gainza, P.; Roig, A. Topologia [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2004 Disponible a:  
<<http://hdl.handle.net/2099.3/36790>>. ISBN 8483017504.

Sieradski, A. An introduction to topology and homotopy. Boston: PWS-KENT, 1992. ISBN 0534929605.

Viro, O. Ya. Elementary topology : problem textbook. Providence: American Mathematical Society, 2008. ISBN 9780821845066.

#### Complementària:

Jänich, Klaus. Topology. New York: Springer-Verlag, 1984. ISBN 0387908927.

Massey, William S. A basic course in algebraic topology. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 038797430X.

Navarro Aznar, V.; Pascual Gainza, P. Topologia algebraica. Barcelona: Edicions UB, 1999. ISBN 8483381230.

Wall, C.T.C. A geometric introduction to topology. New York: Dover, 1993. ISBN 0486678504.



## 200122 - GD - Geometria Diferencial

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: JAUME AMOROS TORRENT  
Altres: Segon quadrimestre:  
JAUME AMOROS TORRENT - A, B  
MARIA IMMACULADA GALVEZ CARRILLO - A, B  
CARLES PADRO LAIMON - A, B

### Capacitats prèvies

Coneixements de Càlcul Diferencial i Integral en diverses variables.

Coneixements d'Àlgebra i Geometria Lineals. Coneixements bàsics de Topologia.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

Genèriques:

5. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
6. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
7. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
8. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
9. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
10. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
11. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

## 200122 - GD - Geometria Diferencial

12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

4. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Les classes es distribuïràn en sessions de teoria, sessions de problemes. A les classes de teoria s'exposaran els conceptes i resultats fonamentals de la matèria. Les sessions de problemes estaran destinades al coneixement de diversos exemples i aplicacions dels resultats fonamentals, així com a desenvolupar els hàbits de càlcul associats.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Aquesta assignatura dona una primera introducció als mètodes i resultats de la Geometria Diferencial, centrant-se al voltant de l'estudi de les corbes i les superfícies de l'espai ordinari. Més específicament, es presenten els objectius següents:

- Corbes: conèixer la curvatura i la torsió d'una corba a l'espai, així com les equacions fonamentals del triedre de Frenet.
- Superfícies: hi ha diversos nivells. En primer lloc entendre les superfícies com exemple de varietat diferencial, mitjançant les cartes locals i els canvis de coordenades. El segon objectiu se centra al voltant de la primera forma fonamental i, en última instància, en la noció de varietat riemanniana. Finalment es presenten la curvatura de Gauss i el teorema egregi i, a partir d'aquest, s'elabora la geometria intrínseca de la superfície. En aquest punt volem destacar la connexió a les geometries no euclidianes.
- S'oferirà també una breu introducció a les varietats de dimensió superior.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |

## 200122 - GD - Geometria Diferencial

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| 1. Corbes al pla i l'espai  | Dedicació: 16h<br>Grup gran: 4h<br>Grup petit: 4h<br>Aprenentatge autònom: 8h  |
| Descripció:<br>Corbes parametritzades. Recta tangent. Exemples. Corbes regulars, longitud d'arc. Curvatura, vector normal, vector binormal, torsió, triedre i fórmules de Frenet. Teorema fonamental de la teoria de corbes.  |  |
| 2. Teoria elemental de superfícies  | Dedicació: 20h<br>Grup gran: 6h<br>Grup petit: 4h<br>Aprenentatge autònom: 10h |
| Descripció:<br>Superfícies regulars, parametritzacions. Funcions diferenciables sobre superfícies, punts crítics. Pla tangent, recta normal. Diferencial d'una aplicació, difeomorfismes. Geometria en el pla tangent: primera forma fonamental. Geometria en la superfície: mesura de longituds, angles i àrees.   |  |
| 3. Curvatura de Gauss   | Dedicació: 20h<br>Grup gran: 6h<br>Grup petit: 4h<br>Aprenentatge autònom: 10h |
| Descripció:<br>L'aplicació de Gauss. La diferencial de l'aplicació de Gauss i la segona forma fonamental. Curvatura normal: Teorema de Meusnier. Curvatures principals, línies de curvatura: teoremes de Rodrigues i d'Euler. Curvatures de Gauss i mitjana. Classificació dels punts d'una superfície. Direccions i corbes asimptòtiques. Indicatriu de Dupin. |  |
| 4. Exemples de superfícies  | Dedicació: 12h<br>Grup gran: 2h<br>Grup petit: 4h<br>Aprenentatge autònom: 6h  |
| Descripció:<br>Fórmules bàsiques per al càlcul de la segona forma fonamental: equacions de Weingarten. Superfícies planes. Superfícies reglades. Quàdriques. Superfícies de revolució. Superfícies mínimes.   |  |

## 200122 - GD - Geometria Diferencial

|  |  |
|--|--|
| <p>5. Equacions fonamentals de les superfícies</p>   | <p>Dedicació: 12h<br/>Grup gran: 4h<br/>Grup petit: 2h<br/>Aprentatge autònom: 6h</p>  |
| <p>Descripció:<br/>Isometries, isometries locals. Símbols de Christoffel. Fórmula de Gauss i Teorema Egregi. Equacions de compatibilitat de Codazzi-Mainardi. Teorema de Bonnet.</p>   |  |
| <p>6. Geometria sobre les superfícies</p>  | <p>Dedicació: 20h<br/>Grup gran: 6h<br/>Grup petit: 4h<br/>Aprentatge autònom: 10h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Derivada covariant, transport paral·lel. Curvatura geodèsica, geodèsiques, fórmula de Liouville. Aplicació exponencial, propietat minimal de les geodèsiques. Fórmula de l'excés/defecte per a la suma dels angles d'un triangle. El Teorema de Gauss-Bonnet i aplicacions.</p>   |  |
| <p>7. Alguns resultats globals</p>   | <p>Dedicació: 16h<br/>Grup gran: 6h<br/>Grup petit: 2h<br/>Aprentatge autònom: 8h</p>  |
| <p>Descripció:<br/>Superfícies de curvatura constant: el teorema de Minding. Superfícies completes. Superfícies completes de curvatura constant: l'esfera, el pla i els cilindres, i el teorema de Hilbert. Mètriques i superfícies: el tor pla i les superfícies hiperbòliques de curvatura -1. Geodèsiques en superfícies completes: el teorema de Hopf-Rinow.</p> |  |
| <p>8. Introducció a les varietats diferencials</p>   | <p>Dedicació: 14h<br/>Grup gran: 5h<br/>Grup petit: 2h<br/>Aprentatge autònom: 7h</p>  |
| <p>Descripció:<br/>Varietats diferencials, funcions diferenciables. Espai tangent, diferencial d'una funció. Valors regulars i subvarietats. Exemples.</p>   |  |

## 200122 - GD - Geometria Diferencial

### Sistema de qualificació

La qualificació de l'assignatura s'obtindrà a partir de:

EP : Examen Parcial

EF : Examen Final

segons la ponderació següent:

Nota Final =  $\max( EF, 0.3 EP + 0.7 EF )$ .

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

### Normes de realització de les activitats

Els examens (EF i EP) contindran preguntes teòriques i pràctiques.

Només es permetrà portar un formulari.

## 200122 - GD - Geometria Diferencial

### Bibliografia

#### Bàsica:

Bär, C. Elementary differential geometry [en línia]. New York: Cambridge University Press, 2010 Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10392882>>. ISBN 978-0521721493.

Carmo, Manfredo Perdigão do. Differential geometry of curves and surfaces. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1976. ISBN 0132125897.

Montiel, S. ; Ros, A. Curves and surfaces. Providence: American Mathematical Society, 2005.

O'Neill, B. Elementary differential geometry [en línia]. Academic Press - Elsevier, 2007 Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10382842>>. ISBN 9780080505428.

Oprea, J. Differential Geometry and its applications. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 2007. ISBN 0130652466.

Pascual, P. Apunts de geometria diferencial [en línia]. 2015 Disponible a: <<http://upcommons.upc.edu/handle/2117/104841>>.

#### Complementària:

Callahan, J. The geometry of spacetime: an introduction to special and general relativity. New York: Springer Verlag, 2000. ISBN 0387986413.

Cordero, Luis A.; Fernández, M.; Gray, A. Geometría diferencial de curvas y superficies con Mathematica. Buenos Aires [etc.]: Addison-Wesley Iberoamericana, 1995. ISBN 0201653648.

Spivak, M. A comprehensive introduction to differential geometry. Vols. 2/3. 3rd ed. Houston: Publish or Perish, 1999. ISBN 0914098705.

Weeks, J.R. The shape of space. 2nd. New York: Marcel Dekker Inc., 2002. ISBN 0824707095.

#### Altres recursos:

\*Famous Curves Applet Index <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Java/>

\*3D-XplorMath, de Richard Palais: <http://3d-xplormath.org/>

\*Wolfram mathworld curves <http://mathworld.wolfram.com/topics/Curves>

\*National Curve bank <http://curvebank.calstatela.edu/home/home.htm>

\*Open Geometry Gallery [http://www1.uni-ak.ac.at/geom/opengeometry\\_gallery](http://www1.uni-ak.ac.at/geom/opengeometry_gallery)

\*Virtual Math museum [http://virtualmathmuseum.org/Surface/gallery\\_o](http://virtualmathmuseum.org/Surface/gallery_o)

\*Wolfram mathworld surfaces <http://mathworld.wolfram.com/topics/Surfaces>

\*Altres galleries <http://faculty.evansville.edu/ck6/GalleryTwo/Introduction2>

## 200131 - TP - Teoria de la Probabilitat

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà, Anglès

### Professorat

Responsable: JUAN JOSÉ RUE PERNA  
Altres: Primer quadrimestre:  
ANNA DE MIER VINUÉ - B  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - A, B  
JORDI VALERO BAYA - A

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

5. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
6. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
7. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
8. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
9. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
10. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
11. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

#### Transversals:

4. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica

## 200131 - TP - Teoria de la Probabilitat

i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Classes de teoria, problemes i pràctiques. Es donarà èmfasi al treball de l'estudiant durant el curs a través d'entregues de problemes, realització de pràctiques i lectures.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'assignatura té dos objectius principals: (1) presentar la teoria de la probabilitat com un corpus de coneixement ric, atractiu i útil a moltes altres branques de la ciència en general (i de la matemàtica en particular) a l'hora de modelitzar matemàticament situacions que involucren incertesa o aleatorietat, i (2) oferir els coneixements probabilístics necessaris per a assignatures posteriors del Grau en Matemàtiques.

Pel que fa a objectius concrets de l'assignatura, al llarg del curs els estudiants hauran d'assolir els següents coneixements, habilitats i destreses:

- \* Conèixer la definició de probabilitat i les seves propietats.
- \* Conèixer els models bàsics de probabilitat discrets i continus.
- \* Fer servir el concepte de variable aleatòria per a formalitzar i resoldre problemes de càlcul de probabilitats.
- \* Conèixer els moments de variables aleatòries i els resultats fonamentals que hi estan relacionats.
- \* Conèixer els resultats de convergència de variables aleatòries i saber aplicar-los, amb especial èmfasi en el teorema del límit central i la llei dels grans nombres.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |



## 200131 - TP - Teoria de la Probabilitat

### Continguts

|  |   |
|--|---|
| <p>Espais de probabilitat i variables aleatòries.</p>  | <p>Dedicació: 23h 30m</p> <p>Grup gran: 6h<br/>Grup mitjà: 2h<br/>Aprentatge autònom: 15h 30m</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fenòmens aleatoris, resultats i esdeveniments.</li> <li>- Probabilitat.</li> <li>- Probabilitat condicionada.</li> <li>- Independència.</li> <li>- Espais producte.</li> <li>- Variables aleatòries i les seves distribucions.</li> <li>- Vectors aleatoris. Independència de variables aleatòries.</li> </ul>                         |   |
| <p>Variabls aleatòries (I): variables discretes</p>  | <p>Dedicació: 36h</p> <p>Grup gran: 7h 30m<br/>Grup mitjà: 6h<br/>Aprentatge autònom: 22h 30m</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funció de probabilitat.</li> <li>- Independència.</li> <li>- Esperança i moments.</li> <li>- Models de variables aleatòries discretes.</li> <li>- Distribució conjunta. Covariància i correlació. Independència.</li> <li>- Distribucions condicionades i esperança condicionada.</li> <li>- Sumes de variables aleatòries.</li> </ul> |   |
| <p>Variabls aleatòries (II): variables contínues</p>   | <p>Dedicació: 48h</p> <p>Grup gran: 12h<br/>Grup mitjà: 8h<br/>Aprentatge autònom: 28h</p>        |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funció de densitat.</li> <li>- Esperança i moments.</li> <li>- Models de variables aleatòries contínues.</li> <li>- Distribucions conjunta i marginals. Independència. Distribucions condicionades.</li> <li>- Funcions de variables aleatòries.</li> <li>- Normal multivariant i distribucions associades.</li> </ul>                 |   |

## 200131 - TP - Teoria de la Probabilitat

|  |  |
|--|--|
| <p>Funcions generadores i les seves aplicacions.</p>   | <p>Dedicació: 36h<br/>Grup gran: 7h 30m<br/>Grup mitjà: 6h<br/>Aprentatge autònom: 22h 30m</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funció generadora de probabilitat.</li> <li>- Funció generadora de moments i funció característica.</li> <li>- Teoremes d'inversió i de continuïtat.</li> </ul>  |  |
| <p>Convergències de variables aleatòries.</p>  | <p>Dedicació: 36h<br/>Grup gran: 7h 30m<br/>Grup mitjà: 6h<br/>Aprentatge autònom: 22h 30m</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Successions de variables aleatòries.</li> <li>- Convergència en distribució. Teorema del límit central.</li> <li>- Tipus de convergències i les seves relacions.</li> <li>- Lleis dels grans nombres.</li> </ul> |  |

### Sistema de qualificació

Lliurament de problemes/activitats (10%), examen quadrimestral (30%) i examen final (60%). La nota de l'examen final prevaldrà si es superior a la ponderada al curs.

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

## 200131 - TP - Teoria de la Probabilitat

### Bibliografia

#### Bàsica:

Grimmett, G.R.; Stirzaker, D.R. Probability and random processes. 3a ed. Oxford [etc.]: Oxford University Press, 2001. ISBN 9780198572220.

Sanz, Marta. Probabilitats. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 1999. ISBN 8483380919.

Pitman, Jim. Probability. New York [etc.]: Springer, cop, 1993. ISBN 0387979743.

Gut, Allan. An Intermediate course in probability. 2nd ed. Springer, ISBN 978-1-4419-0162-0.

#### Complementària:

Julià de Ferran, Olga ... [et al.]. Probabilitats: problemes i més problemes. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2005. ISBN 8447529061.

Feller, W. An introduction to probability theory and its applications (Vol. 1,2). 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1968. ISBN 0471257117.

Grinstead, Charles M.; Snell, L.J. Introduction to probability. American Mathematical Society, 2006.

Chung, Kai Lai. A course in probability theory. New York: Academic Press, 1974. ISBN 012174650X.

Cuadras, C. M. (Carlos María). Problemas de probabilidades y estadística. Vol 1: Probabilidad. Barcelona: EUB, 2000. ISBN 8483120313.

Tabak, J. Probability and statistics: the science of uncertainty. New York: Facts On File, 2004. ISBN 0816049564.

#### Altres recursos:

##### Enllaç web

Grinstead, Charles M.; Snell, Laurie J. Introduction to Probability

[http://www.dartmouth.edu/~chance/teaching\\_aids/books\\_articles/probability\\_book/book.html](http://www.dartmouth.edu/~chance/teaching_aids/books_articles/probability_book/book.html)

The Probability Web (Teaching resources)

<http://www.mathcs.carleton.edu/probweb/probweb.html>

Chance

<http://www.dartmouth.edu/~chance/>

The R Project for Statistical Computing

R is a free software environment for statistical computing and graphics.

<http://www.r-project.org/>

Mat2: Materials Matemàtics

<http://www.mat.uab.es/matmat/Cast/index.html>

Revista electrònica de divulgació matemàtica editada pel Departament de Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona. Inclou articles molt interessants sobre temes de probabilitat.

## 200132 - EST - Estadística

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: MARTA PÉREZ CASANY  
Altres: Segon quadrimestre:  
MARTA PÉREZ CASANY - A, B  
JOSEP ANTON SÁNCHEZ ESPIGARES - B  
JORDI VALERO BAYA - A

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

5. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
6. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
7. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
8. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
9. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
10. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
11. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

#### Transversals:

4. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

## 200132 - EST - Estadística

### Metodologies docents

Pel que fa la docència presencial, el curs té 5 hores de classes per setmana, de les quals 3 es dediquen a classes de teoria, i 2 a problemes o pràctiques.

Classes de teoria:

Les classes de teoria son principalment classes magistrals del professor de teoria. Es desenvolupen demostracions a la pissarra, i es resumeixen conceptes importants amb transparències. Es presenten exemples detallats, amb especial èmfasi en l'aplicació de l'estadística a problemes reals. Es fa servir del campus virtual Atenea per difondre material emprat a classe.

Classes de problemes:

El professor de problemes presenta amb antelació l'enunciat dels exercicis que els estudiants han de resoldre. A classe, el professor (o un dels estudiants) exposa i comenta la solució dels exercicis. Els estudiants lliuren exercicis que puntuen. El professor de problemes corregeix exercicis que puntuen. Es fa servir del campus virtual Atenea per difondre material emprat a classe.

Classes de laboratori:

Les classes de laboratori es realitzaran amb el paquet estadístic R. Seran algunes classes puntuals introductories, juntament amb el darrer mes del curs que es dedicarà a la modelització estadística.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'estudiant que ha cursat Estadística:

1. És capaç de realitzar i interpretar estadística descriptiva bàsica amb un programari estadístic.
2. És capaç de fer inferència estadística amb un programari estadístic i correctament interpretar els resultats obtinguts.
3. Pot formular la diferència entre les dues escoles en l'estadística, la freqüentista i la bayesiana.
4. És capaç d'obtenir analíticament estimadors de moments, estimadors de màxima versemblança i estimadors bayesians per a paràmetres de les lleis més conegudes.
5. És capaç de comparar diferents estimadors i triar l'estimador òptim segons algun criteri d'optimalitat (biaix, error quadràtic mig).
6. És capaç de dissenyar un test òptim per determinats contrastos de hipòtesi sobre paràmetres de distribucions, aplicant el criteri de Neyman-Pearson i la raó de la versemblança generalitzada.
7. És capaç de formular la diferència entre tests paramètrics i no paramètrics.
8. És capaç de aplicar els tests paramètrics clàssics (test Z de la normal, t de student amb mostres independents i dades aparellades, F per igualtat de variàncies) a conjunts de dades i interpretar correctament els resultats.
9. És capaç de aplicar els tests no-paramètrics més habituals (Chi-quadrat per independència, prova de signes) a conjunts de dades i interpretar correctament els resultats.
10. És capaç de llegir i entendre la inferència i l'estadística descriptiva realitzat en un article científic publicat.

## 200132 - EST - Estadística

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |

## 200132 - EST - Estadística

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| <p>1. INTRODUCCIÓ</p>   | <p>Dedicació: 18h<br/>Grup gran: 4h<br/>Grup petit: 3h<br/>Aprentatge autònom: 11h</p> |
| <p>Descripció:<br/>1.1. Estadística descriptiva.<br/>1.2. Població i mostra.<br/>1.3. Distribucions lligades a la Normal.</p> <p>Activitats vinculades:<br/>Classes de teoria, tres sessions de laboratori.</p> <p>Objectius específics:<br/>Realitzar estadística descriptiva uni i bivariant.</p> |  |
| <p>2. ESTIMACIÓ PUNTUAL</p>   | <p>Dedicació: 30h<br/>Grup gran: 6h<br/>Grup mitjà: 4h<br/>Aprentatge autònom: 20h</p> |
| <p>Descripció:<br/>2.1. Mètode dels moments.<br/>2.2. Mètode de màxima versemblança.<br/>2.3. Estimació Bayesiana.</p> <p>Activitats vinculades:<br/>Classes de teoria, sessions de problemes.</p> <p>Objectius específics:<br/>Construcció d'estimadors de paràmetres per diferents mètodes.</p>   |  |

## 200132 - EST - Estadística

|   |   |
|---|---|
| <h3>3. AVALUACIÓ D'ESTIMADORS</h3>  | <p>Dedicació: 26h</p> <p>Grup gran: 6h<br/>Grup mitjà: 4h<br/>Aprentatge autònom: 16h</p> |
| <p>Descripció:</p> <p>3.1. Propietats d'estimadors: biaix, variància, error quadràtic mig, suficiència, consistència, eficiència.</p> <p>3.2. Teorema de Cramér-Rao. Informació de Fisher.</p> <p>3.3. Propietats asimptòtiques del màxim versemblant.</p> <p>Activitats vinculades:<br/>Classes de teoria, sessions de problemes.</p> <p>Objectius específics:<br/>Derivar propietats d'estimadors.</p>  |   |
| <h3>4. PROVES D'HIPÒTESI</h3>   | <p>Dedicació: 37h</p> <p>Grup gran: 7h<br/>Grup mitjà: 5h<br/>Aprentatge autònom: 25h</p> |
| <p>Descripció:</p> <p>4.1. Ingredients bàsics de la prova d'hipòtesi. Hipòtesi nul·la i alternativa. Errors tipus I i II. Tamany i funció de potència.</p> <p>4.2. Criteri de Neyman Pearson per hipòtesis simples.</p> <p>4.3. Extensió de Newman Pearson per hipòtesis unilaterals.</p> <p>4.4. Test de la Raó de versemblança monòtona.</p> <p>4.5 Test de la raó de versemblança generalitzat.</p> <p>4.6 Prova <math>\chi^2</math> per a taules de contingència i bondat d'ajust.</p> <p>Activitats vinculades:<br/>Classes de teoria, sessions de problemes.</p> <p>Objectius específics:<br/>Dissenyar proves d'hipòtesis.</p> |   |



## 200132 - EST - Estadística

|   |   |
|---|---|
| <p>5. ESTIMACIÓ PER INTERVAL.</p>   | <p>Dedicació: 8h 10m</p> <p>Grup gran: 2h<br/>Grup mitjà: 2h<br/>Aprentatge autònom: 4h 10m</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Intervals de confiança</li> <li>5.2. Intervals associats a quantitats pivotals.</li> <li>5.3. Intervals associats al model Normal.</li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <p>Classes de teoria, sessions de problemes i laboratori.</p> <p>Objectius específics:</p> <p>Construcció d'intervals de confiança.</p>  |   |
| <p>6. EL MODEL LINEAL y LINEAL GENERALIZADO</p>   | <p>Dedicació: 60h</p> <p>Grup gran: 13h<br/>Grup petit: 7h<br/>Aprentatge autònom: 40h</p>      |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1. Regressió lineal simple i múltiple.</li> <li>6.2. Supòsits del model lineal. Estimació per mínims quadrats i màxima versemblança.</li> <li>6.3 Multicolinearitat, leverage, observacions influents.</li> <li>6.4. Bondat d'ajust i coeficient de determinació.</li> <li>6.5 Predicció</li> <li>6.6 Anàlisi de residus.</li> <li>6.7 Anova</li> <li>6.8 Ancova</li> <li>6.9 Definició de Model Lineal Generalitzat. Casos binomial i Poisson.</li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <p>Pràctiques de laboratori.</p> <p>Objectius específics:</p> <p>Aplicar regressió lineal i interpretar els resultats obtinguts.</p> |   |

## 200132 - EST - Estadística

### Sistema de qualificació

L'avaluació recull els elements: examen final, examen parcial, lliurament de qüestionaris i lliurament d'exercicis anomenats entregables. L'examen final i l'examen parcial consten de preguntes obertes de teoria i de problemes que cal resoldre. Hi haurà dos qüestionaris que seran proves curtes que es realitzaran en una hora de classe de problemes. Els entregables seràn tres tasques que s'hauran de lliurar al professor i que l'estudiant tindrà aproximadament dues setmanes per a realitzar.

Es calcula la nota de avaluació continuada (NAC) com a:

$$NAC = 0.5 * NFinal + 0.25 * NParcial + 0.125 * NQuestionaris + 0.125 * NEntregables$$

La nota de fi de curs (NF) és el màxim de la nota NAC i la nota de l'examen final:  $NF = \max(NAC, NFinal)$

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

### Bibliografia

#### Bàsica:

Casella, G., & Berger, R.L. Statistical inference. 2nd ed. Pacific Grove: Duxbury, Pacific Groove, CA, USA., 2002. ISBN 0534243126.

De Groot, M.H. & Schervish, M.J. Probability and statistics. 4th ed. Boston: Pearson, 2012. ISBN 9780321709707.

Moore, D.S. Estadística aplicada básica. 2a ed.. Barcelona: Antoni Bosch, 2005. ISBN 8495348047.

#### Complementària:

Dalgaard, P. Introductory statistics with R [en línia]. 2nd ed.. New York: Springer, 2008 Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-79054-1>>. ISBN 9780387790534.

Peck, R...[et al.]. Statistics: a guide to the unknown. 4th ed. Duxbury Resource Center, 2006.

Bartoszynski, R.;Niewiadomska-Bugaj, M. Probability and statistical inference [en línia]. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2008 Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10225361>>.

Wasserman, L. All of statistics: a concise course in statistical inference. Pittsburgh: Springer, 2010. ISBN 9781441923226.

#### Altres recursos:

##### Enllaç web

R-software: [www.r-project.org](http://www.r-project.org)

##### Recurs

## 200141 - EDOS - Equacions Diferencials Ordinàries

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA  
Altres: Primer quadrimestre:  
INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA - A, B  
MARIA TERESA MARTINEZ-SEARA ALONSO - A  
CHARA PANTAZI - B

### Horari d'atenció

Horari: A convenir per e-mail.

### Capacitats prèvies

Àlgebra lineal i multilinear, càlcul diferencial e integral, topologia, física, informàtica i variable complexa.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

5. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
6. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
7. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
8. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
9. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
10. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.

## 200141 - EDOS - Equacions Diferencials Ordinàries

11. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

4. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

L'assignatura consta de 3 hores a la setmana de classes expositives (classes magistrals) i 2 hores a la setmana de resolució de problemes.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Un cop finalitzada la assignatura, l'estudiant ha de ser capaç de: 1) Aplicar correctament els teoremes fonamentals sobre EDOs; 2) Resoldre diverses EDOs simples (lineals de primer ordre, separables, Bernoulli, Ricatti, lineals a coeficients constants, etc.); 3) Dibuixar el croquis de sistemes de EDOs lineals a coeficients constants 2D i 3D; 4) Determinar l'estabilitat dels sistemes de EDOs lineals a coeficients periòdics; i 5) Determinar l'estabilitat d'algunes solucions simples de sistemes d'EDO no lineals.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |

## 200141 - EDOS - Equacions Diferencials Ordinàries

### Continguts

|   |   |
|---|---|
| <p>Teoremes fonamentals</p>   | <p>Dedicació: 60h<br/>Grup gran: 18h<br/>Grup mitjà: 6h<br/>Aprentatge autònom: 36h</p>         |
| <p>Descripció:<br/>Motivació de l'assignatura. Interpretació geomètrica d'una EDO: camps de vectors. Problemes de valor inicial (PVI). Teoremes d'existència i unicitat. Solucions maximals. Regularitat respecte condicions inicials i paràmetres.</p>   |   |
| <p>Mètodes particulars de resolució</p>   | <p>Dedicació: 25h<br/>Grup gran: 0h<br/>Grup mitjà: 10h<br/>Aprentatge autònom: 15h</p>         |
| <p>Descripció:<br/>EDOs lineals de primer ordre. EDOs separables i factor integrant. Canvis de variable. EDOs homogènies, de Bernoulli, de Ricatti, de Lagrange i de Clairaut.</p>  |   |
| <p>Equacions y sistemes lineals</p>   | <p>Dedicació: 50h<br/>Grup gran: 10h<br/>Grup mitjà: 10h<br/>Aprentatge autònom: 30h</p>        |
| <p>Descripció:<br/>Sistemes homogenis: matrius fonamentals i matriu principal. Sistemes no homogenis: fórmula de variació de paràmetres. Fórmula de Liouville: evolució del volum per un flux no lineal. Sistemes lineals a coeficients periòdics: teorema de Floquet. EDOs lineals: reducció d'ordre, polinomi característic, oscil·lacions, coeficients indeterminats, variació de paràmetres, etc.</p> |   |
| <p>Introducció a la teoria qualitativa</p>  | <p>Dedicació: 27h 30m<br/>Grup gran: 11h<br/>Grup mitjà: 0h<br/>Aprentatge autònom: 16h 30m</p> |
| <p>Descripció:<br/>Classificació dels sistemes d'EDOs lineals a coeficients constants 2D i 3D. Estabilitat dels sistemes d'EDOs lineals a coeficients periòdics. Estabilitat d'algunes solucions simples de sistemes no lineals.</p>  |   |

## 200141 - EDOS - Equacions Diferencials Ordinàries

|  |  |
|--|--|
| Repàs  | Dedicació: 25h<br>Grup gran: 6h<br>Grup mitjà: 4h<br>Aprentatge autònom: 15h |
| Descripció:<br>Aquest repàs està pensat per resoldre la discrepància entre les 75 classes presencials que preveu la normativa i les (aproximadament) 65 classes presencials que realment es fan. |  |

### Sistema de qualificació

Un examen parcial no eliminadori (P) i un examen final (F). La nota final és  
$$N = \max(F, 0.3 \cdot P + 0.7 \cdot F)$$
.

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

### Normes de realització de les activitats

En tots els exàmens es pot dur un formulari manuscrit en un full de mida DIN A4, excepte a la part de teoria.

### Bibliografia

Bàsica:

- Meiss, J.D. Differential dynamical systems [en línia]. 2007. Philadelphia: Society for Industrial & Applied Mathematics, 2007. Disponible a: <<http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718232>>. ISBN 9780898716351.
- Tenenbaum, Morris ; Pollard, Harry. Ordinary differential equations : an elementary textbook for students of mathematics, engineering, and the sciences. New York: Dover Publications, 1985. ISBN 0486649407.
- Teschl, Gerald. Ordinary differential equations and dynamical systems [en línia]. Providence: Amer. Math. Soc, 2012 [Consulta: 22/11/2012]. Disponible a: <<http://www.mat.univie.ac.at/~gerald/ftp/book-ode/>>.
- Sotomayor, Jorge. Lições de equações diferenciais ordinárias. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), 1979. ISBN 9216050624.
- Arnol'd, V. I. (Vladimir Igorevich), 1937-. Ordinary Differential Equations. Cambridge (Massachusetts): The Mit Press, 1973. ISBN 0262010372.
- Braun, Martin. Differential equations and their applications. 4a ed. Springer-Verlag, 1993. ISBN 0387978941.

## 200142 - EDPS - Equacions en Derivades Parcial

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatoria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: XAVIER CABRE VILAGUT  
Altres: Segon quadrimestre:  
XAVIER CABRE VILAGUT - A, B  
MATTEO COZZI - B  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - A

### Capacitats prèvies

Les obtingudes a les assignatures ja realitzades al Grau.

### Requisits

Els obtinguts a les assignatures ja realitzades al Grau.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

5. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
6. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
7. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
8. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
9. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
10. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
11. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions

## 200142 - EDPS - Equacions en Derivades Parcial

o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

4. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Classes de teoria amb l'exposició de conceptes nous i repàs d'altres ja estudiats en assignatures prèvies. Consistiran en exposicions per part del professor dels enunciats, demostracions i exemples. En les classes de problemes: resolució de problemes d'una col·lecció proposada prèviament a l'alumne. Entre els objectius de l'assignatura tindrà un bon pes la resolució de problemes, alguns d'ells fomentant i prioritzant la intuïció i la creativitat de l'alumne.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

- Conèixer i saber calcular amb els mètodes de separació de variables i sèries de Fourier i amb el mètode de solucions fonamentals.
- Conèixer tant els principis del màxim i les seves conseqüències com els mètodes de càlcul integral (energia, principi de Dirichlet) i conseqüències.
- Conèixer la relació entre el Laplaciana i l'equació de la calor amb els camins aleatoris, el Laplaciana discret, les densitats de probabilitat i la gaussiana. Aquí el caràcter abstracte i conceptual serà prioritari.
- Conèixer i saber calcular amb el mètode de les característiques.
- L'assignatura ha de servir per repassar i refermar bastants conceptes de Càlcul i d'Anàlisi Matemàtica apresos per l'estudiant en assignatures anteriors. Degut al gran nombre d'eines que usa la teoria d'EDPs també es repassaran conceptes apresos a altres assignatures obligatòries: variable complexa, EDOs, Probabilitat, Numèric.
- El curs ha de servir també per a motivar i preparar cursos posteriors, optatius o de postgrau, com l'Anàlisi Funcional, Ampliacions d'EDPs, Matemàtica Financera i Numèric per EDPs.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |



## 200142 - EDPS - Equacions en Derivades Parcial

### Continguts

|  |  |
|--|--|
| <p>Introducció</p>   | <p>Dedicació: 29h 30m</p> <p>Grup gran: 8h<br/>Grup mitjà: 6h<br/>Aprentatge autònom: 15h 30m</p>  |
| <p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fórmula d'integració per parts; l'equació de la calor a partir de principis físics i del teorema de la divergència; condicions de contorn i inicials; problemes ben plantejats.</li> <li>2. Exemples d'EDPs importants i del que modelitzen. L'equació lineal del transport.</li> </ol>   |  |
| <p>L'equació de difusió o de la calor</p>  | <p>Dedicació: 48h 30m</p> <p>Grup gran: 10h 30m<br/>Grup mitjà: 8h<br/>Aprentatge autònom: 30h</p> |
| <p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. L'equació de difusió en dominis acotats (solució per separació de variables i sèries de Fourier; mètode d'energia i unicitat; principi del màxim i unicitat).</li> <li>4. L'equació de difusió a <math>\mathbb{R}^n</math> (solució fonamental; delta de Dirac; convolució; teorema d'existència i unicitat; regularitat; equacions no homogènies i principi de Duhamel).</li> <li>5. L'equació de difusió a partir del passeig aleatori (passeig aleatori i propagació d'errors; relació entre les funcions calòriques i les densitats de probabilitat i la distribució gaussiana).</li> </ol> |  |
| <p>Les equacions de Laplace i de Poisson</p>   | <p>Dedicació: 48h 30m</p> <p>Grup gran: 10h 30m<br/>Grup mitjà: 8h<br/>Aprentatge autònom: 30h</p> |
| <p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Propietats de les funcions harmòniques (exemples; separació de variables i l'equació de Poisson a la bola; propietat de la mitjana, principi del màxim i unicitat; principis de Harnack i Liouville; relació entre les funcions harmòniques, els camins aleatoris, el Laplacà discret i les probabilitats de sortida).</li> <li>7. Solució fonamental i funció de Green (potencial newtonià; funcions de Green; mètode de reflexions: funció de Green al semi-espai i a la bola).</li> <li>8. El principi de minimització de Dirichlet i el mètode d'energia.</li> </ol>                        |  |

## 200142 - EDPS - Equacions en Derivades Parcial

|  |  |
|--|--|
| Equacions de primer ordre  | Dedicació: 25h<br>Grup gran: 6h<br>Grup mitjà: 4h<br>Aprentatge autònom: 15h         |
| <p>Descripció:</p> <p>9. L'equació lineal del transport (ones viatgeres, característiques, estabilitat).</p> <p>10. Equacions de primer ordre quasilineals (exemples: dinàmica del transit, equació de Burgers; mètode de les característiques; problema de Riemann, xocs i condició d'entropia).</p>  |  |
| L'equació d'ones   | Dedicació: 36h<br>Grup gran: 7h 30m<br>Grup mitjà: 6h<br>Aprentatge autònom: 22h 30m |
| <p>Descripció:</p> <p>11. Tipus d'ones. Dispersió. Equació de la corda vibrant (derivació; energia; separació de variables).</p> <p>12. L'equació d'ones a <math>\mathbb{R}</math> (fórmula de d'Alembert; solució fonamental; equacions no homogènies; domini de dependència i domini d'influència; propagació i reflexions d'ones). Classificació de les EDPs lineals de segon ordre: varietats característiques i forma canònica.</p> <p>13. L'equació d'ones a <math>\mathbb{R}^3</math> i <math>\mathbb{R}^2</math> (fórmules de Kirchoff i de Poisson; principi de Huygens).</p> |  |

### Sistema de qualificació

Hi haurà primer la nota d'un examen parcial (CP). Hi haurà també la nota de l'examen final (F). La nota final de l'assignatura serà el màxim entre F i  $(0,3 \cdot CP + 0,7 \cdot F)$ .

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

### Normes de realització de les activitats

A les proves no es podrà tenir material docent ni notes de classe ni formularis. L'examen parcial no eliminarà matèria del final.

## 200142 - EDPS - Equacions en Derivades Parcial

### Bibliografia

#### Bàsica:

Salsa, Sandro. Partial differential equations in action: from modelling to theory [en línia]. Milan: Springer, 2008. Disponible a: <http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10231792&p00>. ISBN 9788847007512.

Peral, Ireneo. Primer curso de ecuaciones en derivadas parciales. Argentina: Addison-Wesley, 1995. ISBN 0201653575.

#### Complementària:

Pinchover, Yehuda ; Rubinstein, Jacob. Introduction to partial differential equations. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. ISBN 978052161323X.

Strauss, W.A. Partial differential equations: an introduction. 2nd ed. New York: Wiley, 2008.

## 200151 - ALN - Àlgebra Lineal Numèrica

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: MARIA MERCEDES OLLE TORNER  
Altres: Segon quadrimestre:  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
JOSE TOMAS LAZARO OCHOA - B  
MARIA MERCEDES OLLE TORNER - A, B  
JUAN RAMON PACHA ANDUJAR - A

### Capacitats prèvies

Àlgebra lineal  
Nocions de programació

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
10. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

## 200151 - ALN - Àlgebra Lineal Numèrica

12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

- L'activitat docent s'articula en cinc hores setmanals, de les quals tres es realitzen en aula convencional, i dues es realitzen en aules informàtiques en grups desdoblats.
- Les classes en aula convencional se centren en els desenvolupaments i presentacions més teòriques. Les classes en aula informàtica se centren en la codificació i utilització dels mètodes numèrics, així com a la resolució de problemes proposats.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'assignatura té dos objectius principals: (1) donar una idea global del paper dels mètodes numèrics en la resolució de problemes habituals a les matemàtiques, (2) proporcionar un sòlida base en la resolució numèrica dels problemes d'àlgebra lineal.

L'alumne ha d'adquirir capacitats per:

- Conèixer i entendre les possibilitats, i les limitacions, dels mètodes numèrics per a la resolució de problemes de la matemàtica i d'altres disciplines
- Conèixer i entendre les tècniques numèriques bàsiques per a resolució de sistemes d'equacions lineals i problemes d'autovalor.
- Seleccionar i utilitzar un mètode numèric apropiat per a la resolució d'un problema concret, identificant-ne els avantatges i inconvenients
- Codificar mètodes numèrics de forma eficient en un llenguatge de programació (C/Octave/Matlab)
- Analitzar críticament els resultats obtinguts (precisió en el resultat d'interès, adequació del mètode numèric i del model matemàtic, interpretació dels resultats)
- Presentar els resultats de forma clara i concisa

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |        |        |
|---------------------------|-----------------------------|--------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h    | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h     | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h    | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 7h 30m | 4.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 105h   | 56.00% |

## 200151 - ALN - Àlgebra Lineal Numèrica

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| <p>Introducció i errors</p>   | <p>Dedicació: 12h<br/>Grup gran: 12h</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aritmètica exacta i aritmètica finita</li> <li>- Error de truncament, error d'arrodoniment i error inherent</li> <li>- Error absolut i error relatiu. Xifres significatives correctes</li> <li>- Propagació d'errors. Condicionament d'un problema</li> <li>- Introducció als mètodes numèrics i llenguatge de programació</li> </ul>   |  |
| <p>Sistemes d'equacions lineals: mètodes directes</p>   | <p>Dedicació: 10h<br/>Grup gran: 10h</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptes bàsics (simetria, definició positiva, ortogonalitat)</li> <li>- Sistemes amb solució immediata (matrius diagonals D i triangulars L, U)</li> <li>- Mètodes d'eliminació gaussiana, aplicació al càlcul del determinant</li> <li>- Mètodes de factorització: LU, Cholesky (LLT), versions generalitzades (LDU, LDLT)</li> <li>- Condicionament d'un sistema lineal d'equacions. Número de condició d'una matriu</li> <li>- Mètodes d'ortogonalització (QR), sistemes sobredeterminats</li> </ul> |  |
| <p>Sistemes d'equacions lineals: mètodes iteratius</p>  | <p>Dedicació: 7h<br/>Grup gran: 7h</p>   |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducció i pre-condicionadors</li> <li>- Convergència</li> <li>- Mètode de Jacobi. Gauss-Seidel i sobre-relaxació</li> </ul>   |  |
| <p>Càlcul de vectors i valors propis</p>  | <p>Dedicació: 12h<br/>Grup gran: 12h</p> |
| <p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptes bàsics</li> <li>- Mètodes de la potència (directa i inversa)</li> <li>- Altres mètodes: Jacobi, Hyman, QR</li> </ul>  |  |

## 200151 - ALN - Àlgebra Lineal Numèrica

### Sistema de qualificació

Hi hauran dos treballs pràctics que es realitzaran en equips de dues persones. Per ser avaluat a l'assignatura és imprescindible la presentació dels dos treballs acabats en la data indicada. Tots els membres de l'equip són responsables de la totalitat del informe, i n'han de conèixer tots els aspectes. Hi haurà una prova d'avaluació continuada (AC, basada en un examen de pràctiques), un examen parcial a meitat de quadrimestre i l'examen final que constarà d'una part teòrica i una de problemes

La nota final serà  
 $NOTA=0.15AC+0.85\max(EFINAL,0.2EPARC+0.8EFINAL)$

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Grau Sánchez, M.; Noguera, M. Càlcul numèric. Barcelona: Edic. UPC, 1993. ISBN 8476532563.  
Bonet, C. et al. Càlcul numèric. Barcelona: Edit. UPC, 1994.  
Aubanell, A.; Benseny, A.; Delshams, A. Eines bàsiques de càlcul numèric. Barcelona: Pub. de la UAB, 1991. ISBN 847929230X.

#### Complementària:

- Mathews, J.H.; Fink, K.D. Métodos numéricos con MATLAB. 3<sup>a</sup> ed. Prentice Hall, 2000. ISBN 8483221810.  
Golub, G.H.; Van Loan, C.F. Matrix computations. 4th ed. The Johns Hopkins University Press, 2013. ISBN 9781421407944.  
Quarteroni, A.; Saleri, F. Scientific computing with MATLAB and Octave. 3rd ed. Springer-Verlag, 2010. ISBN 9783642124297.  
Kincaid, D.; Cheney, W. Análisis numérico : las matemáticas del cálculo científico. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994. ISBN 0201601303.  
Press, W.H. et al. Numerical recipes: the art of scientific computing. 3rd ed. Cambridge: Cambridge university, 2007.  
Stoer, J.; Bulirsch, R. Introduction to numerical analysis. 3rd ed. Springer-Verlag, 2010. ISBN 9781441930064.

## 200152 - PM - Programació Matemàtica

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA  
Altres: Primer quadrimestre:  
JORDI CASTRO PÉREZ - A, B  
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - A, B  
MARÍA PAZ LINARES HERREROS - A, B

### Capacitats prèvies

Àlgebra lineal, Càlcul en una variable, Càlcul Diferencial, Àlgebra Lineal Numèrica.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
10. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.



## 200152 - PM - Programació Matemàtica

Transversals:

11. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Les classes de teoria seran essencialment exposicions del professor, incloent exemples detallats. A les classes de problemes hi haurà uns problemes resolts pel professor i d'altres, proposats prèviament, que exposaran els estudiants. Es faran algunes sessions de laboratori per introduir als estudiants en el software de Programació Matemàtica disponible a la facultat.

Com a complement de les sessions de problemes, i per facilitar l'aprenentatge autònom, es proposaran uns exercicis pràctics. La realització d'aquests exercicis és optativa.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Introduir a l'estudiant en els fonaments i les aplicacions de la Programació Matemàtica.

- Que l'estudiant adquireixi una panoràmica dels models de la Programació Matemàtica i de les seves aplicacions.
- Que l'estudiant conegui la metodologia de construcció dels models de la Programació Matemàtica i llur paper en els processos de presa de decisions quantitatives.
- Que l'estudiant conegui les àrees bàsiques de la Programació Matemàtica, com ara la programació lineal i entera, els problemes de fluxos en xarxes, i la programació no lineal.
- Que l'estudiant conegui els fonaments teòrics de les classes de models considerades.
- Que l'estudiant conegui els principals procediments algorísmics per a resolució de les classes de models considerades.
- Que l'estudiant pugui aplicar de forma pràctica dels algorismes estudiats mitjançant el software de Programació Matemàtica disponible a la Facultat.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |

## 200152 - PM - Programació Matemàtica

### Continguts

|   |   |
|---|---|
| <p>Introducció.</p>   | <p>Dedicació: 23h 30m</p> <p>Grup gran: 4h 30m<br/>Grup mitjà: 3h<br/>Aprentatge autònom: 16h</p>                     |
| <p>Descripció:<br/>La Programació Matemàtica. Metodologia de construcció de models de Programació Matemàtica. El paper dels models en els processos de presa de decisions quantitatives. Principals classes de models de Programació Matemàtica: lineals, enters, fluxos en xarxes, no lineals, estocàstics, etc.</p>   |   |
| <p>Programació lineal.</p>  | <p>Dedicació: 47h 30m</p> <p>Grup gran: 13h 30m<br/>Grup mitjà: 6h<br/>Grup petit: 3h<br/>Aprentatge autònom: 25h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Definició de problema de programació lineal i exemples. Geometria de la programació lineal: conjunts factibles i poliedres; solucions òptimes, punts extrems i solucions bàsiques factibles. L'algorisme del simplex primal: desenvolupament, convergència i complexitat computacional. Teoria de dualitat: definició de problema dual i exemples, teoremes de dualitat. Dualitat i teorema de flux màxim - tall mínim. Algorisme del simplex dual: desenvolupament i convergència. Anàlisi de sensibilitat.</p> |   |
| <p>Programació lineal entera</p>  | <p>Dedicació: 18h 30m</p> <p>Grup gran: 6h<br/>Grup mitjà: 4h<br/>Aprentatge autònom: 8h 30m</p>                      |
| <p>Descripció:<br/>Definició de problema de programació lineal entera i exemples. Relaxació lineal. Formulacions vàlides, fortes i ideals. Algorismes de programació entera: branch and bound, plans de talls de Gomory, branch and cut.</p>  |   |
| <p>Programació no lineal sense restriccions</p>   | <p>Dedicació: 28h 30m</p> <p>Grup gran: 7h 30m<br/>Grup mitjà: 5h<br/>Aprentatge autònom: 16h</p>                     |
| <p>Descripció:<br/>Models d'optimització no lineal. Convexitat. Existència i caracteritzacions de les solucions de problemes d'optimització sense restriccions: condicions de primer i segon ordre. Convergència: condicions d'Armijo i Goldstein. El mètode del gradient. El mètode de Newton.</p>   |   |

## 200152 - PM - Programació Matemàtica

|   |   |
|---|---|
| Programació no lineal amb restriccions  | Dedicació: 34h 30m<br>Grup gran: 11h 30m<br>Grup mitjà: 7h<br>Aprentatge autònom: 16h |
| Descripció:<br>Problemes de Programació no Lineal amb restriccions. Convexitat. La funció Lagrangiana. Condicions d'optimalitat necessàries de primer ordre: condicions de Karush-Kuhn-Tucker. Condicions suficients. Sensibilitat. Mètode del gradient reduït. |   |

### Sistema de qualificació

Hi haurà un examen parcial no alliberador (ExP), un examen final de tota la matèria (ExF), i una nota de pràctiques (Pr).

La nota final NF de l'assignatura serà:

$$NF = \max\{ExF, 0.8 ExF + 0.2 Pr, 0.6 ExF + 0.2 ExP + 0.2 Pr\}$$

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos (A la convocatòria extraordinària només es tindrà en compte la nota de l'examen extraordinari)

### Bibliografia

Bàsica:

Bertsimas, Dimitris ; Tsitsiklis, John Tsitsiklis. Introduction to linear optimization. Belmont: Athena Scientific, 1997. ISBN 1886529191.

Nocedal, Jorge ; Wright, Stephen J. Numerical optimization [en línia]. 2nd ed. Springer Science + Business Media, 2006 [Consulta: 10/07/2012]. Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-40065-5>>. ISBN 9780387400655.

Wolsey, Laurence A. Integer programming. New York [etc.]: John Wiley & Sons, 1998. ISBN 0471283665.

Fourer, Robert ; Gay, David M. ; Kernighan, Brian W. AMPL : a modeling language for mathematical programming. 2nd edition. Pacific Grove, CA: Thomson/Brooks/Cole, 2003. ISBN 0534388094.

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: SONIA FERNANDEZ MENDEZ  
Altres: Primer quadrimestre:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - A, B  
ABEL GARGALLO PEIRO - A, B  
ESTHER SALA LARDIES - A, B

### Horari d'atenció

Horari: S'anunciarà a l'inici del curs.

### Capacitats prèvies

Àlgebra lineal numèrica  
Programació  
Càlcul diferencial i integral

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

5. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
6. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
7. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
8. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

9. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.

10. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.

11. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

4. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

L'activitat docent s'articula en cinc hores setmanals, de les quals tres es realitzen en aula convencional, i dues es realitzen en aules informàtiques.

Les classes en aula convencional se centren en els desenvolupaments i presentacions més teòriques, encara que sempre motivats per les aplicacions. També es fan les correccions dels problemes i exercicis proposats.

Les classes en aula informàtica se centren en la codificació i utilització dels mètodes numèrics, i en la il·lustració de l'aplicació de les tècniques numèriques en l'enginyeria computacional. També es realitza el seguiment de l'evolució dels treballs pràctics proposats.

Tota la informació referent a la organització i seguiment de l'assignatura, i tot el material docent es penja a la intranet docent.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'assignatura té dos objectius principals: (1) donar una idea global del paper dels mètodes numèrics en la resolució de problemes habituals a la matemàtica, la física i l'enginyeria, i (2) proporcionar una sòlida base en la resolució numèrica dels problemes de càlcul numèric, complementant la formació rebuda a l'assignatura Àlgebra Lineal Numèrica.

L'estudiant ha d'adquirir capacitats per:

- Conèixer i entendre les possibilitats, i les limitacions, dels mètodes numèrics per a la resolució de problemes de la matemàtica, la física i l'enginyeria
- Entendre la necessitat d'assegurar la qualitat del resultat d'interès, i ser capaç de controlar l'error en la solució numèrica
- Conèixer i entendre les tècniques numèriques bàsiques per a càlcul de zeros de funcions i resolució de sistemes no lineals, així com les tècniques més habituals d'aproximació de funcions i integració numèrica.
- Conèixer els fonaments i entendre els conceptes bàsics de la resolució numèrica d'equacions diferencials.
- Seleccionar i utilitzar un mètode numèric apropiat per a la resolució d'un problema concret, identificant-ne els avantatges i inconvenients.
- Codificar mètodes numèrics de forma eficient en un llenguatge de programació (Matlab / Octave).
- Analitzar críticament els resultats obtinguts (precisió en el resultat d'interès, adequació del mètode numèric i del model matemàtic, interpretació dels resultats).
- Presentar els resultats de forma clara i concisa.

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

### Continguts

|  |   |
|--|---|
| <p>1. Zeros de funcions</p>  | <p>Dedicació: 23h 30m</p> <p>Grup gran: 6h<br/>Grup petit: 4h<br/>Aprentatge autònom: 13h 30m</p> |
| <p>Descripció:<br/>Plantejament general d'un esquema iteratiu. Mètodes de la bisecció, de la secant i de Newton. Consistència i convergència (ordre i velocitat). Anàlisi de la convergència dels mètodes d'iteració funcional, aplicació a l'anàlisi del mètode de Newton. Mètodes híbrids. Efecte dels errors d'arrodoniment en un esquema iteratiu.</p>   |   |
| <p>2. Sistemes d'equacions no lineals</p>  | <p>Dedicació: 23h 30m</p> <p>Grup gran: 6h<br/>Grup petit: 4h<br/>Aprentatge autònom: 13h 30m</p> |
| <p>Descripció:<br/>Introducció. Problemes no lineals en física i enginyeria. Mètode de Newton. Convergència del mètode de Newton. Derivació numèrica per a l'aproximació de la matriu jacobiana. Introducció als mètodes quasi-Newton. Mètode de Broyden.</p>  |   |
| <p>3. Aproximació funcional</p>  | <p>Dedicació: 47h</p> <p>Grup gran: 12h<br/>Grup petit: 8h<br/>Aprentatge autònom: 27h</p>        |
| <p>Descripció:<br/>Plantejament general: motivació, tipus i criteris d'aproximació.<br/>Interpolació polinòmica: teorema fonamental de l'àlgebra, existència i unicitat de solució. Interpolació de Lagrange. Fenòmen de Runge.<br/>Interpolació seccional (splines): caracterització com a espai vectorial, splines lineal C0, cúbic C1, cúbic C2 i natural. Propietats de convergència i adaptativitat.<br/>Aproximació per mínims quadrats: plantejament general i equacions normals per a espais vectorials, propietat d'ortogonalitat. Malcondicionament de les equacions normals.<br/>Famílies de polinomis ortogonals: plantejament i propietats.</p> |   |

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

|   |   |
|---|---|
| 4. Integració numèrica  | Dedicació: 36h<br>Grup gran: 9h<br>Grup petit: 6h<br>Aprentatge autònom: 21h  |
| Descripció:<br>Plantejament general i ordre d'una quadratura. Quadratures de Newton-Cotes: deducció del mètode del trapezi i del mètode de Simpson, fórmula de l'error per a punts equiespaiats. Quadratures de Gauss: deducció de les quadratures, famílies més populars. Fórmules compostes. Convergència i quadratures adaptatives. Integració múltiple.   |   |
| 5. Introducció als mètodes numèrics per a equacions diferencials  | Dedicació: 47h<br>Grup gran: 12h<br>Grup petit: 8h<br>Aprentatge autònom: 27h |
| Descripció:<br>Problemes de valor inicial. Mètodes basats en aproximacions de les derivades (Euler, Euler enrere, d'altres). Anàlisi de la convergència i l'estabilitat. Mètodes de Runge-Kutta: plantejament general, mètodes explícits òptims. Problemes de contorn. Introducció i aplicacions. Mètode del tret. Fonaments del mètode dels elements finits (MEF): residus ponderats, forma feble, interpolació seccional. Aspectes computacionals: integració numèrica i resolució de sistemes lineals d'equacions. |   |



## 200153 - CN - Càlcul Numèric

### Sistema de qualificació

L'assignatura s'avalua mitjançant exàmens (E) i treballs pràctics en grup (TP).

#### Exàmens

- Examen parcial (EP)
- Examen final (EF)

La nota E és una mitjana aritmètica ponderada dels exàmens:

$$E = \max(0.3 EP + 0.7 EF, EF)$$

#### Treballs pràctics

Els treballs pràctics (TP1 i TP2) es realitzen en equips de dues o tres persones. Per ser avaluat, és indispensable la presentació de tots dos treballs pràctics en la data indicada. Tots els membres de l'equip són responsables de la totalitat de l'informe, i n'han de conèixer tots els aspectes. Les preguntes als exàmens relatives als treballs pràctics podran ser considerades com una prova de validació dels treballs.

La nota TP és una mitjana aritmètica dels treballs pràctics:

$$TP = 0.5 TP1 + 0.5 TP2$$

#### Nota final

La qualificació final de l'assignatura (NF) és una mitjana geomètrica ponderada dels exàmens i els treballs pràctics (TP):

$$NF = E^{(3/4)} TP^{(1/4)}$$

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Deuflhard, P.; Bornemann, F. Scientific computing with ordinary differential equations. Springer, 2010.
- Hoffman, Joe D.. Numerical methods for engineers and scientists. 2a ed. Marcel Dekker, 2001. ISBN 824704436.
- Isaacson, E.; Keller, H.B.. Analysis of numerical methods. Dover Publications, 1994.
- Quarteroni, A.; Saleri, F. Scientific computing with MATLAB and Octave [en línia]. Springer, 2006 Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/3-540-32613-8>>.
- Ralston, A.; Rabinowitz, P. A first course in numerical analysis. Dover, 2001.
- Quarteroni, A.; Saleri, F. Scientific computing with MATLAB and Octave. 3rd ed. Heidelberg: Springer, 2010.

#### Complementària:

- Dennis, J.E.; Schnabel, R.B. Numerical methods for unconstrained optimization and nonlinear equations. SIAM, 1996.
- Kincaid, D.; Cheney, W. Análisis numérico : las matemáticas del calculo científico. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.
- Recktenwald, G.W. Numerical methods with MATLAB : implementations and applications. Prentice Hall, 2000.
- Shampine, L.W. Numerical solution of ordinary differential equations. Chapman & Hall, 1994.
- Stoer, J.; Bulirsch, R. Introduction to numerical analysis. 3rd ed. Springer-Verlag, 2010. ISBN 9781441930064.

## 200161 - MD - Matemàtica Discreta

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: MARCOS NOY SERRANO  
Altres: Segon quadrimestre:  
SIMEON MICHAEL BALL - A  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
MARCOS NOY SERRANO - A, B  
ENRIC VENTURA CAPELL - B

### Capacitats prèvies

Per a cursar aquesta assignatura cal que l'estudiant hagi assimilat els continguts de les assignatures del primer quadrimestre del grau en Matemàtiques.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
10. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

## 200161 - MD - Matemàtica Discreta

12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Les classes de teoria seran bàsicament classes de pissarra magistrals.

Les classes de problemes consistiran principalment en la resolució a la pissarra, de manera interactiva entre professor i alumnes, de problemes proposats amb antel·lació.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu principal de l'assignatura és familiaritzar l'estudiant amb les estructures bàsiques de la matemàtica discreta, la seva manipulació i la seva interrelació. Més concretament:

- Saber aplicar les tècniques bàsiques d'enumeració i conèixer algunes famílies destacades de nombres combinatoris.
- Saber les diverses formes en què es pot presentar la solució d'un problema enumeratiu (fórmula tancada, estimació asimptòtica, successió recurrent, funció generadora) i disposar de les eines adients per a tractar cadascuna.
- Familiaritzar-se amb la probabilitat discreta i utilitzar-la en demostracions d'existència no constructiva.
- Conèixer els grafs com a model abstracte de relacions binàries i conèixer les propietats bàsiques que poden tenir, saber caracteritzar-les i relacionar-les amb altres propietats.
- Saber modelar i resoldre problemes en àmbits diversos usant tècniques de teoria de grafs.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |        |        |
|---------------------------|-----------------------------|--------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h    | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h     | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h    | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 7h 30m | 4.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 105h   | 56.00% |

## 200161 - MD - Matemàtica Discreta

## Continguts

|   |  |
|---|--|
| 1. Combinatòria   | Dedicació: 72h<br>Grup gran: 15h<br>Grup mitjà: 11h<br>Aprentatge autònom: 46h |
| <p>Descripció:</p> <p>1.1 Combinatòria enumerativa.<br/>Principis enumeratius. Seleccions amb i sense repetició. Propietats dels nombres binomials. Nombres multinomials. El Principi d'Inclusió i Exclusió. Particions de conjunts i d'enters.</p> <p>1.2 Successions recurrents i funcions generadores.<br/>Resolució de recurrències per inducció i per expansió. Successions, sèries formals de potències i funcions generadores. Recurrències lineals amb coeficients constants. Funció generadora de particions d'enters. Nombres de Catalan.</p> |  |
| 2. Probabilitat discreta  | Dedicació: 25h<br>Grup gran: 6h<br>Grup mitjà: 4h<br>Aprentatge autònom: 15h   |
| <p>Descripció:</p> <p>Espais de probabilitat discrets. Independència i probabilitat condicionada. Variables aleatòries. Esperança i variància. Desigualtats de Markov i Txebyshev. Introducció al mètode probabilístic.</p>   |  |

## 200161 - MD - Matemàtica Discreta

|   |  |
|---|--|
| 3. Teoria de grafs  | Dedicació: 64h<br>Grup gran: 16h<br>Grup mitjà: 10h<br>Aprentatge autònom: 38h |
| <p>Descripció:</p> <p>3.1 Introducció. Recorreguts.<br/>Definicions bàsiques. Isomorfisme de grafs. Recorreguts. Grafs connexos. Distància. Conjunts de tall. k-connectivitat. Desigualtats de Whitney.</p> <p>3.2 Arbres.<br/>Definició i caracterització d'arbres. Arbres generadors. Nombre d'arbres generadors.</p> <p>3.3 Grafs eulerians i hamiltonians.<br/>Circuits i grafs eulerians. Caracterització dels grafs eulerians. Cicles i grafs hamiltonians. Teoremes de suficiència.</p> <p>3.4 Planaritat, coloració i emparellaments<br/>Grafs planaris. Fórmula d'Euler. Lema dels encreuaments. Coloració de grafs. Nombre cromàtic. Emparellaments. Emparellaments en grafs bipartits.</p> |  |

**Sistema de qualificació**

L'avaluació es basarà en un examen parcial eliminadori P i un examen final F. La nota final de l'assignatura serà  $0.4P+0.6F$ .

Hi haurà la possibilitat de renunciar a la qualificació del parcial fent un examen de tota la matèria el dia de l'examen final.

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

## 200161 - MD - Matemàtica Discreta

### Bibliografia

#### Bàsica:

Biggs, Norman L. Matemàtica discreta. Barcelona: Vicens-Vives, 1994. ISBN 8431633115.

Comellas Padró, Francesc [et al.]. Matemàtica discreta [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2001 Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36194>>. ISBN 8483014564.

Durrett, Rick. Elementary probability for applications [en línia]. Cambridge: Cambridge University Press, 2009 Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10338530>>. ISBN 9780521867566.

Matousek, J.; Nešetřil, J. Invitación a la matemática discreta. Barcelona: Reverté, 2008. ISBN 9788429151800.

West, Douglas Brent. Introduction to graph theory. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2001. ISBN 0130144002.

#### Complementària:

Chartrand, G.; Lesniak-Foster, L. Graphs & digraphs. 5th ed. London: Chapman & Hall/CRC, 2011. ISBN 1584883901.

Aigner, M.; Ziegler, G. M. El libro de las demostraciones. Tres Cantos: Nivola, 2005. ISBN 8495599953.

Brunat, Josep M. Combinatòria i teoria de grafs. 3a ed. Barcelona: Edicions UPC, 1997. ISBN 8483012162.

Diestel, Reinhard. Graph theory. 3rd ed. Berlin: Springer, 2005. ISBN 3540261826.

Gimbert, Joan [et al.]. Apropament a la teoria de grafs i als seus algorismes. Lleida: Edicions de la Universitat de Lleida, 1998. ISBN 8489727651.

Graham, Ronald L.; Knuth, D. E.; Patashnik, O. Concrete mathematics: a foundation for computer science. 2nd ed. Reading, MA: Addison-Wesley, 1994. ISBN 0201558025.

Lovász, L.; Pelikán, J. and Vesztegombi, K. Discrete mathematics: elementary and beyond [en línia]. New York: Springer, 2003 Disponible a: <<http://link.springer.com/book/10.1007/b97469>>. ISBN 0387955844.

Mitzenmacher, M.; Upfal, E. Probability and computing: randomized algorithms and probabilistic analysis. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. ISBN 0521835402.

Loehr, Nicholas A. Bijective combinatorics. Boca Raton, FL: Chapman & Hall, 2011. ISBN 9781439848845.

## 200162 - ALGO - Algorísmia

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 723 - CS - Departament de Ciències de la Computació  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: SALVADOR ROURA FERRET  
Altres: Primer quadrimestre:  
AMALIA DUCH BROWN - A, B, C  
ENRIC RODRIGUEZ CARBONELL - A, B, C  
SALVADOR ROURA FERRET - A, B, C

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

4. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
5. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
6. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
10. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

#### Transversals:

11. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

## 200162 - ALGO - Algorísmia

### Metodologies docents

Hi haurà classes de teoria i classes de laboratori.

A les classes de teoria es presentaran i es desenvoluparan els continguts de l'assignatura. En particular, es mostraran els algorismes i estructures de dades i la seva implementació, i es proposaran i resoldran problemes relacionats. Per això es disposarà d'una extensa col·lecció d'exercicis.

A les classes de laboratori es demanarà que els alumnes escriguin programes que resolguin problemes de tipus algorísmic, fent servir els coneixements vistos a les classes de teoria. Per poder comprovar la correctesa dels programes escrits, els alumnes disposaran d'accés a un sistema de correcció automàtica dels programes demanats.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu d'aquesta assignatura és doble. Per una banda, l'alumne ha d'aprendre alguns dels algorismes més importants, juntament amb els esquemes algorísmics bàsics per a la resolució de problemes diversos, així com les tècniques per calcular l'eficiència de les solucions trobades. Aquests coneixements li haurien de permetre tractar amb una gran quantitat de problemes que sorgeixen en un context matemàtic. A tall d'exemple, ser capaç de generar de forma exhaustiva objectes combinatoris, o enumerar aquests objectes eficientment, o resoldre els problemes més coneguts sobre grafs.

El segon objectiu d'aquesta assignatura és que l'alumne sigui capaç de fer servir un llenguatge de programació actual (en el nostre cas, C++ juntament amb la biblioteca estàndard STL) per implementar aquests algorismes de manera correcta, eficient i elegant. Amb aquest objectiu en ment, els professors mostraran a classe de teoria o laboratori com programar els algorismes que es vegin durant el curs, i exigiran a classe de laboratori que els alumnes siguin capaços de fer el mateix.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |



## 200162 - ALGO - Algorísmia

### Continguts

#### COST DELS ALGORISMES

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Notació asimptòtica. Anàlisi del cost dels algorismes iteratius i recursius. Recurrències.

#### ESQUEMES ALGORÍSMICS

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Força bruta. Divideix-i-venceràs. Algorismes voraços. Programació dinàmica.

#### ÚS D'ESTRUCTURES DE DADES BÀSIQUES

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Piles i cues. Cues de prioritats. Conjunts i diccionaris.

#### IMPLEMENTACIÓ D'ESTRUCTURES DE DADES BÀSIQUES

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Heaps. Taules de dispersió. Arbres de cerca balancejats. MF-sets.

#### ALGORISMES SOBRE GRAFS

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Representació. Recorreguts en amplada i profunditat, connectivitat. Camins òptims. Arbres generadors mínims.

## 200162 - ALGO - Algorísmia

### Sistema de qualificació

La qualificació es calcularà com  $2T/5 + 2L/5 + P/5$ , on T és la nota de teoria, L és la nota de laboratori, i P és la nota de pràctiques. Les tres notes s'obtenen de forma independent.

Per calcular la nota de teoria, es faran dos exàmens de tipus convencional sobre paper, on es comprovarà els coneixements de l'assignatura i la capacitat de resoldre problemes relacionats. Es farà un examen parcial i un examen final. Siguin PT i FT les notes respectives. Llavors  $T = \text{Màxim}(PT/3 + 2FT/3, FT)$ .

Els dos exàmens de laboratori es faran davant ordinador, i es demanarà que els alumnes programin la solució a diversos problemes algorísmics. Es valorarà principalment que el programa proposat sigui correcte, eficient, clar, i que faci servir els esquemes algorísmics i les estructures de dades adients. Sigui PL la nota de l'examen parcial de laboratori, i FL la nota de l'examen final de laboratori. Llavors  $L = \text{Màxim}(PL/3 + 2FL/3, FL)$ .

Adicionalment, hi haurà una nota de pràctiques, la qual es calcularà fent la mitjana de les notes de les pràctiques avaluades durant el curs.

Adicionalment, hi haurà dos exàmens extraordinaris al juliol per als estudiants suspesos: un per a l'apartat T i un altre per a l'apartat L. La nota P serà l'obtinguda durant el curs regular.

## 200162 - ALGO - Algorísmia

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Cormen, T.H. [et al.]. Introduction to algorithms. 3rd ed. Cambridge: MIT Press, 2009. ISBN 9780262033848.
- Dasgupta S.; Papadimitriou C.; Vazirani U. Algorithms. Boston: Mc Graw Hill Higher Education, 2006. ISBN 9780073523408.
- Josuttis, Nicolai M. The C++ standard library : a tutorial and handbook. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1999. ISBN 0201379260.
- Sedgewick, R. Algorithms in C++. Parts 1-5: fundamentals, data structures, sorting, searching, and graph algorithms. 3rd ed. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 2002. ISBN 9780201726848.
- Skiena, Steven S. The Algorithm design manual [en línia]. 2nd ed. London: Springer, 2012 Disponible a: <<http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-84800-070-4>>. ISBN 9781848000698.

#### Complementària:

- Knuth, Donald E. The Art of computer programming. Vol. 1. 3rd ed. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1998. ISBN 0201896834.
- Knuth, Donald E. The Art of computer programming. Vol. 3. 3rd ed. Reading (Mass.): Addison-Wesley, 1998. ISBN 0201038218.
- Meyers, Scott. Effective C++ : 55 specific ways to improve your programs and designs. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2005. ISBN 0321334876.
- Meyers, Scott. More effective C++ : 35 new ways to improve your programs and designs. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1996. ISBN 020163371X.
- Skiena, S.S.; Revilla, M. Programming challenges : the programming contest training manual [en línia]. New York: Springer, 2003 Disponible a: <<http://link.springer.com/book/10.1007/b97559>>. ISBN 0387001638.
- Stroustrup, Bjarne. Programming : principles and practice using C++. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2009. ISBN 9780321543721.
- Weiss, Mark Allen. Data structures and algorithm analysis in C++. 4th ed. Upper Saddle River: Pearson Education, 2014. ISBN 9780273769385.

## 200171 - MMF - Models Matemàtics de la Física

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 748 - FIS - Departament de Física  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Castellà

### Professorat

Responsable: ALVARO MESEGUER SERRANO  
Altres: Segon quadrimestre:  
BLAS ECHEBARRIA DOMINGUEZ - A, B  
ALVARO MESEGUER SERRANO - A, B

### Capacitats prèvies

L'assignatura "Models Matemàtics de la Física" és la segona de continguts generals de física i la primera del bloc de matèria "Modelització" del Grau de Matemàtiques de la FME. Aquesta assignatura ha de partir dels coneixements de l'assignatura de Física del Q4 i ampliar-los amb les formulacions teòriques pròpies de la física matemàtica clàssica, emprant les eines matemàtiques, bàsicament de càlcul multivariable, que l'estudiant ja coneix en aquest punt. L'assignatura ha de servir també de base per poder discutir sistemes reals tant a "Models matemàtics de la tecnologia" com a diverses assignatures de les matèries optatives "Sistemes dinàmics i anàlisi" i "Mètodes numèrics i enginyeria".

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. CE-1. Proposar, analitzar, validar i interpretar models de situacions reals senzilles, mitjançant les eines matemàtiques més adients als objectius que es vol aconseguir.
2. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
3. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

5. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
6. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
7. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
8. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
9. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
10. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.

## 200171 - MMF - Models Matemàtics de la Física

11. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
12. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
13. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

14. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.
15. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; habilitat per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
16. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com un membre més, o realitzant tasques de direcció amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.
17. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.
18. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

El curs ha estat dissenyat per a ocupar un total de 65 hores lectives (13 setmanes), distribuïdes en 39 hores en sessions de teoria i 26 hores de sessions pràctiques (problemes). Tant en les classes teòriques com, sobretot, en les pràctiques, es tractarà de fer particip a l'alumnat del desenvolupament de les mateixes, convidant als estudiants a resoldre els problemes proposats i, fins i tot, a desenvolupar algun apartat teòric.

A les classes de problemes, a part dels exercicis proposats per a ser discutits en classe, es proposaran altres als alumnes perquè els desenvolupen pel seu compte. Una part d'aquests problemes seran obligatoris, i la resta es podran lliurar voluntàriament. Aquests exercicis serien discutits en les hores de tutoria o, excepcionalment, a classe.

Un altre dels hàbits que es pretén inculcar als estudiants en aquesta assignatura és acostumar a l'ús de bibliografia en anglès.

Les classes es faran indistintament en català i castellà.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu genèric de l'assignatura és l'estudiant interioritzi que les matemàtiques són el llenguatge real de la Física, que aquesta no és una col·lecció de trucs de difícil justificació i que, partint d'uns postulats determinats, és possible deduir resultats de forma rigorosa, de manera que, si els resultats fan prediccions contradictòries amb l'experiment, cal canviar els postulats.

L'objectiu central és la familiarització amb les idees bàsiques de quatre camps de la física clàssica i de les seves formulacions matemàtiques. L'estudiant obtindrà les eines conceptuais per endinsar-se de manera autònoma en aquests camps i per interactuar amb físics i enginyers.

La part de mecànica gira la voltant de les equacions d'Euler-Lagrange i de Hamilton i dels principis de simetria i la seva relació amb les lleis de conservació. El bloc d'electromagnetisme presenta les equacions de Maxwell en forma integral i diferencial, i es discuteix la seva invariància Lorentz per lligar-ho amb la relativitat especial. Finalment, el bloc de medis continus, a banda d'introduir el concepte de balanç de diverses quantitats i la derivada material, es centra en la mecànica de fluids, culminant en l'equació de Navier-Stokes i algunes de les seves solucions i estabilitat.

Els objectius més detallats són:

## 200171 - MMF - Models Matemàtics de la Física

- Entendre la formulació Lagrangiana i Hamiltoniana de la mecànica.
- Utilitzar el càlcul de variacions per familiaritzar-se amb els principis variacionals de la mecànica.
- Aplicar les formulacions Lagrangiana i Hamiltoniana a problemes mecànics complexos.
- Descriure l'electromagnetisme amb les equacions de Maxwell, en forma integral i diferencial.
- Obtenir les equacions d'ona de l'electromagnetisme.
- Descriure les transformacions de Lorentz.
- Entendre la invariància Lorentz de les equacions de Maxwell.
- Aplicar les equacions de la relativitat especial per a problemes cinemàtics senzills.
- Entendre la formulació Euleriana de la mecànica de fluids.
- Entendre la formulació de les diverses lleis de conservació de la mecànica de fluids, en forma diferencial i integral.
- Entendre l'aplicació de l'equació de Navier-Stokes i de les seves aproximacions.
- Aplicar les equacions de la mecànica de fluids a sistemes i problemes concrets.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                           |                             |          |        |
|---------------------------|-----------------------------|----------|--------|
| Dedicació total: 187h 30m | Hores grup gran:            | 45h      | 24.00% |
|                           | Hores grup mitjà:           | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores grup petit:           | 30h      | 16.00% |
|                           | Hores activitats dirigides: | 0h       | 0.00%  |
|                           | Hores aprenentatge autònom: | 112h 30m | 60.00% |

## 200171 - MMF - Models Matemàtics de la Física

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| <p><b>MECÀNICA CLÀSSICA</b></p>   | <p>Dedicació: 15h<br/>Grup gran: 9h<br/>Grup mitjà: 6h</p>   |
| <p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.-Fonaments de la mecànica: Sistemes dinàmics. Principis fonamentals. Principi d'invariància de Galileu.</li> <li>2.-Conceptes preliminars: Sistemes dinàmics: espais de configuracions i d'estats. Lligams; coordenades y velocitats generalitzades.</li> <li>3.-Càlcul de variacions: Tres problemes basics del càlcul de variacions. Principi variacional de Hamilton. Equacions d' Euler-Lagrange. Algunes aplicacions.</li> <li>4.-Formalisme lagrangia: Sistemes lagrangians. Lagrangianes mecàniques i sistemes conservatius. Constants del moviment, simetries i teorema de Noether.</li> <li>5.-Formalisme hamiltonià: Transformació de Legendre. Moments generalitzats. Funció hamiltoniana i equacions de Hamilton. Principi variacional de Hamilton-Jacobi. Sistemes hamiltonians. Parèntesi de Poisson. Constants del moviment i lleis de conservació. Transformacions canòniques.</li> <li>6.-Exemples i aplicacions: Estudi dels oscil·ladors harmònics i no-lineals: computació numèrica.</li> </ol> |  |
| <p><b>CAMP ELECTROMAGNÈTIC I RELATIVITAT ESPECIAL</b></p>   | <p>Dedicació: 17h<br/>Grup gran: 10h<br/>Grup mitjà: 7h</p>  |
| <p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.-Electromagnetisme: Equacions de Maxwell. Equacions de Maxwell en el buit: Forma diferencial clàssica. Equacions de Maxwell en forma integral: lleis fonamentals de l'electromagnetisme. Potencials electromagnètics. Equació de les ones electromagnètiques: propietats de les solucions. Forma covariant de les equacions de Maxwell: quadripotencials i tensor electromagnètic. Formulació variacional de les equacions de Maxwell.</li> <li>2.-Fonaments de la Relativitat Especial: La mecànica clàssica pre-relativista i les equacions de Maxwell. Postulats de la relativitat especial. Espai-temps i mètrica de Minkowski . Transformacions de Lorentz i Poincaré. Cinemàtica relativista: adició de velocitats. Invariància relativista de les equacions de Maxwell.</li> </ol>   |  |
| <p><b>DINÀMICA DE FLUIDS</b></p>  | <p>Dedicació: 32h<br/>Grup gran: 19h<br/>Grup mitjà: 13h</p> |
| <p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.-Les equacions d'Euler: Balanç de massa. Balanç de quantitat de moviment. Teorema del transport. Fluxos incompressibles. Línies de corrent i fluxos estacionaris. El teorema de Bernoulli.</li> <li>2.-Rotació i vorticitat: Circulació d'un flux. Teorema de circulació de Kelvin. Estructura local d'un camp a R3. Funció de corrent. Flux irrotacional: potencial complex.</li> <li>3.-Les equacions de Navier-Stokes: Viscositat. Fluids Newtonians. Les equacions de Navier-Stokes. Nombre de Reynolds.</li> <li>4.- Estabilitat hidrodinàmica: computació numèrica</li> </ol>   |  |

## 200171 - MMF - Models Matemàtics de la Física

### Sistema de qualificació

En acabar les dues primeres parts de l'assignatura es realitzarà un primer examen parcial que, en principi, seria eliminatori i tindria un pes del 45% en la nota final de l'assignatura.

En finalitzar el curs, l'alumne podrà triar entre realitzar un segon examen parcial sobre les dues parts restants, amb un pes del 45% sobre la nota final, o realitzar un examen final sobre la totalitat del temari, el valor del qual seria, en aquest cas, el 90% de la nota final.

El 10% restant s'obté de la qualificació dels problemes que els alumnes hagin lliurat durant el curs.

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos.

### Bibliografia

#### Bàsica:

Jackson, J.D. Classical electrodynamics. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. ISBN 047143132X.

Chorin, A. ; Marsden J.E. A mathematical introduction to fluid mechanics. 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 1992. ISBN B10834722.

Saletan, E.J. ; Cromer, A.H. Theoretical mechanics. New York: John Wiley & Sons, 1971.

Acheson, D. J. Elementary fluid dynamics. Oxford : New York: Clarendon Press ; Oxford University Press, 1990. ISBN 0198596790.

Paterson, A. R. A First course in fluid dynamics. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1983. ISBN 0521274249.

Drazin, P. G. Introduction to hydrodynamic stability. Cambridge, UK [etc.]: Cambridge University Press, 2002. ISBN 0521009650.

Wiggins, Stephen. Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos. 2nd ed. New York [etc.]: Springer-Verlag, cop. 2003. ISBN 0387001778.

Kuznetsov, Yuri A. Elements of applied bifurcation theory. 3rd ed. New York: Springer, cop. 2004. ISBN 0387219064.

#### Complementària:

Feynman, Richard P. The Feynman lectures on physics. New York: Basic Books, cop. 2010. ISBN 9780465023820.

Landau, L.D.; Lifshitz, E.M. The classical theory of fields. 4th rev. English ed. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, cop.2010. ISBN 9780750627689.

Goldstein, Herbert ; Safko, Joh ; Poole, Charles P. Classical mechanics. 3rd ed. San Francisco [etc.]: Addison-Wesley, cop. 2002. ISBN 0201657023.

Smith, James H. Introduction to special relativity. Dover, 2012. ISBN 9780486688954.



## 200172 - MMT - Models Matemàtics de la Tecnologia

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 9 Idiomes docència: Anglès

### Professorat

Responsable: JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ

Altres: Primer quadrimestre:  
MARIA LUZ ALBEROLA PEREZ - A  
TIMOTHY MYERS - A  
JORDI SALUDES CLOSA - A  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - A

### Capacitats prèvies

Càlcul en una i diverses variables, Àlgebra lineal, Geometria, Equacions diferencials ordinàries i en derivades parcials, Mètodes Numèrics, Física, Models matemàtics de la Física.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

5. CE-1. Proposar, analitzar, validar i interpretar models de situacions reals senzilles, mitjançant les eines matemàtiques més adients als objectius que es vol aconseguir.
6. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
7. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
8. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

1. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
2. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
3. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'indole social, científica o ètica.
4. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
9. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
10. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
11. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir

## 200172 - MMT - Models Matemàtics de la Tecnologia

aquest objecte en contextos diferents.

12. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

13. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

14. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que regeixen la seva activitat; capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

15. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; habilitat per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

16. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

17. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com un membre més, o realitzant tasques de direcció amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

18. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

19. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

El curs combina sessions de laboratori amb sessions de seminari. En les dues activitats la participació dels estudiants ha de ser intensa. En les sessions de laboratori, els estudiants es divideixen en grups de 4-6 persones i estudien un problema diferent cada grup. El problema és un problema realista del món de la tecnologia. Sobre aquest problema s'han de fer presentacions parcials durant el curs, una presentació final i una memòria escrita. En les sessions de seminari es fan presentacions, per part d'estudiants i de manera individual, de textos relacionats amb la modelització matemàtica. També s'aprofiten algunes sessions de seminari per a convidar visitants externs, focalitzant en particular en experiències d'empreneduria en el camp tecnològic.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Capacitats a adquirir:

- Els estudiants han de ser capaços de reconèixer les possibilitats de la modelització matemàtica en situacions reals generades per la tecnologia
- Han de poder plantejar i resoldre un cas senzill, treballant en grup
- Han de desenvolupar les seves capacitats de treball en equip i de comunicació
- Han de conèixer mètodes bàsics de modelització matemàtica aplicada a situacions reals
- Han de conèixer les possibilitats d'empreneduria que s'ofereixen en aquest tema

## 200172 - MMT - Models Matemàtics de la Tecnologia

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |         |        |
|-----------------------|-----------------------------|---------|--------|
| Dedicació total: 225h | Hores grup gran:            | 34h 30m | 15.33% |
|                       | Hores grup mitjà:           | 0h      | 0.00%  |
|                       | Hores grup petit:           | 28h 30m | 12.67% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 0h      | 0.00%  |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 162h    | 72.00% |

### Continguts

|  |   |
|--|---|
| Laboratori de Modelització   | Dedicació: 130h<br>Grup petit: 31h 30m<br>Aprenentatge autònom: 98h 30m |
| <p>Descripció:</p> <p>En les sessions de laboratori, els estudiants es divideixen en grups de 4-6 persones i estudien un problema diferent cada grup. El problemes son problemes realistes del món de la tecnologia. Sobre aquest problema s'han de fer presentacions parcials durant el curs, una presentació final i una memòria escrita.</p>  |   |
| Seminari   | Dedicació: 95h<br>Grup gran: 31h 30m<br>Aprenentatge autònom: 63h 30m   |
| <p>Descripció:</p> <p>En les sessions de seminari es fan presentacions, per part d'estudiants i de manera individual, de textos relacionats amb la modelització matemàtica. També s'aprofiten algunes sessions de seminari per a convidar visitants externs, focalitzant en particular en experiències d'emprenedoria en el camp tecnològic.</p> |   |

### Sistema de qualificació

Un 60% de la nota prové de l'assistència i participació en el seminari i el laboratori, i també dels resultats obtinguts. L'altre 40% s'obtindrà d'un examen escrit sobre els temes de modelització que s'hagin exposat en el seminari.

La compleció del bloc corresponent del curs "Ús solvent de la informació" serà requisit per a l'avaluació de l'assignatura.

## 200172 - MMT - Models Matemàtics de la Tecnologia

### Bibliografia

#### Bàsica:

Howison, Sam. Practical applied mathematics : modelling, analysis, approximation. New York: Cambridge University Press, 2005. ISBN 0521603692.

Fowler, A.C. Mathematical models in the applied sciences. New York: Cambridge University Press, 1997. ISBN 0521467039.

Friedman, A.; Litman, W. Industrial mathematics : a course in solving real-world problems. Philadelphia: SIAM, 1994. ISBN 0898713242.

Cumberbatch, E.; Fitt, A. Mathematical modeling: case studies from industry. New York: Cambridge University Press, 2001. ISBN 9780521011730.

Taylor, A. B. Mathematical models in applied mechanics. Oxford: The Clarendon Press, 2001. ISBN 0198515596.

## 200201 - TG - Teoria de Galois

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JORDI QUER BOSOR  
Altres: Primer quadrimestre:  
JORDI QUER BOSOR - A

### Capacitats prèvies

Continguts d'Estructures Algebraiques: grups de permutacions, grups simples, teorema de Jordan-Hölder, grups resolubles, p-grups, anells de polinomis, cossos.

### Requisits

L'assignatura Estructures Algebraiques de tercer curs.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

3. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
5. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
6. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
7. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
8. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
9. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
10. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els

## 200201 - TG - Teoria de Galois

resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

12. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Classes de teoria en que el professor explica els continguts de l'assignatura i classes de problemes en que els estudiants i el professor resoldran els exercicis proposats.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Conceptes i resultats bàsics de la teoria de Galois i les aplicacions d'aquesta teoria a la resolució per radicals d'equacions polinòmiques i les construccions geomètriques amb regla i compàs.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |     |        |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 150h | Hores grup gran:            | 30h | 20.00% |
|                       | Hores grup mitjà:           | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores grup petit:           | 30h | 20.00% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 90h | 60.00% |

## 200201 - TG - Teoria de Galois

### Continguts

|  |  |
|--|--|
| Cossos i extensions  | Dedicació: 50h<br>Grup gran: 10h<br>Grup petit: 10h<br>Aprenentatge autònom: 30h |
| Descripció:<br>Cossos. Extensions. Extensions finites, simples, finitament generades, algebraiques, transcendents. Reticle de subextensions.<br>Extensió d'immersions, K-immersions, K-automorfismes, conjugació<br>Extensions normals. Clausura normal. Clausura algebraica.<br>Separabilitat. Extensions separables i purament inseparables. Grau de separabilitat.                                  |  |
| Teoria de Galois   | Dedicació: 50h<br>Grup gran: 10h<br>Grup petit: 10h<br>Aprenentatge autònom: 30h |
| Descripció:<br>Extensions de Galois, grup de Galois, correspondència de Galois. Teorema d'Artin i teorema fonamental de la teoria de Galois.<br>Exemples: extensions quadràtiques i multiquadràtiques, extensions ciclotòmiques, extensions de cossos finits, ...<br>Grup de Galois d'un polinomi. Exemples: graus 2, 3 i 4.<br>Polinomis simètrics, discriminant, resolvent i resultant. Aplicacions. |  |
| Aplicacions  | Dedicació: 50h<br>Grup gran: 10h<br>Grup petit: 10h<br>Aprenentatge autònom: 30h |
| Descripció:<br>Resolucions de la cúbica i la quàrtica: fórmules de Tartaglia i Cardano.<br>Extensions cíclics. Teorema 90 de Hilbert. Extensions d'Artin-Schreier.<br>Caracterització de les equacions polinòmiques resolubles per radicals. Impossibilitat de resolució de la quintica general.<br>Caracterització dels nombres construïbles amb regla i compàs.                                      |  |

### Sistema de qualificació

Cada estudiant podrà obtenir fins a 5 punts resolent exercicis a les classes de problemes i entregant-los per escrit. A més hi haurà un examen final.

La nota del curs s'obindrà com  $AC+(10-AC)*NF/10$ , on AC és la nota de problemes i NF la nota de l'examen final.

## 200201 - TG - Teoria de Galois

### Bibliografia

#### Bàsica:

Artin, Emil. Galois theory. Publicación Mineola, Nueva York: Dover Publications, 1998. ISBN 0486623424.

Escofier, Jean-Pierre. Galois theory. New York: Springer-Verlag, 2001. ISBN 0387987657.

Fraleigh, John B. A First course in abstract algebra. 7th ed. Reading, Mass. [etc.]: Pearson Education, 2014. ISBN 9781292024967.

#### Complementària:

Hungerford, Thomas W.. "A Counterexample in Galois Theory". American mathematical monthly [en línia]. V. 97, núm. 1 (1990), p. 54-57 Disponible a: <<http://search.proquest.com/publication/47349>>.

Lang, Serge. Algebra. 3rd ed. Reading, Mass: Addison Wesley, 1993. ISBN 0201555409.

Lidl, Rudolf ; Niederreiter, Harald ; Cohn, P.M. Finite fields. 2nd ed. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1997. ISBN 0521392314.

Rotman, Joseph J. Galois theory. New York [etc.]: Springer-Verlag, 1998. ISBN 0387973052.

Stewart, Ian. Galois theory. 3rd ed. London [etc.]: Chapman and Hall, 2004. ISBN 1584883936.



## 200202 - TOPA - Topologia Algebraica

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: AGUSTIN ROIG MARTI  
Altres: Segon quadrimestre:  
MARTA CASANELLAS RIUS - A  
MARIA IMMACULADA GALVEZ CARRILLO - A  
AGUSTIN ROIG MARTI - A

### Capacitats prèvies

- \* Conèixer els continguts de l'assignatura de Topologia.
- \* Conèixer les nocions bàsiques de geometria afí vistes a l'assignatura de Geometria afí i euclidiana.
- \* Tenir alguns coneixements sobre grups vistos a l'assignatura d'Estructures algebraiques.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

3. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
5. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
6. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
7. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
8. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
9. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
10. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els

## 200202 - TOPA - Topologia Algebraica

resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

12. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Del total d'hores lectives, la meitat es dedicaran a la presentació per part del professor dels continguts del temari de l'assignatura a la pissarra i l'altra meitat es destinaran a la discussió i resolució de problemes relacionats amb aquests continguts.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

- \* Mostrar a l'estudiant la interrelació entre diferents àrees de la matemàtica i, en particular, mostrar-li amb exemples concrets que es poden resoldre problemes topològics utilitzant eines algebraiques,
- \* Introduir l'homologia singular i saber-la calcular en casos simples d'espais i aplicacions.
- \* Mostrar algunes aplicacions geomètriques de l'homologia singular.
- \* Introduir el grup fonamental com a eina important per a estudiar els espais topològics, mostrant-ne la relació amb el primer grup d'homologia.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |     |        |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 150h | Hores grup gran:            | 30h | 20.00% |
|                       | Hores grup mitjà:           | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores grup petit:           | 30h | 20.00% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 90h | 60.00% |

## 200202 - TOPA - Topologia Algebraica

### Continguts

|  |  |
|--|--|
| 1. Preliminars algebraics  | Dedicació: 12h<br>Grup gran: 2h<br>Grup mitjà: 4h<br>Aprenentatge autònom: 6h    |
| Descripció:<br>Algorisme de classificació dels grups abelians finitament generats. Successions exactes de grups abelians. Complexos de grups abelians. Morfismes de complexos. Homologia d'un complex. Homotopia entre morfismes de complexos. Successió exacta llarga d'homologia. Grups no commutatius, centre, commutador, grup lliure, producte lliure de grups.   |  |
| 2. Homologia singular  | Dedicació: 50h<br>Grup gran: 14h<br>Grup mitjà: 13h<br>Aprenentatge autònom: 23h |
| Descripció:<br>Complex de cadenes singulars i homologia singular d'un espai topològic. Functorialitat. $H_0$ i arc-connexió. Homotopia d'aplicacions contínues. Invariància homotòpica. Teorema de les cadenes petites. Successió de Mayer-Vietoris. Homologia de les esferes. Homologia relativa. Teorema d'excisió. Aplicació: teoremes de separació i no-separació. |  |
| 3. Grup fonamental   | Dedicació: 50h<br>Grup gran: 14h<br>Grup mitjà: 13h<br>Aprenentatge autònom: 23h |
| Descripció:<br>Grup fonamental d'un espai topològic. Functorialitat. Invariància homotòpica. Grup fonamental de la circumferència. El teorema de Seifert-Van Kampen. L'isomorfisme de Hurewicz. Aplicació: nusos tòrics.   |  |

### Sistema de qualificació

La nota final de l'assignatura serà la que resulti d'aplicar la fórmula següent:

$$N = \max \{ E, 0.2 \cdot AC + 0.8 \cdot E \}$$

on E serà la nota obtinguda per l'estudiant en un examen global que es farà al final del quadrimestre i AC serà la nota obtinguda en un examen parcial que es farà cap a la meitat del quadrimestre.

## 200202 - TOPA - Topologia Algebraica

### Bibliografia

#### Bàsica:

Massey, William S. A basic course in algebraic topology. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 038797430X.

Navarro, V.; Pascual, P. Topologia algebraica. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona, 1999. ISBN 8483381230.

Castellet, Manuel. Introducció a la topologia algebraica. UAB, 1994.

Vick, James W. Homology theory. An introduction to algebraic topology. 2nd. ed. New York [etc.]: Springer-Verlag, cop. 1994. ISBN 0387941266.

Hatcher, Allen. Algebraic topology. Cambridge University Press, 2002.

## 200203 - VD - Varietats Diferenciables

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE  
Altres: Primer quadrimestre:  
FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE - A  
MIGUEL ANDRES RODRIGUEZ OLMOS - A

### Capacitats prèvies

Totes les adquirides en les assignatures d'Àlgebra Lineal, Algebra Multilineal, Càlcul en una variable, Càlcul Diferencial, Càlcul Integral, Topologia, Geometria Diferencial i Equacions Diferencials Ordinaries.

### Requisits

Tenir aprovades les assignatures indicades en l'apartat de capacitats prèvies.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

3. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
5. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
6. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
7. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
8. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
9. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
10. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

## 200203 - VD - Varietats Diferenciables

11. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

12. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

En les classes teòriques es presentaran i desenvoluparan els continguts del curs. La majoria dels temes seran presentats pels professors, però pot haver algunes sessions especialment seleccionades dedicades a presentacions fetes pels estudiants.

Hi haurà una llista de problemes que estaran dissenyats per ajudar els estudiants a aprofundir i madurar el seu domini dels conceptes i tècniques presentats en classe teòrica. Alguns problemes es resoldran a la classe i altres es deixaran com a treball a lliurar i seran avaluable. Alguns dels problemes resolts a classe seran presentats pels estudiants.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Els objectius principals del curs són els següents:

- Entendre i dominar els conceptes bàsics de la geometria diferencial: varietat diferenciable, aplicació diferenciable, espais tangent i cotangent, aplicació tangent, subvarietats, camps vectorials i 1-formes diferencials, camps tensorials, etc.
- Realitzar càlculs bàsics amb els objectes esmentats, tant en coordenades com de forma intrínseca.
- Entendre la interpretació geomètrica dels objectes estudiats i relacionar-los amb els estudiats prèviament en les assignatures de Càlcul diferencial, Càlcul integral, Àlgebra lineal i multilineal, Geometria diferencial i Equacions diferencials així com amb les que es desenvolupin en paral·lel com la Topologia o la Geometria algebraica.

A més, al final del curs, els estudiants haurien de:

- Ser capaços de buscar bibliografia adequada, i d'entendre la literatura científica sobre el tema.
- Ser capaços d'aplicar els conceptes estudiats en altres àrees com la mecànica teòrica, la teoria de control, la física matemàtica o la geometria dels sistemes dinàmics.
- Ser conscients de l'àmplia gamma de camps i problemes als que els resultats de la geometria diferencial es poden aplicar.
- Ser capaços d'entrar en un grup de recerca sobre aquest tipus de temes i les seves aplicacions.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |     |        |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 150h | Hores grup gran:            | 30h | 20.00% |
|                       | Hores grup mitjà:           | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores grup petit:           | 30h | 20.00% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 90h | 60.00% |

## 200203 - VD - Varietats Diferenciables

## Continguts

|   |   |
|---|---|
| - Temes bàsics.   | Dedicació: 60h<br>Grup gran: 30h<br>Grup mitjà: 30h |
| <p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1 - Varietats diferenciables. Fibrat tangent. Camps vectorials i fluxos. Derivada de Lie. Subvarietats i aplicacions diferenciables.</li><li>2 - Introducció als grups de Lie i àlgebres de Lie. Grups de Lie clàssics i les seves àlgebres de Lie.</li><li>3 - Distribucions tangents i foliacions. Teorema de Frobenius. Aplicacions.</li><li>4 - Geometria riemanniana. Connexió de Levi-Civita. Derivació covariant. Geodèsiques i aplicació exponencial. Curvatura. Teorema de Hopf-Rinow.</li><li>5 - Fibrat cotangent. Formes diferencials. Camps tensorials. Introducció a la cohomologia de de Rham. Sistemes de Pfaff.</li></ol> |   |

## Sistema de qualificació

L'avaluació del treball realitzat pels estudiants inclourà un examen final, així com presentacions a classe i problemes resolts que s'hagin lliurat.

En el cas d'un grup petit, l'examen escrit pot ser substituït pel treball personal i exposicions orals. En particular, les presentacions de les parts dels diferents temes o problemes resolts, així com la investigació científica o bibliogràfica realitzada es tindran en compte com a possibles activitats complementàries a l'examen.

## 200203 - VD - Varietats Diferenciables

### Bibliografia

#### Bàsica:

Conlon, Lawrence. Differentiable manifolds. 2nd ed. Boston: Birkhauser, 2003. ISBN 0817641343.

Carmo, Manfredo Perdigão do. Riemannian Geometry. Boston: Birkhäuser, 1992. ISBN 0817634908.

Lee, John M., 1950-. Introduction to Smooth Manifolds. 2nd. New York: Springer, cop. 2013.

Lee, John M., 1950-. Riemannian manifolds: an introduction to curvature [en línia]. New York: Springer, 1997 Disponible a: <<http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb98852>>. ISBN 038798271X.

Tu, Loring W. An introduction to manifolds [en línia]. 2nd ed. New York: Universitext, Springer, 2010 Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-48101-2>>. ISBN 9780387480985.

#### Complementària:

Abraham, R.; Marsden, J.; Ratiu, T. Manifolds, tensor analysis and applications. 2nd ed. New York [etc.]: Springer-Verlag, 1988. ISBN 0387967907.

Aubin, Thierry. A course in differential geometry. Providence, RI: American Mathematical Society, 2001. ISBN 082182709X (CART.).

Boothby, William Munger. An introduction to differentiable manifolds and riemannian geometry. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1986. ISBN 012116053X.

Wasserman, Robert H. Tensors and manifolds with applications to physics. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2004. ISBN 0198510594.

Lafontaine, Jacques. Introduction aux variétés différentielles. Presses Universitaires de Grenoble, 1996.

Warner, Frank W. Foundations of differentiable manifolds and lie groups. Springer, 1983.

Gadea, Pedro M. ; Muñoz Masqué, Jaime ; Mykytyuk, Ihor V.. Analysis and algebra on differentiable manifolds. 2nd. London: Springer, 2013. ISBN 978-94-007-5951-0.

#### Altres recursos:

##### Enllaç web

Pàgina amb informació i materials del curs

<http://www-ma4.upc.edu/xgracia/vardif/>



## 200204 - GA - Geometria Algebraica

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA  
Altres: Segon quadrimestre:  
JESUS FERNANDEZ SANCHEZ - A  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - A

### Requisits

Haver cursat les següents assignatures obligatòries de la carrera:

Àlgebra Lineal  
Geometria Afí i Euclidiana  
Àlgebra Multilineal i Geometria  
Topologia  
Funcions de Variable Complexa  
Estructures Algebraiques  
Geometria Diferencial

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

3. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
5. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
6. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
7. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
8. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
9. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

## 200204 - GA - Geometria Algebraica

10. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

12. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

La docència de l'assignatura es divideix entre classes teòriques (dues per setmana) on s'exposaran els continguts de la matèria, i classes de problemes (també dues per setmana) on es resoldran problemes relacionats, bàsicament presentats pels estudiants, a partir d'una llista prèvia.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Entendre bé tots els conceptes que apareixen a la programació, saber resoldre problemes relacionats i entendre textos de nivell adequat referents als continguts de l'assignatura o de les seves extensions naturals

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |     |        |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 150h | Hores grup gran:            | 30h | 20.00% |
|                       | Hores grup mitjà:           | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores grup petit:           | 30h | 20.00% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 90h | 60.00% |

## 200204 - GA - Geometria Algebraica

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| <p>Corbes algebraiques planes</p>   | <p>Dedicació: 37h 30m<br/>Grup gran: 7h 30m<br/>Grup petit: 7h 30m<br/>Aprentatge autònom: 22h 30m</p> |
| <p>Descripció:<br/>Conjunts algebraics afins i projectius. El Nullstellensatz de Hilbert. Corbes algebraiques. Punts llisos i singulars. Con tangents.<br/>Teoria d'intersecció de corbes planes. Resultant i multiplicitat d'intersecció. El Teorema de Bézout. Fórmules de Plücker.<br/>Transformacions de Cremona. Teorema <math>Af+Bg</math> de Noether. L'estructura de grup de la cúbica llisa.</p> |  |
| <p>Singularitats de corbes planes</p>   | <p>Dedicació: 37h 30m<br/>Grup gran: 7h 30m<br/>Grup petit: 7h 30m<br/>Aprentatge autònom: 22h 30m</p> |
| <p>Descripció:<br/>Branques d'una corba en un punt. Sèries de potències fraccionàries. Sèries de Puiseux i factorització. Parametrització de branques i multiplicitats d'intersecció.</p>   |  |
| <p>Superfícies de Riemann</p>   | <p>Dedicació: 37h 30m<br/>Grup gran: 7h 30m<br/>Grup petit: 7h 30m<br/>Aprentatge autònom: 22h 30m</p> |
| <p>Descripció:<br/>Superfícies de Riemann. Morfismes entre superfícies de Riemann. Grau i ramificació. Formes diferencials. Interpretació topològica del gènere. Interpretació analítica del gènere. Desingularització de corbes planes: la superfície de Riemann associada a una corba plana. Fórmula de Riemann-Hurwitz. Corbes hiperel·líptiques.</p>  |  |
| <p>El Teorema de Riemann-Roch</p>   | <p>Dedicació: 37h 30m<br/>Grup gran: 7h 30m<br/>Grup petit: 7h 30m<br/>Aprentatge autònom: 22h 30m</p> |
| <p>Descripció:<br/>Sèries lineals i divisors. Divisors associats a una funció i a una diferencial. La sèrie lineal canònica: grau i dimensió. El Teorema de Riemann-Roch. Aplicacions del teorema de Riemann-Roch: corbes el·líptiques, altres corbes de gèneres baixos, la immersió canònica, punts de Weierstrass, jacobiana d'una corba.</p>   |  |

## 200204 - GA - Geometria Algebraica

### Sistema de qualificació

L'avaluació de l'assignatura es basarà en la feina desenvolupada per l'alumne a la classe de Problemes més la realització d'algun treball durant el curs (avaluació continuada, fins a un 60% de la nota global) i la superació d'una prova final, que consistirà en un examen o la realització d'un treball més elaborat. L'alumne que ho desitgi podrà decidir prescindir de l'avaluació continuada i realitzar únicament un examen final.

Cada estudiant podrà obtenir fins a 6 punts a partir de la feina desenvolupada al llarg del curs (resolució d'exercicis i realització d'algun petit treball). La resta de punts vindrà donada per la superació d'un examen o la realització d'un treball més elaborat sobre algun tema a triar.

### Bibliografia

#### Bàsica:

Casas Alvero, Eduardo. Singularities of plane curves. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. ISBN 0521789591.

Fulton, William. Curvas algebraicas. Barcelona, etc: Reverté, 1971. ISBN B10488923.

Griffiths, Phillip A. Introduction to algebraic curves. 1989. Providence (R.I.): American Mathematical Society, ISBN 0821845306.

Kirwan, Frances Clare. Complex algebraic curves. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1992. ISBN 0521423538.

Gibson, Christopher G. Elementary geometry of algebraic curves : an undergraduate introduction. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1998. ISBN 0521646413.

#### Complementària:

Miranda, Rick. Algebraic curves and Riemann surfaces. [Providence]: American Mathematical Society, 1995. ISBN 0821802682.

Seidenberg, A. Elements of the theory of algebraic curves. Reading, Mass: Addison-Wesley, 1968.

## 200211 - AF - Anàlisi Funcional

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ  
Altres: Segon quadrimestre:  
MATTEO COZZI - A  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - A

### Requisits

Anàlisi real.  
Equacions diferencials (EDO i EDP).  
Topologia.  
Àlgebra.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

8. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.
9. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
10. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
11. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
12. CE-1. Proposar, analitzar, validar i interpretar models de situacions reals senzilles, mitjançant les eines matemàtiques més adients als objectius que es vol aconseguir.

#### Genèriques:

3. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.
4. CG-4. Saber abstrure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
5. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
6. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
7. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
13. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
14. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt

## 200211 - AF - Anàlisi Funcional

d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.

Transversals:

1. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.
2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

### Metodologies docents

**Teoria:** les classes consistiran en exposicions per part del professor de les definicions, els enunciats, les demostracions i els exemples. Es farà èmfasi a explicar la relació entre conceptes i objectes aparentment diferents per a l'estudiant.

**Problemes:** resolució de problemes d'una col·lecció proposada prèviament a l'alumne. Resolució d'alguns problemes pels mateixos alumnes.

Entre els objectius de l'assignatura, tindrà més pes la resolució de problemes i la capacitat de relacionar-los amb altres àrees de les matemàtiques que la simple adquisició de coneixements teòrics.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

El primer objectiu és que un estudiant compregui els resultats bàsics de l'anàlisi funcional: espais de Banach i de Hilbert, operadors lineals i fitats, teorema de la projecció i conseqüències, dualitat, espectre i operadors compactes.

Però, també es pretén que l'estudiant pugui utilitzar aquestes eines per a la resolució d'EDP's. Així, s'introdueixen els conceptes d'espais de Sobolev i solucions febles. L'objectiu principal és que un estudiant pugui plantejar-se, davant un problema donat, quin tipus de solucions pot tenir aquest problema i quines eines pot utilitzar per demostrar la seva existència, unicitat i regularitat.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |     |        |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 150h | Hores grup gran:            | 30h | 20.00% |
|                       | Hores grup mitjà:           | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores grup petit:           | 30h | 20.00% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 90h | 60.00% |

## 200211 - AF - Anàlisi Funcional

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| Espais de Banach  | Dedicació: 30h<br>Grup gran: 6h<br>Grup petit: 6h<br>Aprentatge autònom: 18h |
| Descripció:<br>- Espais de Banach<br>- Exemples<br>- Operadors lineals i norma<br>- Resultats bàsics sobre operadors lineals i fitats (aplicació oberta, gràfica tancada, acotació uniforme)  |  |
| Espais de Hilbert   | Dedicació: 45h<br>Grup gran: 9h<br>Grup petit: 9h<br>Aprentatge autònom: 27h |
| Descripció:<br>- Producte escalar<br>- Teorema de la projecció<br>- Teoremes de representació: Riesz-Frechet, Lax-Milgram<br>- Adjunts en espais de Hilbert<br>- Bases ortonormals  |  |
| Aplicacions   | Dedicació: 45h<br>Grup gran: 9h<br>Grup petit: 9h<br>Aprentatge autònom: 27h |
| Descripció:<br>- Motivació; problemes de contorn en dimensió 1.<br>- Espais de Sobolev<br>- Solucions febles/fortes en dimensió 1 i dimensió n<br>- Problemes d'existència/unicitat i regularitat<br>- Ecuacions de Laplace i de la calor<br>- Introducció a les ecuacions no lineals |  |

## 200211 - AF - Anàlisi Funcional

|   |  |
|---|--|
| Operadors compactes   | Dedicació: 30h<br>Grup gran: 6h<br>Grup petit: 6h<br>Aprentatge autònom: 18h |
| Descripció:<br>- Propietats<br>- Espectre<br>- Alternativa de Fredholm<br>- Operadors compactes i autoadjunts |  |

## Sistema de qualificació

Els alumnes faran un examen parcial, que suposarà un 35% de la nota, i un examen final amb un 50%. El 15% restant s'evalua a partir de les entregues i exposicions de problemes realitzats durant el curs.

## Bibliografia

## Bàsica:

- Salsa, Sandro. Partial differential equations in action: from modelling to theory [en línia]. Milan [etc.]: Springer, 2008. Disponible a: < <http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10231792&p00>>. ISBN 9788847007512.
- Brézis, H. (Haim). Análisis funcional: teoría y aplicaciones. Madrid: Alianza, 1984. ISBN 8420680885.
- Evans, Lawrence C. Partial differential equations. Providence, Rhode Island: American Mathematical Society, cop. 1998. ISBN 0821807722.
- Rakotoson, Jean-Emile ; Rakotoson, Jean-Michel. Analyse fonctionnelle appliquée aux équations aux dérivées partielles. 1999.

## Complementària:

- Hirsch, F. ; Lacombe, G. Elements of functional analysis. New York [etc.]: Springer, cop. 1999. ISBN 0387985247.
- Stein, E. ; Schakarchi, R. Real analysis: measure theory, integration and Hilbert spaces. Princeton Lectures in Mathematics, 2005.



## 200212 - TCL - Teoria de Control

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Anglès

### Professorat

Responsable: JAIME FRANCH BULLICH  
Altres: Segon quadrimestre:  
JAIME FRANCH BULLICH - A  
JOSEP MARIA OLM MIRAS - A

### Capacitats prèvies

Àlgebra lineal, càlcul elemental en una i diverses variables, equacions diferencials.  
És recomanable però no imprescindible tenir coneixements de geometria diferencial.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

3. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
5. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.
13. CE-1. Proposar, analitzar, validar i interpretar models de situacions reals senzilles, mitjançant les eines matemàtiques més adients als objectius que es vol aconseguir.
14. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.

Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
6. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
7. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
8. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
9. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
10. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

## 200212 - TCL - Teoria de Control

11. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

12. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Es distingeixen classes de teoria i classes de problemes.

- A teoria, a partir d'un nombre mínim de conceptes bàsics es presentarà la teoria de sistemes lineals. Naturalment es recorrerà als exemples tant per a motivar com per a il·lustrar els resultats teòrics.

- A problemes, els estudiants posaran en pràctica els resultats de teoria havent de recórrer eventualment a coneixements que se'ls suposa.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

1. Identificar un sistema de control i distingir entre les variables d'estat, les entrades i les sortides.
2. Aplicar a sistemes de control els resultats d'existència i unicitat d'equacions diferencials.
3. Calcular les matrius de controlabilitat i observabilitat i decidir la controlabilitat i observabilitat d'un sistema.
4. Calcular les diferents formes canòniques i usar-les en el disseny de controladors.
5. Calcular funcions i matrius de transferència i utilitzar-les per al disseny de controladors.
6. Entendre i usar els mètodes freqüencials per trobar les respostes a diferents entrades.
7. Dissenyar controladors PID.
8. Decidir la controlabilitat i observabilitat de sistemes no lineals.
9. Linealitzar sistemes no lineals i utilitzar-ho per al disseny de controladors.
10. Conèixer els conceptes bàsics de control en mode de lliscament i control adaptatiu.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |     |        |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 150h | Hores grup gran:            | 30h | 20.00% |
|                       | Hores grup mitjà:           | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores grup petit:           | 30h | 20.00% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 90h | 60.00% |

## 200212 - TCL - Teoria de Control

### Continguts

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| Introducció a la teoria de control                           | Dedicació: 4h<br>Grup gran: 4h |
| Sistemes lineals: versió espai d'estats                      | Dedicació: 6h<br>Grup gran: 6h |
| Sistemes lineals: versió entrada-sortida                     | Dedicació: 6h<br>Grup gran: 6h |
| Estabilitat  | Dedicació: 4h<br>Grup gran: 4h |
| Resposta temporal  | Dedicació: 6h<br>Grup gran: 6h |
| Diseny de controladors                                       | Dedicació: 4h<br>Grup gran: 4h |
| Sistemes no lineals: controlabilitat i observabilitat        | Dedicació: 6h<br>Grup gran: 6h |
| Linealització de sistemes. Platitud. Disseny de controladors | Dedicació: 6h<br>Grup gran: 6h |

## 200212 - TCL - Teoria de Control

|                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Control en mode de lliscament     | Dedicació: 6h<br>Grup gran: 6h |
| Control adaptatiu                 | Dedicació: 5h<br>Grup gran: 5h |
| Presentació i defensa de treballs | Dedicació: 7h<br>Grup gran: 7h |

**Sistema de qualificació**

- Els estudiants hauran de lliurar exercicis periòdicament.
- Presentació i defensa d'un treball a triar entre una llista proposada pel professorat o a iniciativa de l'estudiant i acceptada pel professorat.

**Bibliografia**

## Bàsica:

- Lewis, Andrew. A Mathematical approach to classical control [en línia]. Preprint. [Consulta: 23/11/2012]. Disponible a: <http://www.mast.queensu.ca/~andrew/teaching/math332/notes.shtml>.
- Isidori, Alberto. Nonlinear Control Systems. 3rd ed. Springer-Verlag, 1995.
- Slotine, Jean-Jacques; Li, Weiping. Applied nonlinear control. Prentice-Hall, 1991.
- Khalil, Hassan. Nonlinear systems. 3rd. Prentice-Hall, 2002.

## Complementària:

- Kailath, Thomas. Linear systems. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1980. ISBN 0135369614.

## 200213 - SD - Sistemes Dinàmics

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA  
Altres: Primer quadrimestre:  
INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA - A  
PABLO MARTIN DE LA TORRE - A

### Capacitats prèvies

Coneixements bàsics sobre la teoria d'equacions diferencials ordinàries (desenvolupats a l'assignatura de Equacions Diferencials).

Coneixements bàsics sobre la resolució numèrica d'equacions diferencials ordinàries (desenvolupats a l'assignatura de Càlcul Numèric).

Curiositat per les matèries pluridisciplinàries.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

3. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
5. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.
13. CE-1. Proposar, analitzar, validar i interpretar models de situacions reals senzilles, mitjançant les eines matemàtiques més adients als objectius que es vol aconseguir.
14. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.

Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
6. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
7. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
8. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir

## 200213 - SD - Sistemes Dinàmics

aquest objecte en contextos diferents.

9. CG-4. Saber abstracteure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

10. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. COMUNICACIÓ EFICACÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

12. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

L'assignatura consta de dues hores setmanals de classes teòriques i dues de classes de problemes.

A les classes de teoria s'introduiran els conceptes bàsics dels Sistemes Dinàmics detallats en el temari que s'exposa a la secció Continguts.

Les classes de problemes seran participatives. S'assignarà a cada estudiant una llista de problemes que haurà de resoldre, exposar davant dels companys i entregar per escrit per a la seva avaluació.

Es programaran visites a la sala d'ordinadors on s'usaran paquets de simulació per a Sistemes Dinàmics per a il·lustrar conceptes i fenòmens introduïts a les classes "de pissarra": estudi de l'aplicació quadràtica, varietats invariants i les seves interseccions, fenòmens caòtics, atractors estranys, etc.

Per afavorir l'aprenentatge autònom de l'estudiant, se li assignarà, atenent les seves preferències, un treball d'iniciació a la recerca que pot tenir caràcter teòric, numèric o mixte.

El treball s'haurà d'exposar, davant de la resta d'estudiants, en unes sessions extraordinàries, una o dues, en funció del nombre d'estudiants, al final de curs.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Aquesta assignatura està dissenyada tenint en compte els continguts de les assignatures d'Equacions Diferencials Ordinàries i Càlcul Numèric, ambdues obligatòries del primer semestre del tercer curs del grau.

Es pretèn que l'estudiant, un cop feta l'assignatura, hagi adquirit la capacitat d'estudiar sistemàticament el comportament qualitatiu de les solucions d'un sistema dinàmic, tant si ve modelat per una equació diferencial com per una aplicació. A tal efecte, es dotarà a l'estudiant de les eines descrites als Continguts. S'introduirà també l'exemple de les equacions que governen alguns problemes de mecànica celest.

Un segon objectiu, que es portarà a terme majoritàriament en els treballs de recerca, serà l'obtenció d'informació quantitativa del sistema.

## 200213 - SD - Sistemes Dinàmics

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |     |        |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 150h | Hores grup gran:            | 30h | 20.00% |
|                       | Hores grup mitjà:           | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores grup petit:           | 30h | 20.00% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 90h | 60.00% |

## 200213 - SD - Sistemes Dinàmics

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| <p>- Dinàmica Caòtica</p>   | <p>Dedicació: 15h<br/>Grup gran: 4h<br/>Grup mitjà: 2h<br/>Aprentatge autònom: 9h</p>    |
| <p>Descripció:<br/>Estudi de la família quadràtica definida a l'interval. Dinàmica simbòlica. Shift de Bernoulli. La ferradura de Smale.</p>  |  |
| <p>- El problema de dos cossos</p>  | <p>Dedicació: 15h<br/>Grup gran: 2h<br/>Grup mitjà: 4h<br/>Aprentatge autònom: 9h</p>    |
| <p>Descripció:<br/>Les equacions del problema de dos cossos. Les integrals primeres. Reducció al problema de Kepler. Resolució del problema de dos cossos.</p>  |  |
| <p>- Objectes invariants de fluxos i difeomorfismes</p>   | <p>Dedicació: 65h<br/>Grup gran: 13h<br/>Grup mitjà: 13h<br/>Aprentatge autònom: 39h</p> |
| <p>Descripció:<br/>El problema de tres cossos restringit. Punts crítics de camps i punts fixos de difeomorfismes. Òrbites periòdiques de camps. Aplicació de Poincaré. Conjugació i equivalència. Teorema del redreçament del flux. Punts hiperbòlics. Teorema de Hartman. Varietats estable i inestable. Punts no hiperbòlics. Teorema de la varietat central.</p> |  |
| <p>- Sistemes lineals</p>   | <p>Dedicació: 15h<br/>Grup gran: 3h<br/>Grup mitjà: 3h<br/>Aprentatge autònom: 9h</p>    |
| <p>Descripció:<br/>Sistemes lineals. Classificació de sistemes lineals.</p>   |  |



## 200213 - SD - Sistemes Dinàmics

|   |  |
|---|--|
| - Dinàmica Global   | Dedicació: 40h<br>Grup gran: 8h<br>Grup mitjà: 8h<br>Aprentatge autònom: 24h |
| Descripció:<br>Sistemes Hamiltonians. Varietats invariants globals. Punts homoclínic i heteroclínic. Sistemes plans. Teorema de Poincaré-Bendixon. Teorema homoclínic de Smale. |  |

**Sistema de qualificació**

Es farà un examen final per a avaluar els coneixements adquirits a les classes teòriques. Aquest examen serà un 30% de la nota final.

S'avaluarà l'exposició oral i la resolució escrita dels problemes assignats. Aquesta nota correspondrà a un 30% de la nota final.

S'avaluarà la realització del treball, la memòria escrita i la seva exposició oral. També s'avaluarà la participació en l'exposició de treballs de la resta d'estudiants. Aquesta part contribuirà en un 40% a la nota final.

**Normes de realització de les activitats**

Els problemes assignats es realitzaran individualment. El treball es podrà realitzar en grups d'un màxim de dues persones.

**Bibliografia**

Bàsica:

Devaney, Robert L. An Introduction to chaotic dynamical systems. 2nd ed. Reading, MA [etc.]: Westview, 2003. ISBN 813340853.

Sotomayor Tello, Jorge Manuel. Lições de equações diferenciais ordinárias. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), 1979. ISBN 9216050624.

Arrowsmith, D.K. ; Place, C.M. An Introduction to dynamical systems. Cambridge [England]: Cambridge University Press, 1990. ISBN 0521303621.

Guckenheimer, J. ; Holmes, P. Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations of vector fields. New York, NY [etc.]: Springer-Verlag, 1983. ISBN 0387908196.

Pollard, Harry. Mathematical introduction to celestial mechanics. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1966.

Meyer, Kenneth R. ; Hall, G.R. ; Offin, D. Introduction to Hamiltonian dynamical systems and the n-body problem. New York [etc.]: Springer-Verlag, 2009. ISBN 9780387097237.

## 200221 - MNEDOS - Mètodes Numèrics per a EDO

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Anglès

### Professorat

Responsable: JAUME SOLER VILLANUEVA  
Altres: Primer quadrimestre:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - A  
JAUME SOLER VILLANUEVA - A

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

3. CE-1. Proposar, analitzar, validar i interpretar models de situacions reals senzilles, mitjançant les eines matemàtiques més adients als objectius que es vol aconseguir.
4. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
5. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
6. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
7. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

#### Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
8. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
9. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
10. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
11. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

#### Transversals:

13. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que regeixen la seva activitat; capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

## 200221 - MNEDOS - Mètodes Numèrics per a EDO

14. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; habilitat per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

15. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

16. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com un membre més, o realitzant tasques de direcció amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

17. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Els estudiants disposaran d'un guió complet amb tots els continguts (conceptes, definicions, teoremes, demostracions i exemples) de l'assignatura, referits a la bibliografia bàsica. Els professors faran classes expositives deixant alguns detalls tècnics que s'hauran de preparar els estudiants per després exposar-los a classe. Aquestes exposicions formen part del procés d'avaluació. En la mesura del possible s'intentarà que la participació dels estudiants es vagi incrementant al llarg del curs.

Els estudiants també hauran de realitzar obligatòriament un treball de curs, fraccionat en tres o quatre parts independents, que consistiran en la implementació en llenguatge C, Fortran o Matlab d'alguns mètodes de resolució numèrica per tal d'estudiar-ne la convergència, l'ordre, l'estabilitat i d'altres propietats. El treball és individual, però alguna de les parts es pot fer en grups de dos, previ acord amb el professor. En cada part caldrà fer una mínima anàlisi del problema, escriure el codi necessari, dur a terme les exploracions numèriques corresponents i escriure un informe de tres o quatre pàgines. Cada estudiant haurà de fer una presentació oral d'almenys una de les parts del treball. Aquest treball representa una part important de l'avaluació de l'estudiant i per tant serà tutoritzat pels professors, que ajudaran als estudiants a planificar-lo i a resoldre els problemes que puguin aparèixer en sessions que es comptabilitzen dintre de l'apartat de laboratori.

Distribució horària: tres hores setmanals de classe expositiva o resolució de problemes per part dels professors i dels estudiants i una hora setmanal de seminari o resolució de qüestions pràctiques en aula informàtica.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

- 1) Entendre els conceptes bàsics d'error de discretització i d'estabilitat lineal i llur relació amb la convergència d'un mètode. Saber deduir l'ordre de l'error de discretització dels mètodes estudiats. Conèixer els mètodes habituals d'estimació de l'error local.
- 2) Saber implementar la resolució numèrica d'un sistema d'EDOs amb un codi C, Fortran o Matlab, amb estimació de l'error local i ajust automàtic del pas.
- 3) Saber decidir si un problema és o no "stiff" i quin és el mètode més adient per a resoldre'l.
- 4) Saber analitzar un problema real que requereixi la resolució numèrica d'un sistema d'EDOs, identificar les preguntes que cal respondre, planificar les exploracions numèriques i presentar els resultats en un informe.



## 200221 - MNEDOS - Mètodes Numèrics per a EDO

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |     |        |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 150h | Hores grup gran:            | 30h | 20.00% |
|                       | Hores grup mitjà:           | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores grup petit:           | 30h | 20.00% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 90h | 60.00% |

## 200221 - MNEDOS - Mètodes Numèrics per a EDO

### Continguts

|  |   |
|--|---|
| <p>1. Nocions bàsiques. Problemes de valor inicial i de valor a la frontera. Discretització del problema. Equacions en diferències finites.</p>                      | <p>Dedicació: 13h<br/>Grup gran: 5h<br/>Grup petit: 2h<br/>Activitats dirigides: 1h<br/>Aprentatge autònom: 5h</p>  |
| <p>2. El mètode d'Euler i les seves generalitzacions. Error local de discretització. Ordre d'un mètode. Convergència, consistència i estabilitat d'un mètode.</p>    | <p>Dedicació: 29h<br/>Grup gran: 7h<br/>Grup petit: 2h<br/>Activitats dirigides: 5h<br/>Aprentatge autònom: 15h</p> |
| <p>3. Mètodes de Runge-Kutta. Condicions d'ordre. Teoria de Butcher. Mètodes "embedded" i control de l'error. Mètodes implícits. Estabilitat. Exemples numèrics.</p> | <p>Dedicació: 29h<br/>Grup gran: 7h<br/>Grup petit: 2h<br/>Activitats dirigides: 5h<br/>Aprentatge autònom: 15h</p> |
| <p>4. Mètodes lineals multipàs. Error local i ordre de convergència. Estabilitat. Mètodes implícits i mètodes predictor-corrector. Control de l'error.</p>           | <p>Dedicació: 29h<br/>Grup gran: 7h<br/>Grup petit: 2h<br/>Activitats dirigides: 5h<br/>Aprentatge autònom: 15h</p> |
| <p>5. Problemes "stiff". Exemples numèrics. Implementació dels mètodes Runge-Kutta implícits. Convergència i estabilitat.</p>  | <p>Dedicació: 29h<br/>Grup gran: 7h<br/>Grup petit: 2h<br/>Activitats dirigides: 5h<br/>Aprentatge autònom: 15h</p> |

## 200221 - MNEDOS - Mètodes Numèrics per a EDO

|   |   |
|---|---|
| 6. Introducció als problemes de valor a la frontera. Mètode de "shooting". Altres mètodes.. | Dedicació: 19h<br>Grup gran: 7h<br>Grup petit: 2h<br>Activitats dirigides: 3h<br>Aprentatge autònom: 7h |
|---|---|

### Sistema de qualificació

La qualificació final de l'estudiant és la suma de tres notes:

- a) treball de curs i la presentació oral d'una part: fins a 3 punts,
- b) exposicions fetes a classe: fins a 1 punt,
- c) exàmens escrits sobre continguts: fins a 6 punts.

### Normes de realització de les activitats

Són obligatòries l'assistència a un mínim de classes i fer una exposició curta a classe al llarg del curs. També és obligatòria la realització dels treballs de curs.

### Bibliografia

Bàsica:

- Lambert, J.D. Numerical methods for ordinary differential systems : the initial value problem. Chichester [etc.]: John Wiley, cop. 1991. ISBN 0471929905.
- Hairer, E.; Norsett, S.P.; Wanner, G. Solving ordinary differential equations I. 3rd. Springer, 2008. ISBN 978-3-540-56670-0.
- Dekker, K.; Verwer, J.G. Stability of Runge-Kutta methods for stiff nonlinear differential equations. 1a. Elsevier, 1984.

Complementària:

- García Merayo, Félix. Fortran 90 Lenguaje de programación. Madrid: Paraninfo, 1999. ISBN 8428325278.
- Kernighan, B.W.; Ritchie, D.M. The C programming language. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1988.
- Isaacson, E.; Keller, H.B. Analysis of numerical methods. New York: Dover, 1994. ISBN 0486680290.
- Ortega, James M. Numerical analysis : a second course. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, cop. 1990. ISBN 0898712505.
- Butcher, J. The Numerical analysis of ordinary differential equations : runge-kutta and general linear methods. Chichester [etc.]: John Wiley & Sons, 1987. ISBN 0471910465.

## 200222 - MNEDPS - Mètodes Numèrics per a Edps

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Anglès

### Professorat

Responsable: SONIA FERNANDEZ MENDEZ  
Altres: Primer quadrimestre:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - A  
JAUME SOLER VILLANUEVA - A

### Capacitats prèvies

Nocions bàsiques de mètodes numèrics, equacions en derivades parcials i càlcul.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

3. CE-1. Proposar, analitzar, validar i interpretar models de situacions reals senzilles, mitjançant les eines matemàtiques més adients als objectius que es vol aconseguir.
4. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
5. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
6. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
7. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

#### Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
8. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
9. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
10. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
11. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

#### Transversals:

## 200222 - MNEDPS - Mètodes Numèrics per a Edps

13. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que regeixen la seva activitat; capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

14. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; habilitat per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

15. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

16. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com un membre més, o realitzant tasques de direcció amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

17. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

A més de la presentació, desenvolupament i anàlisi teòrica dels mètodes numèrics, es realitzaran exercicis i càlculs pràctics en aula informàtica que permetin veure diverses aplicacions, i valorar la potència i limitacions dels mètodes.

Les classes s'impartiran en Anglès.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu d'aquesta assignatura és proporcionar una base teòrica i pràctica sòlida en mètodes numèrics per a la resolució d'Equacions en Derivades Parcial (EDPs), insistint en el tractament dels problemes de segon ordre més freqüents en ciències aplicades i enginyeria.

Capacitats a adquirir:

- Familiarització amb el Mètodes de les Diferències Finites i el Mètode dels Elements Finites
- Coneixement dels fonaments per a l'anàlisi d'esquemes numèrics formulats com a equacions en diferències
- Visió general dels aspectes computacionals més importants que apareixen en la resolució numèrica de problemes descrits mitjançant EDPs
- Coneixement de les propietats i limitacions dels mètodes
- Capacitat per interpretar resultats i controlar la qualitat de la solució
- Experiència en l'ús de codis prototipus i comercials

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |     |        |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 150h | Hores grup gran:            | 30h | 20.00% |
|                       | Hores grup mitjà:           | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores grup petit:           | 30h | 20.00% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 90h | 60.00% |



## 200222 - MNEDPS - Mètodes Numèrics per a Edps

### Continguts

|   |  |
|---|--|
| <p>Introducció i conceptes generals</p>   | <p>Dedicació: 3h<br/>Grup gran: 3h</p>                       |
| <p>Descripció:<br/>Problemes en l'enginyeria i ciències aplicades que habitualment es resolen amb mètodes numèrics per a la resolució d'Equacions en Derivades Parcial (EDPs). EDPs lineals de 2n ordre: classificació de les equacions, interpretació física, aspectes fonamentals per a la seva resolució numèrica, condicions de contorn.</p>  |  |
| <p>Solució numèrica d'equacions parabòliques i el·líptiques amb el MDF</p>  | <p>Dedicació: 15h<br/>Grup gran: 9h<br/>Grup petit: 6h</p>   |
| <p>Descripció:<br/>Operadors en diferències. Discretització de l'equació parabòlica unidimensional amb el Mètode de les Diferències Finites (MDF). Sistemes d'equacions en diferències. Anàlisi de convergència, estabilitat i consistència. Problemes multidimensionals i aplicacions. Discretització de problemes multidimensionals amb el MDF i limitacions en front al Mètode dels Elements Finites (MEF).</p>                              |  |
| <p>Solució numèrica d'equacions parabòliques i el·líptiques amb el MEF</p>  | <p>Dedicació: 24h<br/>Grup gran: 10h<br/>Grup petit: 14h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Forma forta, mètode dels residus ponderats i forma feble per a equacions el·líptiques. Tractament de les condicions de contorn. Interpolació en elements finits: malla i splines. Integració numèrica. Element de referència i transformació isoparamètrica. Tipus d'elements més emprats. Implementació eficient d'un codi d'elements finits. Propietats de convergència. Integració temporal en problemes transitoris.</p> |  |
| <p>Problemes amb operadors espacials de primer ordre: convecció</p>   | <p>Dedicació: 8h<br/>Grup gran: 4h<br/>Grup petit: 4h</p>    |
| <p>Descripció:<br/>Equacions hiperbòliques de primer ordre: integració temporal i estabilitat. L'equació de convecció-difusió: oscil·lacions, anàlisi i nombre de Péclet, introducció a les tècniques d'estabilització consistents per al MEF</p>   |  |

## 200222 - MNEDPS - Mètodes Numèrics per a Edps

|   |  |
|---|--|
| Control de la qualitat de la solució  | Dedicació: 8h<br>Grup gran: 2h<br>Grup petit: 6h |
| Descripció:<br>Necessitat de garantir la qualitat de la solució. Conceptes de verificació i validació. Conceptes bàsics d'estima de l'error, estima orientada a quantitats d'interès, remallat i adaptativitat. |  |

### Sistema de qualificació

Exàmens, treballs pràctics i exercicis.

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Donea, J.; Huerta, A. Finite element methods for flow problems. Chichester: John Wiley & Sons, 2003. ISBN 0471496669.
- Elman, H.; Silvester, D.; Wathen A. Finite elements and fast iterative solvers : with applications in incompressible fluid dynamics. Oxford: Oxford University Press, 2005. ISBN 019852868X.
- Hoffman, Joe D. Numerical methods for engineers and scientists. 2nd ed. New York [etc.]: Marcel Dekker, 2001. ISBN 0824704436.
- Quarteroni, Alfio. Numerical models for differential problems. Milano: Springer-Verlag Milan, 2009. ISBN 9788847010710.
- Zienkiewicz, O.C. ; Taylor, R.L. The finite element method [en línia]. 6th ed. Oxford, [etc.]: Butterworth Heinemann, 2006Disponble a: <<http://www.sciencedirect.com/science/book/9780750664318>>. ISBN 0750650494.

#### Complementària:

- Ames, William F. Numerical methods for partial differential equations. 3th ed. Boston [etc.]: Academic Press, 1992. ISBN 012056761X.
- Ainsworth, M. ; Oden, J.T. Posteriori error estimation in finite element. New York [etc.]: John Wiley & sons, 2000. ISBN 047129411X.
- Evans, G.; Blackledge, J.; Yardley, P. Numerical methods for partial differential equations. London [etc.]: Springer-Verlag, 1999. ISBN 354076125X.
- Johnson, Claes. Numerical solution of partial differential equations by the finite element method. Mineola, NY: Dover Publications, 2009. ISBN 9780486469003.
- Hughes, Thomas J. R. The finite element method: linear static and dynamic finite element analysis. Mineola, New York: Dover Publications, 1987. ISBN 0486411818.

## 200223 - MF - Matemàtica Financera

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JOSEP JOAQUIM MASDEMONT SOLER  
Altres: Segon quadrimestre:  
JOSEP JOAQUIM MASDEMONT SOLER - A  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - A

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

3. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
5. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

#### Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
6. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
7. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
8. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
9. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
10. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

#### Transversals:

11. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.
12. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

## 200223 - MF - Matemàtica Financera

### Metodologies docents

Sessions teòriques i sessions de resolució de problemes.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

El propòsit del curs és el donar una introducció dels mètodes matemàtics per la valoració de productes financers moderns. En una primera part es descriuen els productes financers bàsics i la seva valoració mitjançant arbitratge. En una segona part donem els fonaments matemàtics dels processos discrets i finalment concluïm amb processos continus i una introducció del model de Black-Scholes.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |     |        |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 150h | Hores grup gran:            | 30h | 20.00% |
|                       | Hores grup mitjà:           | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores grup petit:           | 30h | 20.00% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 90h | 60.00% |

## 200223 - MF - Matemàtica Financera

### Continguts

#### Productes Financers i Arbitratge

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Introducció als futurs i a les opcions financeres. El concepte d'arbitratge i el seu ús. Cobertura amb futurs i opcions. Preus forward i de futurs. Futurs sobre tipus d'interès. Swaps. Propietats dels preus d'opcions sobre accions.

#### Models Discrets

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

El model d'arbre binomial. La probabilitat risc neutral. Formalisme matemàtic per a mercats discrets. Informació, mesurabilitat i filtracions. Estratègies de Cartera i estratègies autofinançades. Esperança condicional. Teorema de Kolmogorov. Martingales.

#### Models Continus

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Passeig aleatori i obertura cap a mercats continus. Moviment Brownià. Càlcul i integral d'Itô. Equacions diferencials estocàstiques. Teoremes de canvi de mesura. Estratègies contínues autofinançades. El model de Back-Scholes i la seva fórmula.

### Sistema de qualificació

Es farà una prova parcial, que no eliminarà matèria per a l'examen final. La nota de l'assignatura es calcularà mitjançant la fórmula  $\max(0.4 \times (\text{nota parcial}) + 0.6 \times (\text{nota final}), \text{nota final})$ .

## 200223 - MF - Matemàtica Financera

### Bibliografia

#### Bàsica:

Baxter, M.; Rennie, A. Financial calculus : an introduction to derivative pricing. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1996. ISBN 0521552893.

Dotham, N. Prices in financial markets. New York (N.Y.) [etc.]: Oxford University Press, 1990. ISBN 0195053125.

Hull, John C. Options, futures and other derivatives. 8th ed. Prentice Hall, 2011. ISBN 978-0132777421.

Wilmott, Paul. Paul Wilmott introduces quantitative finance. Chichester [etc.]: John Willey & Sons, 2001.

Lamberton, D; Lapeyre, B. Introduction to stochastic calculus applied to finance. 2a ed. London [etc.]: Chapman and Hall, 2008. ISBN 978-1584886266.

#### Complementària:

Ikeda, N; Watanabe, S. Stochastic differential equations and diffusion processes. 2nd ed. Amsterdam ; New York: North Holland, 1989. ISBN 0444873783.

Rogers, L.C.G.; Williams, D. Diffusions, Markov processes, and martingales. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, cop. 2000. ISBN 0521775949.

Wilmott, P.; Howison, S.; Dewyne, J. The Mathematics of financial derivatives : a student introduction. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Williams, David. Probability with martingales. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2000. ISBN 0521406056.

## 200231 - AIC - Algorísmia i Complexitat

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 723 - CS - Departament de Ciències de la Computació  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Anglès

### Professorat

Responsable: JOSE MARIA DIAZ CORT  
Altres: Primer quadrimestre:  
JOSE MARIA DIAZ CORT - A

### Capacitats prèvies

L'assignatura fa èmfasi en la resolució de problemes reals utilitzant tècniques algorísmiques. Es requereix tenir uns coneixements previs d'algorísmia (a nivell de l'assignatura d'Algorísmia del pla d'estudis del Grau en Matemàtiques).

També és necessari tenir uns coneixements en Anàlisi, Àlgebra i Probabilitat.

### Requisits

Estar a nivell de 3er curs del Grau en Matemàtiques o equivalent

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

3. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
5. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
6. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
7. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
8. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
9. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
10. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió

## 200231 - AIC - Algorísmia i Complexitat

crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

12. APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

Teoria:

2 hores per setmana

Problemes:

2 hores per setmana

Pràctiques: No

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Repasar les tècniques bàsiques i estructures de dades utilitzades per a la resolució de problemes algorísmics: dividir i vèncer, voraços, programació dinàmica, heaps, hashing, programació lineal. Introduir nous temes com complexitat, tècniques aleatòries, algorismes aproximats i heurístics.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |     |        |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 150h | Hores grup gran:            | 30h | 20.00% |
|                       | Hores grup mitjà:           | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores grup petit:           | 30h | 20.00% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 90h | 60.00% |



## 200231 - AIC - Algorísmia i Complexitat

### Continguts

#### Introducció

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Notació asimptòtica, complexitat d'algorismes. Metodes probabilístics a l'algorísmia.

#### Dividir i vèncer

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Quick-select, Multilicacio de matrius, La FFT, Multiplicacio de polinomis

#### Aritmètica modular i primalitat

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Potències modulars, MCD, Equacions modulars, Generació aleatòria de nombres primers, Algorisme aleatori per a primalitat, Criptografia i el RSA.

#### Algorismes voraços.

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Arbre d'extensió minimal, motxilla 0-1, planificació de tasques amb un processador. Compresió de dades: Huffmann. Entropia

#### Recurrències

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Primer ordre, substitució, dividir i vèncer: Teorema de Roura

#### Programació dinàmica

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Alineació de seqüències, multiplicació de n matrius, Motxilla, Distància d'edició, Justificació de text. Camins mínims a un dígraf.

## 200231 - AIC - Algorísmia i Complexitat

### Programació Lineal i Fluxes

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Dualitat, Max-flow min cut, Jocs bipersonals

### Complexitat

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Decidibilitat i indecidibilitat, Les classes P, NP i NP-completa. Exemples problemes NP-complets

### Heurístiques i aproximació

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Ramificació i poda, Algorismes d'aproximació, Cerca local

### Sistema de qualificació

Nota final: Dos exàmens parcials, cadascun dels quals amb un pes de 20 punts; un examen final amb un pes de 45 punts; resolució de problemes i participació, 15 punts. La puntuació definitiva és la suma de les anteriors, dividida entre 10.

### Normes de realització de les activitats

2 exàmens parcials de 1 hora sense apunts i un final (4 hores)

### Bibliografia

Bàsica:

Moore, Christopher ; Mertens, Stephan. The Nature of computation. New York: Oxford University Press, cop. 2011. ISBN 9780199233212.

Dasgupta, Sanjoy ; Papadimitriou, Christos ; Vazirani, Umesh. Algorithms. Boston: Mc Graw Hill Higher Educacion, 2008. ISBN 9780073523408.

Kleinberg, Jon ; Tardos, Éva. Algorithm Design. Boston: Pearson/Addison Wesley, 2014. ISBN 9781292023946.

## 200232 - CITG - Combinàtoria i Teoria de Grafs

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Anglès

### Professorat

Responsable: ORIOL SERRA ALBO  
Altres: Primer quadrimestre:  
SIMEON MICHAEL BALL - A  
ORIOL SERRA ALBO - A

### Requisits

Haver cursat l'assignatura de matemàtica discreta.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

3. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
5. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

#### Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
6. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
7. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
8. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
9. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
10. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

#### Transversals:

11. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.
12. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

## 200232 - CITG - Combinàtoria i Teoria de Grafs

### Metodologies docents

Hi haurà classes de teoria i de problemes. Es donarà èmfasi al treball de l'estudiant durant el curs a través de la resolució de problemes.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu principal és completar la formació de l'estudiant en matemàtica discreta. Per això s'han triat temes considerats fonamentals i que il·lustren les diverses tècniques combinatòries i de teoria de grafs modernes. Aquesta assignatura és una bona preparació per cursar assignatures més especialitzades de matemàtica discreta a estudis de màster.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |     |        |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 150h | Hores grup gran:            | 30h | 20.00% |
|                       | Hores grup mitjà:           | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores grup petit:           | 30h | 20.00% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 90h | 60.00% |

## 200232 - CITG - Combinàtoria i Teoria de Grafs

### Continguts

|  |  |
|--|--|
| 1. El mètode simbòlic  | Dedicació: 25h<br>Grup gran: 5h<br>Grup petit: 5h<br>Aprenentatge autònom: 15h |
| Descripció:<br>Descripció: Classes combinatòries i funcions generadores ordinàries. Operacions. Classes etiquetades i funcions generadores exponencials. Paràmetres i distribucions discretes. |  |
| 2. Enumeració amb simetries  | Dedicació: 15h<br>Grup gran: 3h<br>Grup petit: 3h<br>Aprenentatge autònom: 9h  |
| Descripció:<br>Descripció: El lema d'enumeració d'òrbites (Burnside). Índex de cicles. Teorema de Pólya. Aplicacions a l'enumeració d'arbres i grafs.  |  |
| 3. Geometries finites  | Dedicació: 30h<br>Grup gran: 6h<br>Grup petit: 6h<br>Aprenentatge autònom: 18h |
| Descripció:<br>Descripció: Quadrats llatins. Teorema de Hall. Permanents. Ortogonalitat. Espais lineals. Plans projectius i afins. Geometries projectives. Nombres gaussians.                  |  |
| 4. Connectivitat de grafs  | Dedicació: 20h<br>Grup gran: 4h<br>Grup petit: 4h<br>Aprenentatge autònom: 12h |
| Descripció:<br>Descripció: Estructura dels grafs 2-connexos i 3-connexos. Aplicació: teorema de Kuratowski. Teorema de Menger.   |  |

## 200232 - CITG - Combinàtoria i Teoria de Grafs

|  |  |
|--|--|
| 5. Aparellaments   | Dedicació: 20h<br>Grup gran: 4h<br>Grup petit: 4h<br>Aprentatge autònom: 12h |
| Descripció:<br>Descripció: Aparellaments en grafs bipartits. Teorema de Tutte. Teorema de Petersen.                            |  |
| 6. Coloracions   | Dedicació: 20h<br>Grup gran: 4h<br>Grup petit: 4h<br>Aprentatge autònom: 12h |
| Descripció:<br>Descripció: Teorema de Brooks. Coloracions d'arestes: teorema de Vizing. Llista-coloracions. Teorema de Galvin. |  |
| 7. Teoria extremal de grafs  | Dedicació: 20h<br>Grup gran: 4h<br>Grup petit: 4h<br>Aprentatge autònom: 12h |
| Descripció:<br>Descripció: Grafs complets: teorema de Turán. Teorema d'Erdos-Stone. Grafs bipartits complets. Cicles parells.  |  |

### Sistema de qualificació

Hi haurà un examen parcial a mig quadrimestre sobre els temes 1, 2 i 3.

Hi haurà un examen final sobre els temes 4, 5, 6 i 7, amb possibilitat de recuperar la primera part.

La nota serà el màxim entre  $(\text{Parcial} + \text{Final}) / 2$  i Final.

## 200232 - CITG - Combinàtoria i Teoria de Grafes

### Bibliografia

#### Bàsica:

Flajolet, Philippe ; Sedgewick, Robert. Analytic combinatorics [en línia]. Cambridge: Cambridge University Press, 2009 [Consulta: 01/06/2012]. Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10277515>>. ISBN 9780521898065.

Cameron, Peter J. (Peter Jephson). Combinatorics : topics, techniques, algorithms. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

West, Douglas Brent. Introduction to graph theory. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, cop. 2001. ISBN 0130144002.

Diestel, Reinhard. Graph theory. 3rd ed. Berlin [etc.]: Springer, 2005. ISBN 3540261826.

#### Complementària:

Bollobás, Béla. Extremal graph theory. Mineola, N.Y: Dover Publications, cop. 2004. ISBN 0486435962.

Bondy, J. A. ; Murty U.S.R. Graph theory. New York: Springer, 2008. ISBN 9781846289699.

Lint, Jacobus Hendricus van ; Wilson R.M. A Course in combinatorics. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. ISBN 0521803403.

Lovász, László. Combinatorial problems and exercises. 2nd ed. Providence: AMS Chelsea Publishing, 2007. ISBN 9780821842621.

Wilson, Robin J. Introduction to graph theory. 5th ed. Harlow: Prentice-Hall, 2010.

## 200241 - HM - Història de la Matemàtica

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2017  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: MARIA ROSA MASSA ESTEVE  
Altres: Segon quadrimestre:  
MONICA BLANCO ABELLAN - A  
MARIA ROSA MASSA ESTEVE - A

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

3. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
5. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

#### Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
6. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
7. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
8. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
9. CG-4. Saber abstrure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
10. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

#### Transversals:

11. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.
12. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.



## 200241 - HM - Història de la Matemàtica

### Metodologies docents

S'intenta treballar sempre que sigui possible amb fonts històriques primàries o secundàries especialitzades. El curs es situa dins la línia d'investigació històrica que intenta entendre els processos de formació dels conceptes matemàtics en el seu propi context, en termes de coneixement matemàtic i de les intencions amb què es treballava més que en termes del que succeirà després.

Els temes es desenvolupen generalment amb una part d'exposició i debat del tema de la sessió i l'altra d'explicació i introducció del tema següent. L'exposició, a vegades, la fa algun alumne seguint un guió previ de qüestions sobre el tema; en els comentaris posteriors s'intenta clarificar els dubtes i problemes que hagin pogut sorgir en les lectures. Es presenten els grans períodes de la història (se'n consideren sis) i la resta de les sessions s'estructuren en base a presentacions monogràfiques, unes, a càrrec dels estudiants, la resta, a càrrec del professor. La major part de les activitats estan relacionades amb algun text matemàtic de l'època tractada. Una part molt important de l'assignatura és el treball d'investigació que han de lliurar per escrit i defensar oralment a la sessió final. Aquest treball, a partir d'un autor o un text triat pels alumnes, els permet practicar determinats procediments i aprendre conceptes matemàtics des d'un altre vessant.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu de l'assignatura és explorar el passat de les matemàtiques mostrant com han sorgit i com s'han desenvolupat al llarg del temps els conceptes, teoremes, mètodes i axiomàtiques que avui trobem exposats en els textos sota una concepció pragmàtica, lògica i didàctica que moltes vegades no coincideix amb l'ordre històric en què van ser inventats o descoberts. A través de l'assignatura els alumnes han d'elaborar una visió de conjunt sobre el desenvolupament de les matemàtiques. Aquest objectiu general es desglossa en quatre objectius particulars, que es corresponen amb diferents facetes d'aquest desenvolupament:

1. Conèixer les fonts en què es basa el coneixement de les matemàtiques del passat. Això implica llegir i interpretar una selecció de textos clàssics de les matemàtiques, i aprendre a localitzar i utilitzar la literatura històrica.
2. Reconèixer els canvis més significatius en la disciplina Matemàtiques, els que han afectat la seva estructura i classificació, els seus mètodes, els seus conceptes fonamentals i la seva relació amb d'altres ciències.
3. Posar de manifest les relacions socioculturals de les matemàtiques (amb la política, la religió, la filosofia, o la cultura, entre d'altres àmbits).
4. Aconseguir que els alumnes reflexionin sobre el desenvolupament del pensament matemàtic i les transformacions de la filosofia natural.

Capacitats a adquirir:

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |     |        |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 150h | Hores grup gran:            | 30h | 20.00% |
|                       | Hores grup mitjà:           | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores grup petit:           | 30h | 20.00% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 0h  | 0.00%  |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 90h | 60.00% |

## 200241 - HM - Història de la Matemàtica

### Continguts

|  |  |
|--|--|
| <p>-La matemàtica a l'Antiguitat</p>   | <p>Dedicació: 25h<br/>Grup gran: 5h<br/>Grup petit: 5h<br/>Aprentatge autònom: 15h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Les tauletes cuneiformes. Els papirs egipcis. El paper Rhind. Els Pitagòrics. Els Elements d'Euclides (300 aC.). La mesura de l'univers a Aristarc de Samos (ca. 310-230 aC.). La mesura del cercle a Arquimedes (287aC.- 212 aC.). L'Aritmètica de Diofant d'Alexandria (250-350).</p>   |  |
| <p>-De la ciència àrab al Renaixement</p>  | <p>Dedicació: 25h<br/>Grup gran: 5h<br/>Grup petit: 5h<br/>Aprentatge autònom: 15h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Mohamed Ben Musa al-Khwarizmi (850 dC.). Els inicis de la trigonometria plana. Càlcul i mercaderies a la matemàtica medieval. Geometria i art. Leon Battista Alberti (1404-1472) i Leonardo da Vinci (1452-1519). La resolució de les equacions polinòmiques de tercer i quart grau a Girolamo Cardano(1501-1576) i Rafael Bombelli (1526-1572).</p>  |  |
| <p>-El naixement de la Matemàtica Moderna</p>  | <p>Dedicació: 25h<br/>Grup gran: 5h<br/>Grup petit: 5h<br/>Aprentatge autònom: 15h</p> |
| <p>Descripció:<br/>François Viète (1540-1603 i l'Art Analític. El llenguatge simbòlic i els primers cursos matemàtics. Pierre Hérigone (1580-1643). L'algebrització de les matemàtiques. René Descartes (1596-1650) i la geometria analítica. El triangle aritmètic de Blaise Pascal (1623-1662). Primers desenvolupaments trigonomètrics. El naixement dels logaritmes. Serie harmònica i el triangle harmònic de Pietro Mengoli (1627-1686).</p> |  |
| <p>-L'anticipació del càlcul</p>   | <p>Dedicació: 25h<br/>Grup gran: 5h<br/>Grup petit: 5h<br/>Aprentatge autònom: 15h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Quadratures d'Arquimedes (ca. 250 aC.). La teoria dels indivisibles de Cavalieri (1635). Mètodes per a les tangents: Fermat (1629) i Descartes (1637).</p>  |  |

## 200241 - HM - Història de la Matemàtica

|   |  |
|---|--|
| <p>-Desenvolupament conceptual del càlcul en el segle XVIII</p>   | <p>Dedicació: 25h<br/>Grup gran: 5h<br/>Grup petit: 5h<br/>Aprentatge autònom: 15h</p> |
| <p>Descripció:<br/>El càlcul de Newton i Leibniz. Gregory i l'expansió del binomi (1670). El mètode de l'increment de Taylor (1715). L'escola de Kerala: arrels no occidentals del desenvolupament en sèrie. Primeres definicions de funció: Johan Bernoulli (1718) i Leonhard Euler(1748,1755). Euler i les funcions logarítmiques i circulars (1748).</p> |  |
| <p>-Aritmetització i formulació rigorosa del càlcul</p>   | <p>Dedicació: 25h<br/>Grup gran: 5h<br/>Grup petit: 5h<br/>Aprentatge autònom: 15h</p> |
| <p>Descripció:<br/>Definicions de límit a D'Alembert (1765) i Cauchy (1821). Definicions de continuïtat: Euler (1748), Bolzano (1817), Cauchy (1821). El teorema del valor mig. Les funcions derivades de Lagrange (1797) i Cauchy (1823). El teorema fonamental del càlcul i la integració de Riemann (1854).</p>  |  |

### Sistema de qualificació

La nota final s'obté, amb les activitats fetes a classe i amb el treball de final de curs, desglossada tal com s'explica a continuació.

50 % a partir de les pràctiques escrites o orals de cada setmana. Cada setmana els alumnes desenvolupen una activitat. L'activitat consisteix en reproduir una demostració d'algun text, un dossier preparat que han d'omplir (a partir d'algun text) o un resum d'algun text curt amb qüestions preparades. Poden respondre-les per escrit, o oralment; poden completar, revisar o anotar el text a classe, durant la pràctica. Es valora la claredat de les explicacions i el grau de comprensió matemàtica de l'activitat.

50% a partir de la ressenya d'un article, llibre o capítol de llibre o bé de l'anàlisi d'un text o demostració significativa de la història de la matemàtica. A la ressenya, s'exposaran amb claredat les idees principals del text escollit i la seva significació per a la història de la matemàtica. En l'avaluació (presentació escrita i oral) es valorarà la claredat en l'exposició de les idees de l'autor escollit, així com la capacitat per a connectar el text ressenyat amb la història de la matemàtica que haurem anat elaborant. En cas d'analitzar alguna demostració es valorarà també el grau de comprensió matemàtica.

## 200241 - HM - Història de la Matemàtica

### Bibliografia

#### Bàsica:

Rommevaux, S. [et al.]. Pluralité de l'algèbre à la Renaissance. Paris: Honoré Champion, 2012. ISBN 9782745323989.

Fauvel, John; Gray, Jeremy eds. The History of mathematics : a reader. [London]: Macmillan Press, 1987. ISBN 0333427904.

Stedall, Jacqueline. Mathematics emerging : a sourcebook 1540 - 1900 [en línia]. Oxford: Oxford University Press, 2008 [Consulta: 31/05/2012]. Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10273010>>. ISBN 9780191527715.

Katz, Victor; Hunger Parshall, Karen. Taming the unknown: A History of Algebra from Antiquity to the Early twentieth century. Princeton University Press, 2014. ISBN 9780691149059.

Stedall, Jacqueline. The history of mathematics: a very short introduction. 2012. ISBN 9780199599684.

#### Complementària:

Katz, Victor (ed.). The Mathematics of Egypt, Mesopotamia, China, India and Islam: a sourcebook Nou llibre. Princeton University Press, 2007. ISBN 9780691114859.

Serres, Michel; Bensaude-Vincent, Bernadette. Historia de las ciencias. 2a ed. Madrid: Cátedra, cop. 1998. ISBN 8437609887.

Grattan-Guinness, I. The Norton history of the mathematical sciences : the rainbow of mathematics. New York [etc.]: W. W. Norton & Company, 1998. ISBN 0393046508.

Chemla, Karine. The History of mathematical proof in ancient traditions. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. ISBN 9781107012219.

Stedall, Jacqueline A. From Cardano's great art to Lagrange's reflections : filling a gap in the history of algebra u llibre. Zürich: European Mathematical Society, 2011. ISBN 9783037190920.



# Grado en Matemáticas

Curso 2017-2018

Con el **grado en Matemáticas**, acreditado con excelencia por AQU Catalunya, recibirás una formación completa y exigente en todas las materias básicas de las matemáticas y sus aplicaciones. Si tu objetivo es la búsqueda, podrás integrarte con éxito en grupos punteros para investigar en matemáticas, en ingeniería y tecnología, en ciencias de la naturaleza y la salud o en ciencias sociales. Podrás desarrollar tu actividad en el mundo de la empresa o la industria, o en los sectores de banca y finanzas, consultoría, salud y servicios, donde los matemáticos son cada vez más apreciados por su formación y por su capacidad de aprendizaje. Si tu opción es la docencia, después de cursar el máster de formación de profesorado, podrás dedicarte a la enseñanza de las matemáticas en centros de secundaria.

## PRESENTACIÓN

### Duración

4 años

### Carga lectiva

240 créditos ECTS (incluido el trabajo de fin de grado). Un crédito equivale a 25-30 horas de trabajo.

### Tipos de docencia

Presencial

### Nota de corte del curso 2017-2018

12,540

### Horarios/turnos

Mañana

### Precios y becas

Precio aproximado por curso, 2.206 € (3.309 € para no residentes en la UE). [Consulta el porcentaje de minoración en función de la renta \(becas y modalidades de pago\).](#)

### Título oficial

[Inscrito en el registro del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte](#)

### Acuerdos de doble titulación

#### Con universidades internacionales

Grado en Matemáticas + Master's degree in Advanced Mathematics and Mathematica EngineeringI y el *Ingénieur INP*, con la École Nationale Supérieure de Informatique et de Mathématiques Appliquées de Grenoble.

#### En el marco de la oferta de estudios del Centro de Formación Interdisciplinaria Superior (CFIS)

También puedes cursar una doble titulación interdisciplinaria en dos centros docentes UPC coordinada por el CFIS. Más información en la [web del CFIS](#)

## ACCESO

### Plazas nuevo ingreso

50

### Plazas cambio de estudios

5

## Nota de corte del curso 2017-2018

12,540. [Notas de corte](#)

### Ponderaciones PAU

[Tabla de ponderaciones de las materias para la fase específica](#)

### Cómo acceder

[Todas las vías de acceso, preinscripción y matrícula.](#)

### Convalidaciones de CFGS

[Convalidaciones de CFGS](#)

### Legalización de documentos

Todos los documentos expedidos en países no pertenecientes a la Unión Europea tienen que estar [legalizados por vía diplomática o con correspondiente apostilla](#).

---

## SALIDAS PROFESIONALES

---

### Salidas profesionales

- Consultoría estratégica, consultoría tecnológica, gestión de proyectos y estudios.
- Empresa, industria y servicios: análisis de datos, programación e ingeniería del software, estudios de mercado, planificación y personal directivo, criptografía y seguridad.
- Investigación en matemáticas: personal docente e investigador en universidades o centros de investigación.
- Investigación en otras ciencias y en ingeniería y tecnología: centros de investigación y laboratorios, tanto del sector público como privado: computación, comunicaciones, robótica, mecánica, biología o medicina.
- Banca, finanzas, seguros: análisis y control de riesgos, gestión de carteras y fondos, responsables de inversiones, diseño y valoración de productos financieros, criptografía y seguridad.
- Profesorado de secundaria en centros públicos o privados, editoriales y empresas del sector de la enseñanza.

---

## ORGANIZACIÓN

---

### Organización del estudio

Los estudios se organizan en cuatro cursos y cada curso está dividido en dos cuatrimestres de quince semanas. En cada uno de los tres primeros cursos hay 8 asignaturas obligatorias cuatrimestrales, de 7,5 ECTS. En cuarto curso debe cursarse una obligatoria de 9 ECTS, 6 optativas de 6 ECTS cada una y el trabajo de fin de grado, de 15 ECTS.

Se podrán seguir tres itinerarios: uno genérico, escogiendo las asignaturas optativas que se quiera y dos de especialización, que dan lugar a dos menciones: la Mención en Ingeniería Matemática y la Mención en Estadística. Para conseguirlas hay que cursar las optativas de la especialidad y realizar el trabajo de fin de grado relacionado con el tema.

### Calendario académico

[Calendario académico de los estudios universitarios de la UPC](#)

### Normativas académicas

[Normativa académica de los estudios de grado de la UPC](#)

### Acreditación y reconocimiento de idiomas

Los estudiantes de grado deben acreditar la competencia en una 3ª lengua para obtener el título de grado. [Certifica tu nivel de idiomas.](#)

Facultad de Matemáticas y Estadística (FME)

**PLAN DE ESTUDIOS**

| <b>Asignaturas</b>                  | <b>créditos ECTS</b> | <b>Tipo</b> |
|-------------------------------------|----------------------|-------------|
| <b>PRIMER CUATRIMESTRE</b>          |                      |             |
| Álgebra Lineal                      | 7.5                  | Obligatoria |
| Cálculo en una Variable             | 7.5                  | Obligatoria |
| Fundamentos de la Matemática        | 7.5                  | Obligatoria |
| Informática                         | 7.5                  | Obligatoria |
| <b>SEGUNDO CUATRIMESTRE</b>         |                      |             |
| Álgebra Lineal Numérica             | 7.5                  | Obligatoria |
| Cálculo Diferencial                 | 7.5                  | Obligatoria |
| Geometría Afín y Euclidiana         | 7.5                  | Obligatoria |
| Matemática Discreta                 | 7.5                  | Obligatoria |
| <b>TERCER CUATRIMESTRE</b>          |                      |             |
| Álgebra Multilineal y Geometría     | 7.5                  | Obligatoria |
| Algoritmia                          | 7.5                  | Obligatoria |
| Cálculo Integral                    | 7.5                  | Obligatoria |
| Programación Matemática             | 7.5                  | Obligatoria |
| <b>CUARTO CUATRIMESTRE</b>          |                      |             |
| Análisis Real                       | 7.5                  | Obligatoria |
| Física                              | 7.5                  | Obligatoria |
| Funciones de Variable Compleja      | 7.5                  | Obligatoria |
| Topología                           | 7.5                  | Obligatoria |
| <b>QUINTO CUATRIMESTRE</b>          |                      |             |
| Cálculo Numérico                    | 7.5                  | Obligatoria |
| Ecuaciones Diferenciales Ordinarias | 7.5                  | Obligatoria |
| Estructuras Algebraicas             | 7.5                  | Obligatoria |
| Teoría de la Probabilidad           | 7.5                  | Obligatoria |
| <b>SEXTO CUATRIMESTRE</b>           |                      |             |
| Ecuaciones en Derivadas Parciales   | 7.5                  | Obligatoria |
| Estadística                         | 7.5                  | Obligatoria |
| Geometría Diferencial               | 7.5                  | Obligatoria |
| Modelos Matemáticos de la Física    | 7.5                  | Obligatoria |
| <b>SÉPTIMO CUATRIMESTRE</b>         |                      |             |
| Algoritmia y Complejidad            | 6                    | Optativa    |
| Análisis de Series Temporales       | 6                    | Optativa    |
| Combinatoria y Teoría de Grafos     | 6                    | Optativa    |
| Diseño de Experimentos              | 6                    | Optativa    |
| Estadística Industrial              | 6                    | Optativa    |
| Ficheros y Bases de Datos           | 6                    | Optativa    |

| <b>Asignaturas</b>                           | <b>créditos ECTS</b> | <b>Tipo</b> |
|--|----------------------|-------------|
| Lógica y Fundamentos                         | 6                    | Optativa    |
| Matemáticas para la Enseñanza Secundaria     | 6                    | Optativa    |
| Métodos Bayesianos                           | 6                    | Optativa    |
| Métodos Estadísticos en Minería de Datos     | 6                    | Optativa    |
| Métodos Estadísticos para Finanzas y Seguros | 6                    | Optativa    |
| Métodos Numéricos para EDO                   | 6                    | Optativa    |
| Modelos Lineales                             | 6                    | Optativa    |
| Modelos Lineales Generalizados               | 6                    | Optativa    |
| Modelos Matemáticos de la Tecnología         | 9                    | Obligatoria |
| Sistemas Dinámicos                           | 6                    | Optativa    |
| Teoría de Control                            | 6                    | Optativa    |
| Teoría de Galois                             | 6                    | Optativa    |
| Variedades Diferenciables                    | 6                    | Optativa    |
| <b>OCTAVO CUATRIMESTRE</b>                   |                      |             |
| Análisis de Supervivencia                    | 6                    | Optativa    |
| Análisis Funcional                           | 6                    | Optativa    |
| Análisis Multivariante                       | 6                    | Optativa    |
| Econometría                                  | 6                    | Optativa    |
| Estadística para la Biociencia               | 6                    | Optativa    |
| Geometría Algebraica                         | 6                    | Optativa    |
| Historia de la Matemática                    | 6                    | Optativa    |
| Matemática Financiera                        | 6                    | Optativa    |
| Métodos No Paramétricos y de Remuestreo      | 6                    | Optativa    |
| Métodos Numéricos para Edps                  | 6                    | Optativa    |
| Optimización en Ingeniería                   | 6                    | Optativa    |
| Teoría de Colas y Simulación                 | 6                    | Optativa    |
| Topología Algebraica                         | 6                    | Optativa    |
| Trabajo de Fin de Grado                      | 15                   | Proyecto    |



## Asignaturas optativas del Grado de Matemáticas

### OPTATIVAS PROPIAS

| Cuatr | Codigo | Asignatura                      | Idioma docencia | Ficha CAT | Ficha CAS* | Ficha ENG* |
|-------|--------|---------------------------------|-----------------|-----------|------------|------------|
| 2     | 200241 | Historia de la matemática       | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 1     | 200213 | Sistemas dinámicos              | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 1     | 200232 | Combinatoria y teoría de grafos | Ing             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 2     | 200223 | Matemática financiera           | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 2     | 200204 | Geometría algebraica            | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 1     | 200212 | Teoría de control               | Ing             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 1     | 200231 | Algoritmia y complejidad        | Ing             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 1     | 200221 | Métodos numéricos para edo      | Ing             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 2     | 200222 | Métodos numéricos para edps     | Ing             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 2     | 200202 | Topología algebraica            | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 1     | 200201 | Teoría de galois                | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 1     | 200203 | Variedades diferenciables       | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |
| 2     | 200211 | Análisis funcional              | Cat             | CAT       | CAS        | ENG        |

(\*) La versión oficial de la ficha de asignatura es la escrita en catalán. Las traducciones pueden no estar completamente actualizadas.

# Asignaturas optativas de Estadística en el Grado de Matemáticas

## OPTATIVAS GRADO ESTADÍSTICA

Todas las asignaturas son de 6 ECTS y se imparten en el edificio de la FME, en horario de tarde.

-El Grado en Estadística es una titulación conjunta UB - UPC, la gestión del cual corresponde a la UB, por lo sigue su calendario académico.

Las clases habitualmente empiezan y acaban una o dos semanas más tarde que las propias del Grado en Matemáticas.

Las evaluaciones tardarán más que las de la FME, de manera que si dependéis de estas para titularos, deberéis esperar a tenerlas incorporadas en vuestro expediente.

| Cuatr | Codigo | Asignatura                                   | Idioma docencia | Ficha CAT |
|-------|--------|--|-----------------|-----------|
| 1     | 200546 | Ficheros y bases de datos                    | Cat             | CAT       |
| 1     | 200551 | Diseño de experimentos                       | Cat             | CAT       |
| 1     | 200552 | Modelos lineales                             | Cat             | CAT       |
| 1     | 200547 | Métodos bayesianos                           | Cat             | CAT       |
| 1     | 200556 | Análisis de series temporales                | Cat ; Cas       | CAT       |
| 1     | 200557 | Modelos lineales generalizados               | Cat             | CAT       |
| 1     | 200559 | Métodos estadísticos para finanzas y seguros | Cat             | CAT       |
| 1     | 200563 | Estadística industrial                       | Cat             | CAT       |
| 1     | 200565 | Métodos estadísticos en minería de datos     | Cat             | CAT       |
| 2     | 200568 | Optimización en ingeniería                   | Cat             | CAT       |
| 2     | 200548 | Métodos no paramétricos y de remuestreo      | Cat             | CAT       |
| 2     | 200553 | Análisis multivariante                       | Cat ; Cas       | CAT       |
| 2     | 200561 | Análisis de supervivencia                    | Cat             | CAT       |
| 2     | 200554 | Estadística para la biociencia               | Cat             | CAT       |
| 2     | 200550 | Teoría de colas y simulación                 | Cat             | CAT       |
| 2     | 200555 | Econometría                                  | Cat             | CAT       |

(\*) La versión oficial de la ficha de asignatura es la escrita en catalán. Las traducciones pueden no estar completamente actualizadas.

## 200001 - CV - Cálculo en una Variable

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: CARLES PADRO LAIMON

Otros: Primer quadrimestre:  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
VÍCTOR DIEGO GUTIÉRREZ - A, B  
SEBASTIA MARTIN MOLLEVI - B  
MONTSERRAT MAURESÓ SÁNCHEZ - A  
CARLES PADRO LAIMON - A, B  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - A, B

Segon quadrimestre:  
CARLES PADRO LAIMON - REF  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - REF

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.

## 200001 - CV - Cálculo en una Variable

- 8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
- 9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- 10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
- 12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

- 11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

La docencia de la asignatura se dividirá en dos bloques separados: teoría y problemas. En las sesiones de teoría se desarrollarán los contenidos teóricos de la asignatura, basados en los diferentes resultados y demostraciones. Además, se incluirán ejemplos a fin de consolidar los conceptos introducidos.

En las sesiones de problemas se combinarán los ejercicios más teóricos y complicados de manera que el alumno obtenga un nivel de profundidad máxima en el ámbito del análisis matemático de una variable, con los más mecánicos que el alumno tiene que dominar, como por ejemplo el cálculo de límites o integrales. Asimismo, se realizarán pruebas de evaluación continua en las sesiones de problemas mediante entregas de problemas, tests virtuales y/o sesiones de interacción más directa entre el alumno y la asignatura a fin de motivarlo a llevar la asignatura al día.

Uno de los grupos de problemas será impartido en catalán.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

El objetivo principal de este curso es familiarizar al alumno con los conceptos básicos del análisis matemático en una variable. Se dan los fundamentos de cálculo necesarios para una buena comprensión de las asignaturas anteriores de la titulación. Se pretende iniciar a los alumnos en las técnicas de deducción del análisis matemático y, más generalmente, en los métodos de demostración en un sistema axiomático.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |        |        |
|----------------------------|------------------------------|--------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h    | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h     | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h    | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 7h 30m | 4.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 105h   | 56.00% |

## 200001 - CV - Cálculo en una Variable

### Contenidos

|  |   |
|--|---|
| <p>Los números reales</p>  | <p>Dedicación: 26h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 16h</p> |
| <p>Descripción:</p> <p>La recta real. Descripción axiomática de los números reales.<br/>Propiedades de los números reales: intervalos, valor absoluto, distancia, puntos de acumulación, representación decimal</p>                                      |   |
| <p>Funciones y sucesiones. Límites</p>   | <p>Dedicación: 39h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 9h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 6h<br/>Aprendizaje autónomo: 24h</p> |
| <p>Descripción:</p> <p>Conceptos básicos sobre funciones y sucesiones<br/>Conceptos básicos sobre límites. Teorema de la convergencia monótona<br/>El número e<br/>Sucesiones parciales, límite superior y límite inferior<br/>Successions de Cauchy</p> |   |
| <p>Funciones continuas</p>   | <p>Dedicación: 26h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 16h</p> |
| <p>Descripción:</p> <p>Propiedades básicas de las funciones continuas<br/>Teorema de Bolzano<br/>Teorema de Weierstrass<br/>Continuidad uniforme<br/>Exponenciales i logaritmos<br/>Funciones trigonométricas</p>  |   |

## 200001 - CV - Cálculo en una Variable

|  |  |
|--|--|
| <p>Derivación</p>  | <p>Dedicación: 39h<br/>Grupo grande/Teoría: 9h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 6h<br/>Aprendizaje autónomo: 24h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Definición de derivada. Funciones derivables. Propiedades de la derivada<br/>Teoremas de Rolle, de Cauchy i del Valor Medio<br/>Regla de l'Hopital<br/>Aplicaciones<br/>Convexidad</p> |  |
| <p>Integración</p>   | <p>Dedicación: 39h<br/>Grupo grande/Teoría: 9h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 6h<br/>Aprendizaje autónomo: 24h</p> |
| <p>Descripción:<br/>La integral de Riemann<br/>Teorema Fundamental del Cálculo<br/>Cálculo de primitivas<br/>Logaritmos y exponenciales</p>  |  |
| <p>Polinomios de Taylor</p>  | <p>Dedicación: 26h<br/>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 16h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Polinomios de Taylor<br/>Teorema de Taylor<br/>Polinomios de Taylor de algunas funciones<br/>Aplicaciones</p>  |  |

### Sistema de calificación

Se harán un examen parcial (P), un examen final (F) y dos controles (C).

La nota de la asignatura (N), se calculará según la fórmula

$$N = \max ( F ; 0,75 \cdot F + 0,25 \cdot P ; 0,60 \cdot F + 0,25 \cdot P + 0,15 \cdot C ) .$$

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

## 200001 - CV - Cálculo en una Variable

### Bibliografía

#### Básica:

Spivak, Michael. Calculus. 3rd ed. Barcelona: Reverte, 2012. ISBN 84-291-5137-0.

Ortega Aramburu, Joaquín M. Introducció a l'anàlisi matemàtica. 2a ed. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, Servei de Publicacions, 2002. ISBN 8449022711.

Padró, Carles. Càlcul en una variable.

Weir, Maurice D. ; Hass, Joel. Thomas' Calculus, Global Edition. Twelfth Edition. Boston: Pearson, 2010. ISBN 0-321-64363-1.

#### Complementaria:

Apostol, T.M. Anàlisi matemàtic. 2a ed. Barcelona: Reverté, 1977. ISBN 8429150048.

Bartle, G.B.; Sherbert, D.R. Introducción al análisis matemático de una variable. 2a ed. México: Limusa, 1996. ISBN 9681851919.

## 200002 - AL - Álgebra Lineal

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: BERNAT PLANS BERENGUER

Otros: Primer quadrimestre:  
JOSEP ALVAREZ MONTANER - A, B  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
VÍCTOR DIEGO GUTIÉRREZ - A, B  
JAUME MARTI FARRE - A, B  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - A, B  
BERNAT PLANS BERENGUER - A, B

Segon quadrimestre:  
JAUME MARTI FARRE - REF  
BERNAT PLANS BERENGUER - REF

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.



## 200002 - AL - Álgebra Lineal

- 8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
- 9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- 10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
- 12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

- 11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |        |        |
|----------------------------|------------------------------|--------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h    | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h     | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h    | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 7h 30m | 4.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 105h   | 56.00% |

## 200002 - AL - Álgebra Lineal

### Contenidos

|   |  |
|---|--|
| Espacios vectoriales  | Dedicación: 37h 30m<br>Grupo grande/Teoría: 9h<br>Grupo mediano/Prácticas: 6h<br>Aprendizaje autónomo: 22h 30m |
| Descripción:<br>Cuerpo. Espacio vectorial. Combinación lineal. Vectores independientes y generadores. Bases. Teorema de Steinitz. Dimensión. Coordenadas. Cambios de base. Subespacios. Intersección, suma y suma directa. Fórmula de Grasmann.                               |  |
| Matrices, determinantes y sistemas lineales   | Dedicación: 25h<br>Grupo grande/Teoría: 6h<br>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br>Aprendizaje autónomo: 15h         |
| Descripción:<br>Operaciones con matrices. Matrices y transformaciones elementales. Rango. Formas escalonadas. Sistemas lineales. Teorema de Rouché-Frobenius. Determinante. Propiedades. Adjuntos. Regla de Laplace. Cálculo de la matriz inversa.                            |  |
| Aplicaciones lineales   | Dedicación: 37h 30m<br>Grupo grande/Teoría: 9h<br>Grupo mediano/Prácticas: 6h<br>Aprendizaje autónomo: 22h 30m |
| Descripción:<br>Aplicaciones lineales. Nucleo e imagen. Matriz de una aplicación lineal. Cambios de base. Endomorfismos. Operaciones con aplicaciones lineales y matrices. Espacio dual. Base dual. Dual de una aplicación lineal. Espacio cociente y teorema de isomorfismo. |  |
| Diagonalización   | Dedicación: 25h<br>Grupo grande/Teoría: 6h<br>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br>Aprendizaje autónomo: 15h         |
| Descripción:<br>Vectores y valores propios. Subespacios propios. Polinomio característico. Endomorfismos y matrices diagonalizables. Introducción a la forma de Jordan.   |  |

## 200002 - AL - Álgebra Lineal

|  |  |
|--|--|
| Espacio euclideo   | Dedicación: 25h<br>Grupo grande/Teoría: 6h<br>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br>Aprendizaje autónomo: 15h |
| Descripción:<br>Producto escalar. Desigualdad de Cauchy-Schwarz. Norma, distancia y ángulo. Dualidad. Matriz de un producto escalar. Ortogonalidad. Bases ortonormales. Método de Gram-Schmidt. Endomorfismos simétricos. Teorema espectral. |  |

**Sistema de calificación**

La evaluación de la asignatura se realizará mediante la evaluación continuada y un examen final. La nota de evaluación continuada se obtendrá de un examen parcial no eliminatorio de materia (examen de las mismas características que el examen final), y de la valoración de otras actividades realizadas durante el curso.

La nota de la asignatura se obtiene según la fórmula:

$$\text{Nota} = \max\{\text{nota examen final}; 70\% \text{ nota examen final} + 25\% \text{ nota examen parcial} + 5\% \text{ valoración de otras actividades}\}.$$

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

**Bibliografía****Básica:**

Castellet, M. ; Llerena, I. Álgebra lineal i geometria. 4a ed. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Servei de Publicacions, 2000. ISBN 847488943X.

Meyer, Carl D. Matrix analysis and applied linear algebra. SIAM, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2000. ISBN 0898714540.

**Complementaria:**

Axler, Sheldon Jay. Linear algebra done right [en línea]. 2nd ed. Springer, 1997 Disponible a: <<http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb97662>>. ISBN 0387982582.

Linear algebra (recopilació de notes de l'autor) [en línea]. [Consulta: 18/06/2009]. Disponible a: <<http://rutherglen.science.mq.edu.au/wchen/ln.html>>.

Álgebra lineal (recopilació de notes de l'autor) [en línea]. Disponible a: <[http://mate.dm.uba.ar/~jeronimo/algebra\\_lineal/](http://mate.dm.uba.ar/~jeronimo/algebra_lineal/)>.

## 200003 - FM - Fundamentos de la Matemática

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JOSE BURILLO PUIG

Otros: Primer quadrimestre:  
MARIA ALBERICH CARRAMIÑANA - A  
MARIA LUZ ALBEROLA PEREZ - A, B  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
JOSE BURILLO PUIG - A, B  
VÍCTOR DIEGO GUTIÉRREZ - A, B  
JORDI GUARDIA RUBIES - B  
JAUME MARTI FARRE - A, B  
MERCÈ MORA GINÉ - A, B

Segon quadrimestre:  
JOSE BURILLO PUIG - REF  
MERCÈ MORA GINÉ - REF

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

## 200003 - FM - Fundamentos de la Matemática

- 7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
- 8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
- 9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- 10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
- 12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

- 11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

Las clases de teoría serán esencialmente exposiciones del profesor, incluyendo ejemplos detallados. En las clases de problemas habrá unos problemas resueltos por el profesor como modelo, y otros que expondrán los estudiantes.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

El objetivo central de la asignatura es ayudar a salvar el puente entre las matemáticas del bachillerato y las de la universidad proporcionando a los estudiantes la fundamentación necesaria para el desarrollo de sus estudios de grado.

Este objetivo se desarrolla en dos líneas entrelazadas. La primera es hacer consciente al estudiante del papel esencial del concepto de demostración en las matemáticas. La segunda, dejar sólidamente establecidos los contenidos básicos relacionados con el lenguaje, los conjuntos numéricos y con elementos de álgebra.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |        |        |
|----------------------------|------------------------------|--------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h    | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h     | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h    | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 7h 30m | 4.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 105h   | 56.00% |

## 200003 - FM - Fundamentos de la Matemática

### Contenidos

|   |   |
|---|---|
| <p>El lenguaje de las matemáticas</p>   | <p>Dedicación: 24h 24m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 14h 24m</p>   |
| <p>Descripción:<br/>Demostraciones. Técnicas de demostración. El lenguaje de la teoría de conjuntos y de la lógica. Operaciones con conjuntos. Aplicaciones, operaciones y relaciones. El grupo simétrico.</p>  |   |
| <p>Sistemas numéricos</p>   | <p>Dedicación: 73h 12m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 18h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 12h<br/>Aprendizaje autónomo: 43h 12m</p> |
| <p>Descripción:<br/>Números naturales, números enteros y números racionales. Descripción constructiva de los números reales. Numerabilidad. Números complejos.</p>  |   |
| <p>Elementos de álgebra</p>   | <p>Dedicación: 47h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 15h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 10h<br/>Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p> |
| <p>Descripción:<br/>Divisibilidad en el anillo de los enteros. Algoritmo de Euclides. Factorización. Congruencias con números enteros. Teorema de Fermat. Módulos primos. Elementos primitivos.</p> <p>Polinomios en una variable. Algoritmo de Euclides y factorización. Raíces y derivadas. Polinomios irreducibles sobre los reales y sobre los complejos. Funciones racionales. Fracciones simples.</p> |   |

### Sistema de calificación

Habrá un examen de la primera parte de la asignatura y un examen final.

El examen parcial representa el 35% de la nota final si la calificación es superior a la del examen final; en caso contrario, únicamente contará la nota del examen final.

La resolución de problemas propuestos a lo largo del curso podrá tener un peso del 10% de la nota final si la calificación es superior a la que resulte de los exámenes indicada en el párrafo anterior.

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

## 200003 - FM - Fundamentos de la Matemática

### Bibliografía

#### Básica:

Bloch, Ethan D. Proofs and fundamentals. 2nd ed. Boston: Springer Science + Business Media, 2011. ISBN 0817641114.

Eccles, Peter J. An Introduction to mathematical reasoning : lectures on numbers, sets, and functions. New York: Cambridge University Press, 1997. ISBN 0521597188.

Krantz, Steven G. The elements of advanced mathematics. 2nd. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2002. ISBN 1584883030.

Rosen, Kenneth H. Matemática discreta y sus aplicaciones. 5a ed. Madrid: McGraw-Hill, 2004. ISBN 8448140737.

#### Complementaria:

Antoine, R.; Camps, R.; Moncasi, J. Introducció a l'àlgebra abstracta : amb elements de matemàtica discreta. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 2007. ISBN 9788449025150.

Courant, R. ¿Qué son las matemáticas? : conceptos y métodos fundamentales. México: Fondo de Cultura Económica, 2002. ISBN 9681667174.

Lang, S. Basic mathematics. New York: Springer, 1998. ISBN 0387967877.

Gowers, Tim. Matemáticas: una breve introducción. Alianza Editorial, 2008. ISBN 9788420662435.

## 200004 - CD - Cálculo Diferencial

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán, Castellano

### Profesorado

Responsable: NARCISO ROMAN ROY  
Otros: Segon quadrimestre:  
CARLES BATLLE ARNAU - B  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
NARCISO ROMAN ROY - A, B  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - A

### Capacidades previas

Haber cursado las asignaturas "Cálculo en una variable" y "Álgebra lineal".

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.



## 200004 - CD - Cálculo Diferencial

10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.

12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |        |        |
|----------------------------|------------------------------|--------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h    | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h     | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h    | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 7h 30m | 4.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 105h   | 56.00% |

## 200004 - CD - Cálculo Diferencial

### Contenidos

|   |   |
|---|---|
| <p>1. Topología de <math>\mathbb{R}^n</math>. Sucesiones.</p>   | <p>Dedicación: 25h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p>         |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Espacios euclídeos, normados y métricos. Caso particular de <math>\mathbb{R}^n</math>.</li> <li>- Conjuntos abiertos y cerrados. Interior, exterior y frontera.</li> <li>- Sucesiones en <math>\mathbb{R}^n</math>. Límite. Sucesiones de Cauchy. Completitud. Caracterización de los cerrados mediante sucesiones.</li> <li>- Conjuntos acotados. Compacidad. definiciones equivalentes. Caso particular de <math>\mathbb{R}^n</math>. Teorema de Bolzano-Weierstrass.</li> <li>- Conjuntos conexos.</li> </ul> |   |
| <p>2. Límites y continuidad de funciones.</p>   | <p>Dedicación: 25h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p>         |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funciones de varias variables. Conjuntos de nivel y gráfica de funciones reales.</li> <li>- Límite de una función en un punto (especial énfasis en el caso de dos variables).</li> <li>- Continuidad en un punto y en un conjunto. Propiedades de las funciones continuas.</li> <li>- Continuidad y compacidad. Teorema de Weierstrass.</li> <li>- Continuidad uniforme. Teorema de Heine-Cantor.</li> <li>- Normas y distancias equivalentes. Teorema del punto fijo.</li> </ul>                                |   |
| <p>3. Diferenciabilidad.</p>  | <p>Dedicación: 32h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 8h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 19h 30m</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferenciabilidad en un punto. Hiperplano tangente a la gráfica de una función real.</li> <li>- Derivadas parciales y direccionales. Matriz jacobiana. Gradiente de una función.</li> <li>- Diferenciabilidad y operaciones. Regla de la cadena. Relación entre diferenciabilidad, continuidad y derivadas parciales.</li> <li>- Diferenciabilidad en un abierto. Teorema del valor medio. Funciones de clase <math>C^1</math>.</li> <li>- Curvas diferenciables.</li> </ul>                                     |   |

## 200004 - CD - Cálculo Diferencial

|   |  |
|---|--|
| <p>4. Teoremas de las funciones diferenciables.</p>   | <p>Dedicación: 34h<br/>Grupo grande/Teoría: 9h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 20h</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Derivadas parciales de orden superior. Teorema de Schwarz. Funciones de clase <math>C^n</math>. Algunas ecuaciones de la física matemática. Cambios de variables en ecuaciones que contengan derivadas parciales.</li> <li>- Teorema de la función inversa. Difeomorfismos.</li> <li>- Teorema de la función implícita. Derivación de funciones implícitas.</li> <li>- Teoremas del rango.</li> </ul>  |  |
| <p>5. Fórmula de Taylor. Extremos locales.</p>  | <p>Dedicación: 24h<br/>Grupo grande/Teoría: 5h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fórmula de Taylor. Expresiones del residuo.</li> <li>- Extremos locales. Puntos críticos.</li> <li>- Clasificación de puntos críticos: formas cuadráticas, matriz hessiana.</li> <li>- Criterios de Silvester y de los valores propios de la matriz hessiana.</li> </ul>   |  |
| <p>6. Subvariedades de <math>R^n</math> y extremos condicionados.</p>   | <p>Dedicación: 22h<br/>Grupo grande/Teoría: 5h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 13h</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fórmula de Taylor. Expresiones del resto.</li> <li>- Extremos locales. Puntos críticos.</li> <li>- Clasificación de extremos locales: formas cuadráticas, matriz hessiana.</li> <li>- Subvariedades de <math>R^n</math>. Vectores tangentes. Espacios tangente y normal en un punto.</li> <li>- Variedades parametrizadas y variedades implícitas. Curvas y superficies regulares.</li> <li>- Extremos condicionados. Multiplicadores de Lagrange.</li> <li>- Extremos absolutos.</li> </ul> |  |

## 200004 - CD - Cálculo Diferencial

### Sistema de calificación

Nota Final= Máx(Examen Final,  $0,7 \cdot \text{Examen Final} + 0,3 \cdot \text{Examen Parcial}$ )

Eventualmente, la nota del examen parcial se podrá ver modificada por otras notas de evaluación continua.

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

### Bibliografía

#### Básica:

Mazón Ruiz, José M. Cálculo diferencial: teoría y problemas. Valencia: Universidad de Valencia, 2008.

Marsden, Jerrold E.; Hoffman, Michael J. Elementary classical analysis. 2nd ed. New York: Freeman and Co., 1993. ISBN 0716721058.

Chamizo, F. Cálculo III (notes d'un curs a la Universidad Autónoma de Madrid) [en línea]. [Consulta: 14/11/2012].  
Disponible a: <[http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/fchamizo/assignaturas/to2009/calculoIII0002/calculoIII0002.html](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/fchamizo/assignaturas/to2009/calculoIII0002/calculoIII0002.html)>.

#### Complementaria:

Bombal Gordon, Fernando ; Marín, R. ; Vera. Problemas de análisis matemático. 2 ed. Madrid, 1988. ISBN 8472881008.

#### Otros recursos:

## 200005 - GAE - Geometría Afín y Euclidiana

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JOSEP ALVAREZ MONTANER  
Otros: Segon quadrimestre:  
JOSEP ALVAREZ MONTANER - A, B  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
ANA RIO DOVAL - A  
AGUSTIN ROIG MARTI - B

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas contruidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión

## 200005 - GAE - Geometría Afín y Euclidiana

crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |        |        |
|----------------------------|------------------------------|--------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h    | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h     | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h    | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 7h 30m | 4.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 105h   | 56.00% |

## 200005 - GAE - Geometría Afín y Euclidiana

### Contenidos

|   |   |
|---|---|
| <p>1. ESPACIO AFÍN</p>  | <p>Dedicación: 25h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 9h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 6h<br/>Aprendizaje autónomo: 10h</p>             |
| <p>Descripción:<br/>Espacio afín, variedades lineales, posiciones relativas. Sistemas de referencia cartesianos y baricéntricos, coordenadas. Razón simple. Teoremas de Thales, Ceva, Menelao y Desargues.</p>  |   |
| <p>2. AFINIDADES</p>  | <p>Dedicación: 29h 20m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 9h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 7h<br/>Aprendizaje autónomo: 13h 20m</p>     |
| <p>Descripción:<br/>Afinidades. Propiedades básicas. El teorema central de la geometría afín. Variedades invariantes. Familias de afinidades: traslaciones, homotecias, proyecciones y simetrías. Clasificación de afinidades en dimensiones 1 y 2.</p> |   |
| <p>3. GEOMETRÍA EUCLÍDEA</p>  | <p>Dedicación: 22h 50m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 3h 30m<br/>Aprendizaje autónomo: 13h 20m</p> |
| <p>Descripción:<br/>Espacio euclídeo, métricas. Distancias, áreas, ángulos y volúmenes. Perpendicularidad y proyecciones ortogonales. Ángulos orientados. Producto vectorial. Algunos teoremas clásicos de la geometría plana.</p>                      |   |
| <p>4. MOVIMIENTOS</p>   | <p>Dedicación: 16h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 10h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 1h</p>             |
| <p>Descripción:<br/>Isometrías y movimientos. Estudio y clasificación de movimientos en dimensiones 1,2 y 3.</p>  |   |

## 200005 - GAE - Geometría Afín y Euclidiana

|  |  |
|--|--|
| 5. CÓNICAS Y CUÁDRICAS   | Dedicación: 27h 20m<br>Grupo grande/Teoría: 8h<br>Grupo mediano/Prácticas: 6h<br>Aprendizaje autónomo: 13h 20m |
| Descripción:<br>Sistemas de referencia adaptados. Puntos y rectas relevantes. Clasificación afín y métrica. Estudio particular de cónicas y cuádricas no degeneradas. Polaridad. Estudio de propiedades afines y métricas. |  |

**Sistema de calificación**

Se propone una evaluación continuada (EC) basada en la realización de un examen parcial a mitad de cuatrimestre, la entrega de ejercicios resueltos desarrollados en las clases "holandesas" y la participación en clase de problemas.

El examen final (EF) constará de una parte dedicada a evaluar las habilidades más mecánicas y calculísticas, una parte de problemas y una parte teórica de síntesis o reflexión.

La nota final será el resultado de:  $NF = \max \{0.3 EC + 0.7 EF, EF\}$

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

**Bibliografía**

## Básica:

Audin, M. Geometry. Berlin: Springer Verlag, 2003. ISBN 3540434984.

Berger, M. Geometry (vol.1; vol.2) [en línea]. Berlin: Springer Verlag, 1987 Disponible a: <http://www.springerlink.com/content/978-3-540-11658-5/> (v. 1) <http://www.springerlink.com/content/978-3-540-17015-0/> (v. 2). ISBN 3540116583.

Coxeter, H.S.M. Introduction to geometry. 2nd ed. John Wiley and Sons, 1969. ISBN 0471182834.

Hernández, Eugenio. Álgebra y geometría. 2ª ed. Addison-Wesley Iberoamericana/UAM, 1994. ISBN 8478290249.

Xambó, S. Geometria [en línea]. 2a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2001 Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36176>. ISBN 8483015110.

## Complementaria:

Castellet, M.; Llerena, I. Álgebra lineal i geometria. 4a ed. Publicacions de la UAB, 2000. ISBN 847488943X.

Hartshorne, R. Geometry : Euclid and beyond. Springer-Verlag, 2005. ISBN 0387986502.

Silvester, J.R. Geometry : ancient and modern. Oxford University Press, 2001. ISBN 9780198508250.

## Otros recursos:



## 200006 - CI - Cálculo Integral

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE  
Otros: Primer quadrimestre:  
ANDRES MARCOS ENCINAS BACHILLER - A, B  
FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE - A, B, CFIS  
JOSE ANTONIO LUBARY MARTINEZ - A, B  
ENRIC VENTURA CAPELL - A, B, CFIS

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.

## 200006 - CI - Cálculo Integral

12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200006 - CI - Cálculo Integral

### Contenidos

|   |   |
|---|---|
| <p>1. Integrales impropias de una variable y series numéricas.</p>  | <p>Dedicación: 37h<br/>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 6h<br/>Aprendizaje autónomo: 25h</p>          |
| <p>Descripción:<br/>Definiciones. Criterios de convergencia para series numéricas e integrales impropias. Relación entre integrales impropias y series. Integrales impropias que dependen de parámetros.</p>  |   |
| <p>2. Integrales de funciones de varias variables</p>   | <p>Dedicación: 60h 30m<br/>Grupo grande/Teoría: 12h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 8h<br/>Aprendizaje autónomo: 40h 30m</p> |
| <p>Descripción:<br/>Construcción de la integral de Riemann para funciones de varias variables. Teorema de integrabilidad de Lebesgue. Teorema de Fubini. Teorema del cambio de variables. Aplicaciones. Integrales impropias de funciones de varias variables.</p>                        |   |
| <p>3. Integrales sobre curvas y superficies</p>   | <p>Dedicación: 24h<br/>Grupo grande/Teoría: 5h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 3h<br/>Aprendizaje autónomo: 16h</p>          |
| <p>Descripción:<br/>Curvas parametrizadas. Integral de campos escalares y vectoriales sobre curvas. Invariancia respecto de la parametrización. Superficies parametrizadas. Integral de campos escalares y vectoriales sobre superficies. Invariancia respecto de la parametrización.</p> |   |
| <p>4. Teoremas integrales</p>   | <p>Dedicación: 37h 30m<br/>Grupo grande/Teoría: 7h 30m<br/>Grupo mediano/Prácticas: 5h<br/>Actividades dirigidas: 25h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Gradiente, divergencia y rotacional. Teoremas de Green, Stokes y Gauss. Aplicaciones: campos conservativos y solenoidales.</p>  |   |

## 200006 - CI - Cálculo Integral

|  |  |
|--|--|
| 5. Formas diferenciales  | Dedicación: 28h 30m<br>Grupo grande/Teoría: 6h 30m<br>Grupo mediano/Prácticas: 3h<br>Aprendizaje autónomo: 19h |
| Descripción:<br>Repaso de álgebra multilineal. Formas diferenciales en $\mathbb{R}^n$ y en subvariedades. Derivada exterior. Integración de formas. Teoremas integrales. |  |

**Sistema de calificación**

Habrà un examen parcial (P) y un examen final (F). El calendario y las condiciones de realización se especificarán con la suficiente antelación.

La nota final se obtendrá con la fórmula:

$$\text{Máx } \{0'3 * P + 0'7 * F; F\}$$

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

**Bibliografía**

Básica:

Cerdà Martín, J. L. Càlcul integral. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 2001. ISBN 848338261X.

Marsden, Jerrold E.; Hoffman, Michael J. Elementary classical analysis. 2nd ed. New York: W.H. Freeman and Company, 1993. ISBN 0716721058.

Pascual Gainza, Pere (ed.). Càlcul integral per a enginyers [en línia]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2002 Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36742>>. ISBN 8483016273.

Zorich, Vladimir A. Mathematical Analysis II. Berlin: Springer, 2004. ISBN 3540406336.

Spivak, Michael. Cálculo en variedades. Barcelona: Reverté, 1970. ISBN 8429151427.

Complementaria:

Marsden, Jerrold E.; Tromba, Anthony J. Cálculo vectorial. 5a ed. Madrid: Addison Wesley, 2004. ISBN 8478290699.

Bombal Gordon, F.; Rodríguez Marín, L.; Vera Botí, G. Problemas de análisis matemático. Vol. 3. 2a ed. Madrid: AC, 1987. ISBN 8472881024.

Bressoud, David M. Second year calculus : from celestial mechanics to special relativity. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 038797606X.

Greenberg, Michael D. Foundations of applied mathematics. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1978. ISBN 0133296237.

Wade, William R. An Introduction to analysis. 4th ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 2010. ISBN 0321656849.

## 200011 - INF - Informática

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 723 - CS - Departamento de Ciencias de la Computación  
749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JORDI CORTADELLA FORTUNY  
Otros: Primer quadrimestre:  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
M. JOSE BLESÀ AGUILERA - A, B  
JORDI CORTADELLA FORTUNY - A, B  
VÍCTOR DIEGO GUTIÉRREZ - A, B  
SALVADOR ROURA FERRET - A, B  
Segon quadrimestre:  
JORDI CORTADELLA FORTUNY - REF  
SALVADOR ROURA FERRET - REF

### Capacidades previas

Capacidad de razonamiento abstracto.

### Requisitos

Conocimientos de herramientas informáticas básicas a nivel de usuario.

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre

## 200011 - INF - Informática

temas relevantes de índole social, científica o ética.

7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.

9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.

12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

2. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

En las clases de teoría se presenta el corpus teórico básico necesario para la construcción de programas.

En las sesiones de problemas se resuelven ejercicios, para consolidar los conocimientos teóricos y diseñar los algoritmos necesarios para la resolución de los enunciados planteados. Están pensadas como una serie de sesiones participativas en las cuales el estudiante participa con sus ideas y presenta sus soluciones. Requiere preparación previa por parte del estudiante.

En las sesiones de laboratorio, el estudiante realiza individualmente, con ayuda de los profesores, ejercicios prácticos de programación que muestran el uso de los conceptos enseñados en las clases de teoría.

A lo largo del curso se introducen componentes teóricos, que deben ser asimilados por los estudiantes. Con esta finalidad, consideramos que el método más conveniente es la resolución de problemas que requieren la herramienta o el concepto introducido. Por ello es fundamental el trabajo personal del estudiante en el diseño e implementación de programas. Este esfuerzo se verá apoyado por herramientas de autoaprendizaje.

Como complemento se proporcionarán herramientas de autoaprendizaje, de manera que el estudiante pueda consolidar sus conocimientos de programación durante las horas de estudio fuera del aula. En concreto, se pondrá a disposición de los estudiantes una versión adaptada a los contenidos de la asignatura de una herramienta de autoaprendizaje de la programación, el "Jutge", desarrollada dentro del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos por un equipo de profesores liderado por los profesores Jordi Petit i Salvador Roura.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

El objetivo general de la asignatura es que el estudiante sea capaz de escribir con fluidez programas correctos y legibles que resuelvan problemas de dificultad media de tratamiento de secuencias y de dificultad elemental en otros ámbitos, en particular problemas con formulación matemática.

Además, se pretende familiarizar a los estudiantes con un entorno informático y con un lenguaje de programación actual, en este caso C++. Los estudiantes deben aprender, por un lado, a diseñar e implementar algoritmos y, por otro, a utilizar otras herramientas informáticas como editores y compiladores.

Objetivos específicos:

-Conseguir que los estudiantes se sientan cómodos y sean fiables en el diseño de programas escritos en un lenguaje imperativo.

-Conocer los algoritmos básicos con datos elementales y estructurados (números primos, mcd, recorridos, búsquedas, ordenación, matrices...).

-Aplicar el método inductivo para resolver problemas complejos.

-Utilizar herramientas de edición, compilación y ejecución para codificar y ejecutar programas.

## 200011 - INF - Informática

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |        |        |
|----------------------------|------------------------------|--------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 30h    | 16.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h     | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 45h    | 24.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 7h 30m | 4.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 105h   | 56.00% |

## 200011 - INF - Informática

### Contenidos

|   |  |
|---|--|
| <p>1. La estructura de un ordenador. Procesos y instrucciones</p>   | <p>Dedicación: 15h<br/>Grupo grande/Teoría: 2h 30m<br/>Grupo mediano/Prácticas: 3h<br/>Aprendizaje autónomo: 9h 30m</p>  |
| <p>Descripción:<br/>Procesos e instrucciones. Hardware y software. Estructura básica de un ordenador. Entorno informático. Lenguajes de programación. Compiladores e intérpretes. Programación y resolución de problemas. Programas y algoritmos. El ciclo de vida del software.</p> <p>Órdenes básicas en Linux. Editores de textos.</p> |  |
| <p>2. Variables e instrucciones elementales.</p>  | <p>Dedicación: 31h 30m<br/>Grupo grande/Teoría: 5h 30m<br/>Grupo mediano/Prácticas: 6h<br/>Aprendizaje autónomo: 20h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Tipos de datos: dominio y operaciones. Tipos de expresiones. Asignación. Composición alternativa. Composición iterativa. Algoritmos básicos.</p> <p>Terminación y corrección.</p> <p>Sintaxis de las instrucciones elementales en C++. Escritura, compilación y ejecución de un programa en C++.</p>                  |  |
| <p>3. Tratamiento de secuencias.</p>  | <p>Dedicación: 41h<br/>Grupo grande/Teoría: 7h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 10h<br/>Aprendizaje autónomo: 24h</p>        |
| <p>Descripción:<br/>Concepto de secuencia. Recorrido y búsqueda. Ejemplos. Esquemas algorítmicos de recorrido y búsqueda.</p>   |  |



## 200011 - INF - Informática

|   |   |
|---|---|
| <p>4. Acciones y funciones.</p>   | <p>Dedicación: 29h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 5h 30m<br/>Grupo mediano/Prácticas: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 19h</p> |
| <p>Descripción:</p> <p>Concepto de parámetro. Mecanismos de implementación del paso de parámetros. Acciones y funciones. Ejemplos.</p> <p>Introducción a la recursividad.</p> <p>Métodos y funciones en C++. Efectos laterales.</p>   |   |
| <p>5. Datos no elementales.</p>   | <p>Dedicación: 41h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 7h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 10h<br/>Aprendizaje autónomo: 24h</p>        |
| <p>Descripción:</p> <p>Tablas. Representación de matrices. Algoritmos para operaciones matriciales (suma, matriz simétrica, matriz transpuesta, multiplicación de matrices). Algoritmos de ordenación de tablas (inserción, selección, burbuja, radix).</p> <p>Diseño descendente. Eficiencia.</p> <p>La clase vector. Sintaxis en C++.</p> |   |
| <p>6. Tuplas y clases.</p>  | <p>Dedicación: 28h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 5h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 18h</p>         |
| <p>Descripción:</p> <p>Agrupaciones de datos no homogéneos. Primeras nociones de objetos. Ejemplos de utilización.</p> <p>Diseño orientado a objetos.</p>   |   |

## 200011 - INF - Informática

|   |  |
|---|--|
| 7. Límites de la computación.   | Dedicación: 11h 30m<br>Grupo grande/Teoría: 3h 30m<br>Aprendizaje autónomo: 8h |
| Descripción:<br>Clasificación de problemas con relación a la existencia de soluciones algorítmicas. El problema de la parada (terminación). Verificación de programas (corrección). Modelos de computación. |  |

### Sistema de calificación

La evaluación tiene en cuenta las siguientes componentes:

- Conocimiento y utilización de los algoritmos y técnicas introducidas en el curso
- Resolución algorítmica de problemas.
- Habilidad para la programación en C++ de programas sencillos.
- Capacidad para la resolución de problemas de programación de nivel medio.

Habrà una prueba parcial (PL) de programación que se realiza en el laboratorio; una prueba final (FL) de programación que se realiza en el laboratorio; un examen final (FT) escrito, de ejercicios.

La nota final se calcula de acuerdo a la fórmula:

$$0,6 \max\{0,3 PL + 0,7 FL, FL\} + 0,4 FT$$

Además, habrá un examen extraordinario durante el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

### Normas de realización de las actividades

El "Jutge" se utilizará en la realización de los exámenes de laboratorio, parcial y final, proporcionando así el mismo entorno de desarrollo de programas, con las mismas ayudas, durante las pruebas. Esta herramienta también dará soporte a la realización del proyecto.

En ninguna de las pruebas se podrán utilizar libros o apuntes.

## 200011 - INF - Informática

### Bibliografía

#### Básica:

Franch Gutiérrez, Xavier [et al.]. Informàtica bàsica [en línea]. 3a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2002 [Consulta: 07/07/2015]. Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36244>>. ISBN 8483016605.

Savitch, Walter J. Problem solving with C++. 8th ed. Boston: Addison Wesley, 2012. ISBN 9780321412690.

Beekman, George. Introducción a la informática. 6ª ed. Madrid: Pearson Educación, 2005. ISBN 8420543454.

Xhafa, Fatos [et al.]. Programación en C++ para ingenieros. Madrid: Thomson, 2006. ISBN 8497324854.

#### Complementaria:

Cohen, Edward. Programming in the 1990s : an introduction to the calculation of programs. Study ed. New York: Springer-Verlag, 1990. ISBN 0387973826.

Vancells, Joan; López i Ruestes, Enric. Programació: introducció a l'algorísmica. Barcelona: Eumo, 1992. ISBN 8476025610.

Sipser, Michael. Introduction to the theory of computation. 3rd ed. Boston: Thomson Course Technology, 2012. ISBN 0619217642.

Hromkovic, Juraj. Algorithmic adventures : from knowledge to magic [en línea]. Berlin: Springer, 2009 Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10313472>>. ISBN 9783540859857.

#### Otros recursos:

##### Enlace web

Introduction to Programming

<http://www.cs.upc.edu/jordicf/Teaching/FME/Informatica>

## 200021 - FIS - Física

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental  
748 - FIS - Departamento de Física  
749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: ANA MARIA SERRA TORT  
Otros: Segon quadrimestre:  
JOSEP ELGUETA MONTO - A, B  
ELVIRA GUARDIA MANUEL - A, B  
ANA MARIA SERRA TORT - A, B

### Horario de atención

Horario: Se decidirá el primer día de clase.

### Capacidades previas

Conocimientos de cálculo de una variable: derivación e integración. Álgebra de vectores.

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

#### Genéricas:

5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

#### Transversales:

11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

## 200021 - FIS - Física

### Metodologías docentes

La actividad docente se articula en cinco horas semanales, tres de teoría y dos de problemas. Las clases de teoría servirán para presentar y desarrollar el temario. Los alumnos dispondrán de material docente de cada tema, en forma de resúmenes i colecciones de problemas que estarán en la web de la asignatura.

En las sesiones de problemas se resolverán, de entre los ejercicios y problemas propuestos, aquellos que se consideren más ilustrativos. Se procurará fomentar la participación activa de los estudiantes.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

Conocer las leyes de Newton.

Conocer la cinemática y dinámica en sistemas acelerados.

Entender los conceptos de trabajo y energía.

Entender y saber aplicar los teoremas de conservación.

Conocer las leyes que gobiernan el campo y la corriente eléctricos.

Conocer las leyes que gobiernan el campo magnético.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200021 - FIS - Física

### Contenidos

|  |   |
|--|---|
| <p>1. Dinámica de una partícula. Leyes de Newton</p>   | <p>Dedicación: 37h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 9h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 6h<br/>Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p> |
| <p>Descripción:<br/>Cinemática del punto. Componentes intrínsecas de la aceleración. Leyes de Newton del movimiento. Teorema del momento lineal. Ecuaciones del movimiento para fuerzas dependientes del tiempo y de la velocidad. Sistemas de referencia inerciales y no inerciales. Trabajo y potencia. Teorema de la energía cinética. Fuerzas conservativas y energía potencial. Conservación de la energía mecánica. Fuerzas no conservativas i disipación de la energía.</p> |   |
| <p>2. Dinámica de un sistema de partículas. Trabajo y Energía</p>  | <p>Dedicación: 26h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 5h 30m<br/>Grupo mediano/Prácticas: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 16h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Movimiento del centro de masas. Teoremas de conservación: momento lineal, momento angular y energía. El problema de los dos cuerpos. Percusiones. Sólido rígido. Momentos de inercia.</p>  |   |
| <p>3. Cambios de sistema de referencia.</p>  | <p>Dedicación: 12h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 3h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 2h<br/>Aprendizaje autónomo: 7h 30m</p>  |
| <p>Descripción:<br/>Principio de relatividad galileana. Ecuaciones del movimiento en sistemas de referencia en rotación. Teorema de Coriolis. Segunda ley de Newton en sistemas no inerciales.</p>   |   |
| <p>4. Campo gravitatorio</p>   | <p>Dedicación: 30h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 8h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 18h</p>         |
| <p>Descripción:<br/>Ley de Newton de la gravitación. Leyes de Kepler. Energía potencial gravitatoria. Teorema de Gauss para campos newtonianos. Campo gravitatorio de un cuerpo con simetría esférica. Movimiento en campos de fuerzas centrales: energía potencial efectiva. Órbitas en un campo gravitatorio</p>   |   |

## 200021 - FIS - Física

|   |  |
|---|--|
| 5. Electroestática.   | Dedicación: 27h 30m<br>Grupo grande/Teoría: 6h<br>Grupo mediano/Prácticas: 5h<br>Aprendizaje autónomo: 16h 30m |
| Descripción:<br>Carga eléctrica y estructura de la materia. Ley de Coulomb y campo eléctrico. Distribuciones continuas de carga. Ley de Gauss para el campo eléctrico. Potencial electrostático. Líneas de campo y superficies equipotenciales. Energía electrostática y densidad de energía del campo eléctrico. Conductores en equilibrio electrostático. |  |
| 6. Electrocinètica  | Dedicación: 17h 30m<br>Grupo grande/Teoría: 3h<br>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br>Aprendizaje autónomo: 10h 30m |
| Descripción:<br>Flujo de carga. Intensidad y densidad de corriente eléctrica. Resistencia eléctrica y ley de Ohm. Ley de Joule. Circuitos de corriente continua.  |  |
| 7. Magnetostàtica   | Dedicación: 22h 30m<br>Grupo grande/Teoría: 5h<br>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br>Aprendizaje autónomo: 13h 30m |
| Descripción:<br>Fuerza de Lorentz. Movimiento de cargas en un campo magnético . Fuerza magnética sobre una corriente. Campo magnético creado por una corriente eléctrica: ley de Biot y Savart. Líneas de campo y flujo magnético. Ley de Gauss del magnetismo. Ley de Ampère.  |  |
| 8. Campos dependientes del tiempo. Ecuaciones de Maxwell  | Dedicación: 13h 30m<br>Grupo grande/Teoría: 3h 30m<br>Grupo mediano/Prácticas: 2h<br>Aprendizaje autónomo: 8h  |
| Descripción:<br>Inducción electromagnética: ley de Faraday-Lenz. Fuerza electromotriz inducida por el movimiento. Ecuaciones de Maxwell.  |  |

## 200021 - FIS - Física

### Sistema de calificación

La asignatura se divide en dos partes, Mecánica y Electromagnetismo.

Habrà un examen parcial de Mecánica y el examen final ordinario. Al examen final se podrá optar por:

\* Examinarse solamente de la segunda parte de Electromagnetismo. La nota final será la media entre los dos parciales.

\* Examinarse de las dos partes (Mecánica y Electromagnetismo). La nota final será la del examen final.

Habrà un examen extraordinario en Julio para los estudiantes que hayan suspendido la asignatura.

Si se hace el examen final extraordinario, la nota final será la mejor de la nota por curso y la nota del examen extraordinario

### Bibliografía

#### Básica:

Alonso, Marcelo; Finn, Edward J. Física. Ed. revisada y aumentada. México: Pearson & Addison-Wesley, 2000.

Sears, F. W.; Zemansky, M. W.; Young, H. D.; Freedman R. A. Física universitaria 2 vol. Pearson, 2004.

Gettys, W.; Keller, J.; Skove, M. Física para ingeniería y ciencias 2 vol. McGraw-Hill, 2005.

#### Complementaria:

Kittel, Charles ; Knight, Walter D.; Ruderman, Malvin A. Mecánica. 2a ed., [reimp.]. Barcelona: Reverté , 2005. ISBN 8429142827.

Purcell, Edward M. Electricidad y magnetismo. 2a ed. Barcelona: Reverté, 1988. ISBN 842914319X.

Feynman, Richard ; Leighton, Robert ; Sands, Matthew. Física. Vol. 1 - 2. Mexico: Pearson Educación, 1998.

Goldstein, Herbert. Mecánica clásica. 2nd ed. Barcelona: Reverté, 1992. ISBN 8429143068.

Jackson, John David. Electrodinámica clásica. 2a ed. Madrid: Alhambra, 1980. ISBN 8420506559.



## 200101 - FVC - Funciones de Variable Compleja

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JORDI QUER BOSOR  
Otros: Segon quadrimestre:  
FRANCESC FITÉ NAYA - A  
JOSE TOMAS LAZARO OCHOA - B  
JORDI QUER BOSOR - A, B, CFIS  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - CFIS

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión

## 200101 - FVC - Funciones de Variable Compleja

crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

Hay tres horas de clase de teoría y dos de problemas por semana.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200101 - FVC - Funciones de Variable Compleja

### Contenidos

|  |  |
|--|--|
| <p>El plano complejo</p>   | <p>Dedicación: 10h<br/>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Repaso de números complejos: coordenadas cartesianas y polares; forma exponencial. Sucesiones y series de números complejos. El plano complejo: métrica y topología. La esfera de Riemann.</p>   |  |
| <p>Funciones de variable compleja. Series de potencias</p>   | <p>Dedicación: 10h<br/>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Funciones de variable compleja: límites y continuidad. Ejemplos: polinomios y funciones racionales. Series de potencias. Funciones analíticas. Función exponencial y funciones trigonométricas. Funciones multivaloradas: logaritmo, raíz y potencia fraccionaria.</p> |  |
| <p>Derivación. Funciones holomorfas</p>  | <p>Dedicación: 10h<br/>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Derivación compleja. Funciones holomorfas. Relación con la derivación real. Ecuaciones de Cauchy-Riemann.</p>  |  |
| <p>Integral de contorno. Teorema de Cauchy y aplicaciones</p>  | <p>Dedicación: 10h<br/>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Curvas y contornos. Integral de contorno. Teorema fundamental del cálculo. Teorema de Cauchy. Aplicaciones al cálculo de integrales y a la determinación de funciones multivaloradas.</p>  |  |

## 200101 - FVC - Funciones de Variable Compleja

|   |  |
|---|--|
| <p>Fórmula integral de Cauchy y aplicaciones</p>  | <p>Dedicación: 15h<br/>Grupo grande/Teoría: 9h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 6h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Fórmula integral de Cauchy. Holomorfia y analicidad. Derivadas de orden superior. Teorema de la función inversa. Desigualdades de Cauchy. Teorema de Liouville. Principio del módulo máximo. Teorema de la aplicación abierta. Multiplicidad de ceros. Derivación bajo el signo integral.</p> |  |
| <p>Singularidades y residuos</p>  | <p>Dedicación: 10h<br/>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Singularidades aisladas. Polos y singularidades esenciales. Teorema de Casorati-Weierstrass. Funciones meromorfas. Series de Laurent. Resíduos y teorema del resíduo. Teorema de Rouché. Principio del argumento. Técnicas de cálculo de integrales por resíduos.</p>                         |  |
| <p>Otros temas</p>  | <p>Dedicación: 6h<br/>Grupo grande/Teoría: 6h</p>                                  |
| <p>Descripción:<br/>En función del tiempo disponible: Teorema de Runge; Teorema de la aplicación conforme de Riemann; ...</p>   |  |

### Sistema de calificación

Habrà un examen parcial (EP) a mitad del cuatrimestre y un examen final (EF).  
La nota final serà el máximo entre la nota EF y la media de las notas EP y EF.

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

## 200101 - FVC - Funciones de Variable Compleja

### Bibliografía

#### Básica:

Stein, E. M. ; Shakarchi, R. Complex analysis. Princeton University Press, 2003.

Ahlfors, L. V. Complex analysis : an introduction to the theory of analytic functions of one complex variable. 3rd. McGraw Hill, 1979.

Bruna, J. ; Cufí, J. Anàlisi complexa. Publicacions UAB, 2008.

Conway, J. B. Functions of one complex variable. 2nd. Springer, 1978.

Lang, S. Complex analysis. 4th.. Springer, 1999.

#### Complementaria:

Beck, M. ; Marchesi, G. ; Pixton, D. ; Sabalka, L. A first course in complex analysis [en línea]. San Francisco State University, 2009 Disponible a: <<http://math.sfsu.edu/beck/papers/complex.pdf>>.

Gamelin, T.W. Complex analysis. Springer, 2001.

Rudin, W. Real and complex analysis. McGraw Hill, 1974.

## 200102 - AR - Análisis Real

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JAIME FRANCH BULLICH  
Otros: Segon quadrimestre:  
JAIME FRANCH BULLICH - A, B  
PABLO MARTIN DE LA TORRE - A  
ORIOL SERRA ALBO - B

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

## 200102 - AR - Análisis Real

Transversales:

11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

Las clases de teoría consistirán en exposiciones por parte del profesor de las definiciones, los enunciados, las demostraciones y los ejemplos. En las clases de problemas se harán ejercicios de una lista. Los profesores podrían encargar ejercicios que los estudiantes tendrían que entregar.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

La asignatura ha de representar para el estudiante una transición entre el Cálculo y el Análisis Matemático. Por tanto un objetivo primordial es que el estudiante se acostumbre a la utilidad de la abstracción y los métodos conceptuales.

Aunque el carácter abstracto y conceptual es prioritario, los aspectos de cálculo de ciertos temas (series de Fourier, funciones Gamma y Beta) han de ser plenamente alcanzados.

La asignatura ha de servir como preparación para la utilización del Análisis Matemático en asignaturas como Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (donde se usa mas la convergencia uniforme), Ecuaciones en Derivadas Parciales (donde se usa mas la convergencia en media cuadrática) y Análisis Funcional (donde se desarrollan los conocimientos sobre los espacios de funciones). También ha de poder servir como preparación para cursos a nivel de postgrado en temas como análisis de señales o teoría de funciones.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200102 - AR - Análisis Real

### Contenidos

|  |   |
|--|---|
| <p>Topología en el espacio de funciones continuas.</p>   | <p>Dedicación: 48h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 12h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 8h<br/>Aprendizaje autónomo: 28h 30m</p>  |
| <p>Descripción:</p> <p>Sucesiones y series de funciones: convergencia puntual y uniforme.<br/>Teorema de Stone-Weierstrass.<br/>Familias equicontinuas.</p>  |   |
| <p>Medida e integración de Lebesgue en <math>\mathbb{R}^n</math>.</p>  | <p>Dedicación: 62h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 15h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 10h<br/>Aprendizaje autónomo: 37h 30m</p> |
| <p>Descripción:</p> <p>Conjuntos medibles y funciones medibles.<br/>Integración de funciones medibles.<br/>Convergencia dominada.<br/>Teorema de Fubini.<br/>Integrales dependientes de parámetros.<br/>Espacios <math>L_p</math>.</p> |   |
| <p>Series de Fourier.</p>  | <p>Dedicación: 48h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 12h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 8h<br/>Aprendizaje autónomo: 28h 30m</p>  |
| <p>Descripción:</p> <p>Series de Fourier en <math>L^2</math>.<br/>Series de Fourier de funciones periódicas.<br/>Convergencia puntual y uniforme de series de Fourier.</p>   |   |

### Sistema de calificación

Habrà dos notas (sobre 10 puntos): la nota de un examen parcial (P) y la nota del examen final (F). La nota del examen parcial podrà modificarse al alza mediante la entrega de ejercicios durante el curso. La nota final de la asignatura serà el máximo entre F y  $(0,3 \cdot P + 0,7 \cdot F)$ .

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.



## 200102 - AR - Análisis Real

### Bibliografía

#### Básica:

- Dalmasso, R. ; Witomsky, P. Analyse de Fourier et applications : exercices corrigés. Paris: Masson, 1996. ISBN 2225852995.
- Batlle Arnau, Carles ; Fossas Colet, Enric. Anàlisi real : apunts. 2002.
- Bartle, Robert Gardner. The elements of integration and Lebesgue measure. New York: Wiley, 1995. ISBN 0471042226.
- Marsden, Jerrold E ; Hoffman, Michael J. Elementary classical analysis. 2nd ed. New York: W.H. Freeman, cop. 1993. ISBN 0716721058.

#### Complementaria:

- Rudin, Walter. Principios de análisis matemático. 3ª ed. México: McGraw-Hill, 1980. ISBN 007054235X.
- Whittaker, E.T.; Watson, G.N. A Course of modern analysis : an introduction to the general theory of infinite processes and of analytic functions : with an account of the principal transcendental functions. 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1927. ISBN 0521067944.
- Lang, Serge. Real and functional analysis. 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 1993. ISBN 0387940014.
- Bruna, Joaquim. Anàlisi real. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 1996. ISBN 8449006929.
- Gasquet, C. ; Witomski, P. Fourier analysis and applications : filtering, numerical computation, wavelets. New York: Springer, 1999. ISBN 0387984852.
- Priestley, H. A. Introduction to integration. Oxford: Clarendon Press, 1997. ISBN 0198501234.

## 200111 - AMG - Álgebra Multilineal y Geometría

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán, Castellano

### Profesorado

Responsable: MIGUEL ANGEL BARJA YAÑEZ  
Otros: Primer quadrimestre:  
MIGUEL ANGEL BARJA YAÑEZ - A, B  
PEDRO PASCUAL GAINZA - A  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - B

### Capacidades previas

Es necesario que el alumnado haya alcanzado los objetivos de las asignaturas Álgebra lineal y Geometría afi i Euclidiana.

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para

## 200111 - AMG - Álgebra Multilineal y Geometría

resolverlos.

12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200111 - AMG - Álgebra Multilineal y Geometría

### Contenidos

|   |   |
|---|---|
| <p>Álgebra multilineal</p>  | <p>Dedicación: 18h<br/>Grupo grande/Teoría: 11h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 7h</p>   |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Formas bilineales y cuadráticas.</li> <li>· El espacio vectorial de los tensores.</li> <li>· Producto tensorial. Bases.</li> <li>· Tensores simétricos y antisimétricos. Operadores.</li> <li>· Producto exterior. Bases.</li> </ul>   |   |
| <p>Geometría proyectiva</p>   | <p>Dedicación: 20h<br/>Grupo grande/Teoría: 12h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 8h</p>   |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Espacio proyectivo (real y complejo).</li> <li>· Interpretaciones del plano proyectivo.</li> <li>· Completación proyectiva de un espacio afin.</li> <li>· Variedades lineales. Fórmula de Grassman.</li> <li>· Sistemas de referencia y coordenadas proyectivas. Ecuaciones de las variedades lineales.</li> <li>· Razón doble.</li> <li>· Dualidad.</li> <li>· Teoremas de Pappus y Desargues.</li> <li>· Definición axiomaática del plano proyectivo. Planos no desarguesianos.</li> </ul> |   |
| <p>-Proyectividades</p>   | <p>Dedicación: 20h<br/>Grupo grande/Teoría: 12h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 8h</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Proyectividades y homografías. Propiedades.</li> <li>· El Teorema Fundamental de la Geometría Proyectiva.</li> <li>· Matrices de proyectividades.</li> <li>· Puntos fijos y variedades fijas.</li> <li>· Algunas familias de proyectividades: perspectivas, involuciones y homologías. El Teorema de Poncelet.</li> <li>· Homografías de la recta y el plano.</li> <li>· Afinidades en el contexto proyectivo.</li> </ul>  |   |

## 200111 - AMG - Álgebra Multilineal y Geometría

|  |  |
|--|--|
| Cuádricas  | Dedicación: 17h<br>Grupo grande/Teoría: 10h<br>Grupo mediano/Prácticas: 7h |
| Descripción: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Hipercuádricas de un espacio proyectivo.</li> <li>· Polaridad.</li> <li>· Clasificación proyectiva de cuádricas (real y compleja).</li> <li>· Clasificación afín de cuádricas (real y compleja).</li> <li>· Transformaciones por proyectividades. Secciones hiperplanas.</li> <li>· Cónicas. El Teorema de Steiner.</li> <li>· Geometría métrica en el contexto proyectivo.</li> </ul> |  |

### Sistema de calificación

La calificación constará de un examen final (nota EF), de una evaluación continuada (EC) y un examen parcial a mitad de cuatrimestre (EP).

El examen final constará de una parte de problemas y de una parte teórica.

La calificación final de la asignatura vendrá dada por:

máximo { EF , 0.8 EF+ 0.2 EP , 0.7 EF + 0.2 EP +0.1 EC , 0.9 EF+ 0.1 EC }

Además, habrá un examen extraordinario durante el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

### Bibliografía

Básica:

Casas Alvero, Eduardo. Analytic projective geometry. European Mathematical Society, 2011. ISBN 978-3-03719-138-5.

Greub, Werner Hildbert. Multilinear algebra. New York: Springer-Verlag, 1967.

Puerta Sales, Fernando. Algebra Lineal. Barcelona: Edicions UPC, 2005.

Reventós i Tarrida, Agustí. Geometria projectiva. Bellaterra: Servei de Publicacions UAB, 2000. ISBN 84-490-1978-8.

Complementaria:

Audin, Michèle. Geometry. Berlin: Springer, 2003. ISBN 3540434984.

Hartshorne, Robin. Foundations of projective geometry. New York: Irish Press International, 2009. ISBN 9784871878371.

Projective geometry : b3 course 2003 [en línea]. Disponible a: <<http://people.maths.ox.ac.uk/hitchin/hitchinnotes/hitchinnotes>>.

Santaló, Luís. Geometría proyectiva. 3a ed. Buenos Aires: Eudeba, 1977.

Xambó Descamps, Sebastián. Geometría [en línea]. 2a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2001 Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36176>>. ISBN 8483015110.

## 200112 - EALG - Estructuras Algebraicas

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA  
Otros: Primer quadrimestre:  
JOSEP ALVAREZ MONTANER - B  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - A, B  
BERNAT PLANS BERENGUER - A

### Capacidades previas

Contenidos de Fundamentos de las Matemáticas: conjuntos y aplicaciones; relaciones de equivalencia y orden; permutaciones; aritmética de números enteros y de polinomios; algoritmo de Euclides e identidad de Bézout; congruencias (aritmética modular); ...  
Contenidos de Álgebra Lineal: espacio vectorial, subespacio y espacio cociente; bases; matrices y cálculo matricial; ...

### Requisitos

Las asignaturas de primer curso Fundamentos de las Matemáticas y Álgebra Lineal

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

Genéricas:

5. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
7. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
8. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.

## 200112 - EALG - Estructuras Algebraicas

9. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.

10. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

11. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.

Transversales:

4. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

Tradicional: clases de teoría en que el profesor explica los contenidos de la asignatura y clases de problemas en que el profesor enseña como resolver algunos de los problemas de las listas.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

En esta asignatura el estudiante se familiariza con los conceptos básicos y aprende algunos de los resultados principales sobre las estructuras algebraicas más habituales: grupos, anillos, cuerpos y módulos.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200112 - EALG - Estructuras Algebraicas

### Contenidos

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Grupos</b></p>  | <p>Dedicación: 62h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 15h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 10h<br/>Aprendizaje autónomo: 37h 30m</p> |
| <p>Descripción:</p> <p>Grupos, subgrupos, clases laterales; homomorfismos, nucleo e imagen; subgrupos normales y grupo cociente; teorema de isomorfismo; orden de un elemento.</p> <p>Ejemplos de grupos; cíclicos, diedrales, simétrico, alternado, producto cartesiano, producto semidirecto, ...</p> <p>Grupos simples, simplicidad de los grupos alternados, teorema de Jordan-Hölder, grupos resolubles.</p> <p>Acción de un grupo en un conjunto, estabilizadores, órbitas, fórmula de las órbitas, acciones per traslación y por conjugación. Aplicacions.</p> <p>p-grupos y subgrupos de Sylow. Teorema de Sylow. Aplicaciones.</p>   |   |
| <p><b>Anillos</b></p>   | <p>Dedicación: 50h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 12h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 8h<br/>Aprendizaje autónomo: 30h</p>          |
| <p>Descripción:</p> <p>Anillo, grupo multiplicativo, subanillo, ideal, homomorfismo; anillo íntegro, cuerpo de fracciones; ideales primos y maximales.</p> <p>Divisibilidad; unidades y asociados; máximo común divisor e identidad de Bézout; irreducibles, primos y factorización única; anillo factorial; anillo principal; anillo euclidiano y algoritmo de Euclides.</p> <p>Polinomios a coeficientes en un cuerpo; grado; división euclídea; funciones racionales; raíces; derivación.</p> <p>Polinomios a coeficientes en un anillo factorial. Contenido y polinomios primitivos; lema de Gauss; factorización única; criterio de irreducibilidad de Eisenstein.</p> <p>Polinomios ciclotómicos.</p> |   |
| <p><b>Cuerpos</b></p>   | <p>Dedicación: 50h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 12h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 8h<br/>Aprendizaje autónomo: 30h</p>          |
| <p>Descripción:</p> <p>Cuerpo, ejemplos, característica, cuerpo primo, inmersiones.</p> <p>Extensiones, grado, elementos algebraicos y trascendentes, polinomio mínimo, cuerpo de descomposición, adjunción de elementos, extensiones simples, teorema del elemento primitivo.</p> <p>Cuerpos finitos: construcción, propiedades y clasificación.</p> <p>Aplicación: construcciones geométricas con regla y compás. Números construibles. Los tres problemas clásicos.</p> <p>Construcción de polígonos regulares: períodos de Gauss y caracterización de los polígonos construibles.</p>   |   |



## 200112 - EALG - Estructuras Algebraicas

|   |  |
|---|--|
| Módulos   | Dedicación: 25h<br>Grupo grande/Teoría: 6h<br>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br>Aprendizaje autónomo: 15h |
| Descripción:<br>Módulo, homomorfismo, módulo libre, matrices. Analogía con los espacios vectoriales.<br>Forma normal de Smith de una matriz sobre un DIP. Factores invariantes.<br>Teorema de clasificación de los módulos finitamente generados sobre DIP. Factores invariantes y divisores elementales.<br>Aplicaciones. Clasificación de los grupos abelianos finitos. Clasificación de endomorfismos y forma canónica racional. |  |

### Sistema de calificación

Exámenes parcial y final. La nota se obtendrá como la mejor entre las dos calificaciones siguientes: la del examen final, o bien 70% de la nota del final más 30% de la nota del parcial.  
 Examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

### Bibliografía

#### Básica:

- Artin, Michael. Algebra. 2nd. Boston: Prentice-Hall, 2011. ISBN 9780132413770.  
 Lang, Serge. Algebra. 3rd ed. rev.. New York: Springer, 2002. ISBN 038795385X.  
 Dummit, D.S.; Foote, R.M. Abstract algebra. 3rd ed.. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2004. ISBN 0471452343.  
 Garrett, P.B. Abstract algebra [en línea]. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2008 [Consulta: 31/05/0011]. Disponible a: <[http://www.math.umn.edu/~garrett/m/algebra/Whole\\_with\\_TOC.pdf](http://www.math.umn.edu/~garrett/m/algebra/Whole_with_TOC.pdf)>. ISBN 9781584886891.  
 Jacobson, Nathan. Basic algebra (vol.1). 2nd ed.. Mineola, NY: Dover, 2009. ISBN 9780486471891.

#### Complementaria:

- Hungerford, T.W. Algebra. New York: Springer-Verlag, 1974. ISBN 0387905189.  
 Albert, A.Adrian. Modern Higher Algebra. Chicago: University of Chicago Press, 1937.  
 Sigler, L.E.. Algebra. New York-Heidelberg: Springer, 1981. ISBN 3540901957.  
 Bogopolskij, Oleg Vladimirovic. Introduction to group theory. Zürich: European Mathematical Society, 2008. ISBN 9783037190418.  
 Atiyah, M.F.; Macdonald, G. Introducción al álgebra conmutativa. Barcelona: Reverté, 1973. ISBN 8429150080.  
 Shafarevich, I.R. Basic notions of algebra [en línea]. Berlin: Springer, 2005 Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/b137643>>. ISBN 3-540-25177-4.

## 200121 - TOP - Topología

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: PEDRO PASCUAL GAINZA  
Otros: Segon quadrimestre:  
JOSE BURILLO PUIG - A, B  
JOSEP ELGUETA MONTO - CFIS  
ANNA DE MIER VINUÉ - A, B  
PEDRO PASCUAL GAINZA - A, B, CFIS

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión

## 200121 - TOP - Topología

crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

Teoría. Clases magistrales en las cuales se desarrolla todo el cuerpo de la asignatura. Dado que, además de informativa (vocabulario topológico) se trata de una asignatura formativa, se demuestran la mayoría de los resultados. Se procura introducir cada tema con alguna motivación que haga referencia a conocimientos previos del estudiantes, o bien a problemas de la propia materia. Resultados y definiciones son ilustrados con ejemplos y contra-ejemplos y ejercicios sencillos.

Problemas. Las clases de problemas pretenden que el estudiante se ejercite en la práctica y el desarrollo de los conceptos y resultados introducidos en las clases de teoría.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200121 - TOP - Topología

### Contenidos

|  |  |
|--|--|
| Espacios métricos  | Dedicación: 10h<br>Grupo grande/Teoría: 3h<br>Grupo mediano/Prácticas: 2h<br>Aprendizaje autónomo: 5h  |
| Descripción:<br>Bolas abiertas y cerradas. Conjuntos abiertos. Aplicaciones continuas. Distancias equivalentes.  |  |
| Espacios topológicos   | Dedicación: 24h<br>Grupo grande/Teoría: 7h<br>Grupo mediano/Prácticas: 5h<br>Aprendizaje autónomo: 12h |
| Descripción:<br>Abiertos y cerrados. Bases, subbases, entornos. Aplicaciones continuas, homeomorfismos. El primer axioma de numerabilidad: caracterización de propiedades topológicas mediante el límite de sucesiones. Espacios de Hausdorff. |  |
| Construcción de espacios topológicos   | Dedicación: 24h<br>Grupo grande/Teoría: 7h<br>Grupo mediano/Prácticas: 5h<br>Aprendizaje autónomo: 12h |
| Descripción:<br>Subespacios. Productos de espacios topológicos. Espacio cociente. Ejemplos: superficies topológicas.   |  |
| Compacidad   | Dedicación: 14h<br>Grupo grande/Teoría: 4h<br>Grupo mediano/Prácticas: 3h<br>Aprendizaje autónomo: 7h  |
| Descripción:<br>Espacios compactos. Continuidad y compacidad. Teorema del valor máximo. Productos y cocientes de espacios compactos. Compacidad en espacios métricos: lema del número de Lebesgue.   |  |

## 200121 - TOP - Topología

|   |   |
|---|---|
| <p>Conexión</p>   | <p>Dedicación: 14h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 4h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 3h<br/>Aprendizaje autónomo: 7h</p>  |
| <p>Descripción:<br/>Espacios conexos. Componentes conexas. Continuidad y conexión. Teorema del valor intermedio. Espacios arcoconexos. Componentes arcoconexas.</p>   |   |
| <p>Introducción a la homotopía</p>  | <p>Dedicación: 20h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 10h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Introducción a la homotopía de aplicaciones continuas. Espacios contráctiles. Retractos de deformación. El conjunto de las clases de homotopía <math>[X, Y]</math>. El grupo abeliano <math>[S^1, S^1]</math>: grado de una aplicación.</p> |   |
| <p>Aplicaciones a la topología del plano</p>  | <p>Dedicación: 22h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 7h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 11h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Índice de una curva cerrada. Teoremas de Poincaré-Böhl y Rouché. Teorema del punto fijo de Brouwer. El teorema fundamental del álgebra. El teorema de Borsuk-Ulam. Invariancia de la dimensión.</p>   |   |
| <p>Classificación de superficies compactas</p>  | <p>Dedicación: 22h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 7h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 11h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Triangulación de superficies compactas. Superficies poligonales. Superficies standard. Suma conexa de superficies. Teorema de clasificación. Orientación, género y característica de Euler.</p>   |   |

## 200121 - TOP - Topología

### Sistema de calificación

Examen parcial no eliminatorio de materia.

Examen final que incluirá una pregunta de teoría y una parte de resolución de problemas.

La nota final será el resultado de un máximo entre la nota del examen final y el resultado de considerar también la nota del examen parcial (con un peso del 25%).

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

### Bibliografía

#### Básica:

Kosniowski, Czes. Topología algebraica. Barcelona: Reverté, 1992. ISBN 978-84-291-5098-8.

Munkres, James R. Topología. 2a ed. Madrid: Prentice-Hall, 2002. ISBN 8420531804.

Pascual Gainza, P.; Roig, A. Topologia [en línea]. Barcelona: Edicions UPC, 2004 Disponible a:  
<<http://hdl.handle.net/2099.3/36790>>. ISBN 8483017504.

Sieradski, A. An introduction to topology and homotopy. Boston: PWS-KENT, 1992. ISBN 0534929605.

Viro, O. Ya. Elementary topology : problem textbook. Providence: American Mathematical Society, 2008. ISBN 9780821845066.

#### Complementaria:

Jänich, Klaus. Topology. New York: Springer-Verlag, 1984. ISBN 0387908927.

Massey, William S. A basic course in algebraic topology. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 038797430X.

Navarro Aznar, V.; Pascual Gainza, P. Topologia algebraica. Barcelona: Edicions UB, 1999. ISBN 8483381230.

Wall, C.T.C. A geometric introduction to topology. New York: Dover, 1993. ISBN 0486678504.

## 200122 - GD - Geometría Diferencial

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán, Castellano

### Profesorado

Responsable: JAUME AMOROS TORRENT  
Otros: Segon quadrimestre:  
JAUME AMOROS TORRENT - A, B  
MARIA IMMACULADA GALVEZ CARRILLO - A, B  
CARLES PADRO LAIMON - A, B

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

5. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
7. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
8. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
9. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
10. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
11. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

## 200122 - GD - Geometría Diferencial

Transversales:

4. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |



## 200122 - GD - Geometría Diferencial

### Contenidos

|   |  |
|---|--|
| <p>1. Curvas en el plano y el espacio</p>   | <p>Dedicación: 16h<br/>Grupo grande/Teoría: 4h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 8h</p>  |
| <p>Descripción:<br/>Curvas parametrizadas. Recta tangente. Ejemplos. Curvas regulares, longitud de arco. Curvatura, vector normal, vector binormal, torsión, triedro y fórmulas de Frenet. Teorema fundamental de la teoría de curvas.</p>  |  |
| <p>2. Teoría elemental de superficies</p>   | <p>Dedicación: 20h<br/>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 10h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Superficies regulares, parametrizaciones. Funciones diferenciables sobre superficies, puntos críticos. Plano tangente, recta normal. Diferencial de una aplicación, difeomorfismos. Geometría en el plano tangente: primera forma fundamental. Geometría en la superficie: medida de longitudes, ángulos y áreas.</p>   |  |
| <p>3. Curvatura de Gauss</p>  | <p>Dedicación: 20h<br/>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 10h</p> |
| <p>Descripción:<br/>La aplicación de Gauss. La diferencial de la aplicación de Gauss y la segunda forma fundamental. Curvatura normal: Teorema de Meusnier. Curvaturas principales, líneas de curvatura: teoremas de Rodrigues y de Euler. Curvaturas de Gauss y media. Clasificación de los puntos de una superficie. Direcciones y curvas asintóticas. Indicatriz de Dupin.</p> |  |
| <p>4. Ejemplos de superficies</p>   | <p>Dedicación: 12h<br/>Grupo grande/Teoría: 2h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 6h</p>  |
| <p>Descripción:<br/>Fórmulas básicas para el cálculo de la segunda forma fundamental: ecuaciones de Weingarten. Superficies planas. Superficies regladas. Cuádricas. Superficies de revolución. Superficies mínimas.</p>  |  |

## 200122 - GD - Geometría Diferencial

|  |  |
|--|--|
| <p>5. Ecuaciones fundamentales de las superficies</p>  | <p>Dedicación: 12h<br/>Grupo grande/Teoría: 4h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 2h<br/>Aprendizaje autónomo: 6h</p>  |
| <p>Descripción:<br/>Isometrias, isometrias locales. Símbolos de Christoffel. Fórmula de Gauss y Teorema Egregio. Ecuaciones de compatibilidad de Codazzi-Mainardi. Teorema de Bonnet.</p>  |  |
| <p>6. Geometria sobre las superficies</p>  | <p>Dedicación: 20h<br/>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 10h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Derivada covariante, transporte paralelo. Curvatura geodésica, geodésicas, fórmula de Liouville. Aplicación exponencial, propiedad minimal de las geodésicas. Fórmula del exceso/defecto para la suma de los ángulos de un triángulo. El Teorema de Gauss-Bonnet y aplicaciones.</p>   |  |
| <p>7. Algunos resultados globales</p>  | <p>Dedicación: 16h<br/>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 2h<br/>Aprendizaje autónomo: 8h</p>  |
| <p>Descripción:<br/>Superficies de curvatura constante: el teorema de Minding. Superficies completas. Superficies completas de curvatura constante: la esfera, el plano y los cilindros, el teorema de Hilbert. Métricas y superficies: el toro plano y las superficies hiperbólicas de curvatura -1. Geodésicas en superficies completas: el teorema de Hopf-Rinow.</p> |  |
| <p>8. Introducción a las variedades de dimensión superior</p>  | <p>Dedicación: 14h<br/>Grupo grande/Teoría: 5h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 2h<br/>Aprendizaje autónomo: 7h</p>  |
| <p>Descripción:<br/>Variedades diferenciales, funciones diferenciables. Espacio tangente, diferencial de una función. Valores regulares y subvariedades. Ejemplos.</p>   |  |

## 200122 - GD - Geometría Diferencial

### Sistema de calificación

La calificación de la asignatura se obtendrá a partir de:

EP : Examen Parcial

EF : Examen Final

según la ponderación siguiente:

Nota Final =  $\max(\text{EF}, 0.3 \text{ EP} + 0.7 \text{ EF})$ .

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

### Normas de realización de las actividades

Los exámenes (EF y EP) contendrán preguntas teóricas y prácticas.

Únicamente se permitirá llevar un formulario.

## 200122 - GD - Geometría Diferencial

### Bibliografía

#### Básica:

Bär, C. Elementary differential geometry [en línea]. New York: Cambridge University Press, 2010 Disponible a:  
<<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10392882>>. ISBN 978-0521721493.

Carmo, Manfredo Perdigão do. Differential geometry of curves and surfaces. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1976. ISBN 0132125897.

Montiel, S. ; Ros, A. Curves and surfaces. Providence: American Mathematical Society, 2005.

O'Neill, B. Elementary differential geometry [en línea]. Academic Press - Elsevier, 2007 Disponible a:  
<<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10382842>>. ISBN 9780080505428.

Oprea, J. Differential Geometry and its applications. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall, 2007. ISBN 0130652466.

Pascual, P. Apunts de geometria diferencial [en línea]. 2015 Disponible a:  
<<http://upcommons.upc.edu/handle/2117/104841>>.

#### Complementaria:

Callahan, J. The geometry of spacetime: an introduction to special and general relativity. New York: Springer Verlag, 2000. ISBN 0387986413.

Cordero, Luis A.; Fernández, M.; Gray, A. Geometría diferencial de curvas y superficies con Mathematica. Buenos Aires [etc.]: Addison-Wesley Iberoamericana, 1995. ISBN 0201653648.

Spivak, M. A comprehensive introduction to differential geometry. Vols. 2/3. 3rd ed. Houston: Publish or Perish, 1999. ISBN 0914098705.

Weeks, J.R. The shape of space. 2nd. New York: Marcel Dekker Inc., 2002. ISBN 0824707095.

#### Otros recursos:

\*Famous Curves Applet Index <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Java/>

\*3D-XplorMath, de Richard Palais: <http://3d-xplormath.org/>

\*Wolfram mathworld curves <http://mathworld.wolfram.com/topics/Curves>

\*National Curve bank <http://curvebank.calstatela.edu/home/home.htm>

\*Open Geometry Gallery [http://www1.uni-ak.ac.at/geom/opengeometry\\_gallery](http://www1.uni-ak.ac.at/geom/opengeometry_gallery)

\*Virtual Math museum [http://virtualmathmuseum.org/Surface/gallery\\_o](http://virtualmathmuseum.org/Surface/gallery_o)

\*Wolfram mathworld surfaces <http://mathworld.wolfram.com/topics/Surfaces>

\*Otras galerías <http://faculty.evansville.edu/ck6/GalleryTwo/Introduction2>

## 200131 - TP - Teoría de la Probabilidad

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán, Castellano, Inglés

### Profesorado

Responsable: JUAN JOSÉ RUE PERNA  
Otros: Primer quadrimestre:  
ANNA DE MIER VINUÉ - B  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - A, B  
JORDI VALERO BAYA - A

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

5. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas contruidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
7. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
8. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
9. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
10. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
11. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión

## 200131 - TP - Teoría de la Probabilidad

crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

4. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

Clases de teoría, problemas i prácticas. Se dará importancia especial al trabajo del estudiante durante el curso a través de la entrega de problemas, realización de prácticas y lecturas.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

La asignatura tiene dos objetivos principales (1) presentar la teoría de la probabilidad como un cuerpo de conocimientos rico, atractivo y útil a diversas ramas de la ciencia (y de las matemáticas en particular) en la modelización matemática de fenómenos que involucran incertidumbre o aleatoriedad, y(2) proporcionar los conocimientos necesarios para asignaturas posteriores en el Grado de Matemáticas.

En lo que se refiere a objetivos concretos, los estudiantes deberán alcanzar los siguientes objetivos en conocimientos, habilidades y competencias:

- \* Conocer el concepto de probabilidad y sus propiedades.
- \* Conocer los modelos básicos discretos y continuos de probabilidad.
- \* Utilizar el concepto de variable aleatoria para formalizar y resolver problemas de cálculo de probabilidades.
- \* Conocer la noción de momentos de variables aleatorias y los resultados fundamentales relacionados con ellos.
- \* Conocer los resultados de convergencia de variables aleatorias y sus aplicaciones, especialmente los teoremas del límite central y las leyes de los grandes números.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200131 - TP - Teoría de la Probabilidad

### Contenidos

|   |   |
|---|---|
| Espacios de probabilidad y variables aleatorias   | <p>Dedicación: 23h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 2h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h 30m</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fenómenos aleatorios, resultados y sucesos.</li> <li>- Probabilidad.</li> <li>- Probabilidad condicionada</li> <li>- Independencia</li> <li>- Espacios producto</li> <li>- Variables aleatorias y distribuciones de probabilidad.</li> <li>- Vectores aleatorios. Independencia.</li> </ul>  |   |
| Variables aleatorias (I): variables discretas   | <p>Dedicación: 36h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 7h 30m<br/>Grupo mediano/Prácticas: 6h<br/>Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Función de probabilidad</li> <li>- Independencia</li> <li>- Esperanza y momentos de una variable aleatoria</li> <li>- Modelos de distribuciones discretas</li> <li>- Distribuciones conjuntas. Covarianza y correlación. Independencia.</li> <li>- Distribuciones condicionadas. Esperanza condicionada.</li> <li>- Sumas de variables aleatorias.</li> </ul>        |   |
| Variables aleatorias (II): variables continuas  | <p>Dedicación: 48h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 12h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 8h<br/>Aprendizaje autónomo: 28h</p>        |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Función de densidad de probabilidad.</li> <li>- Esperanza y momentos de variables aleatorias.</li> <li>- Modelos de distribuciones continuas.</li> <li>- Distribuciones conjuntas. Independencia. Distribuciones condicionadas.</li> <li>- Funciones de variables aleatorias.</li> <li>- Distribución Normal multidimensional y distribuciones asociadas.</li> </ul> |   |

## 200131 - TP - Teoría de la Probabilidad

|   |  |
|---|--|
| <p>Funciones generadoras</p>  | <p>Dedicación: 36h<br/>Grupo grande/Teoría: 7h 30m<br/>Grupo mediano/Prácticas: 6h<br/>Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Función generadora de probabilidades</li> <li>- Función generadora de momentos y función característica.</li> <li>-Teoremas de inversion y continuidad.</li> </ul>                       |  |
| <p>Convergencia de variables aleatorias</p>   | <p>Dedicación: 36h<br/>Grupo grande/Teoría: 7h 30m<br/>Grupo mediano/Prácticas: 6h<br/>Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Sucesiones de variales aleatorias</li> <li>- Convergencia en distribución. Teorema del límite central</li> <li>- Modos de convergencia</li> <li>- Leyes de los grandes números</li> </ul> |  |

### Sistema de calificación

Entrega de problemas/actividades (10%), examen cuatrimestral (30%) y examen final (60%). La nota del examen final prevalecerá si es superior a la ponderada del curso.

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.



## 200131 - TP - Teoría de la Probabilidad

### Bibliografía

#### Básica:

Grimmett, G.R.; Stirzaker, D.R. Probability and random processes. 3a ed. Oxford [etc.]: Oxford University Press, 2001. ISBN 9780198572220.

Sanz, Marta. Probabilitats. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 1999. ISBN 8483380919.

Pitman, Jim. Probability. New York [etc.]: Springer, cop, 1993. ISBN 0387979743.

Gut, Allan. An Intermediate course in probability. 2nd ed. Springer, ISBN 978-1-4419-0162-0.

#### Complementaria:

Julià de Ferran, Olga ... [et al.]. Probabilitats: problemes i més problemes. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2005. ISBN 8447529061.

Feller, W. An introduction to probability theory and its applications (Vol. 1,2). 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1968. ISBN 0471257117.

Grinstead, Charles M.; Snell, L.J. Introduction to probability. American Mathematical Society, 2006.

Chung, Kai Lai. A course in probability theory. New York: Academic Press, 1974. ISBN 012174650X.

Cuadras, C. M. (Carlos María). Problemas de probabilidades y estadística. Vol 1: Probabilidad. Barcelona: EUB, 2000. ISBN 8483120313.

Tabak, J. Probability and statistics: the science of uncertainty. New York: Facts On File, 2004. ISBN 0816049564.

#### Otros recursos:

##### Enlace web

Grinstead, Charles M.; Snell, Laurie J. Introduction to Probability

[http://www.dartmouth.edu/~chance/teaching\\_aids/books\\_articles/probability\\_book/book.html](http://www.dartmouth.edu/~chance/teaching_aids/books_articles/probability_book/book.html)

The Probability Web (Teaching resources)

<http://www.mathcs.carleton.edu/probweb/probweb.html>

Chance

<http://www.dartmouth.edu/~chance/>

The R Project for Statistical Computing

R is a free software environment for statistical computing and graphics.

<http://www.r-project.org/>

Mat2: Materials Matemàtics

<http://www.mat.uab.es/matmat/Cast/index.html>

Revista electrònica de divulgació matemàtica editada pel Departament de Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona. Inclou articles molt interessants sobre temes de probabilitat.

## 200132 - EST - Estadística

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: MARTA PÉREZ CASANY  
Otros: Segon quadrimestre:  
MARTA PÉREZ CASANY - A, B  
JOSEP ANTON SÁNCHEZ ESPIGARES - B  
JORDI VALERO BAYA - A

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

5. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
7. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
8. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
9. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
10. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
11. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

## 200132 - EST - Estadística

Transversales:

4. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

En lo que se refiere a la docencia presencial, el curso tiene 5 horas de clase por semana, de las cuales 3 se dedican a clases de teoría y 2 a problemas o prácticas.

Clases de teoría:

Las clases de teoría son principalmente clases magistrales del profesor de teoría. Se desarrollan demostraciones en la pizarra, y se resumen conceptos importantes mediante transparencias. Se presentan ejemplos detallados, con especial énfasis en la aplicación de la estadística a problemas reales. Se hace uso del campus virtual Atenea para difundir material utilizado en clase.

Clases de problemas:

El profesor de problemas presenta con antelación el enunciado de los ejercicios que los estudiantes deben resolver. En clase, el profesor (o uno de los estudiantes) expone y comenta la solución de los ejercicios. Los estudiantes entregan ejercicios que puntúan. El profesor de problemas corrige ejercicios que puntúan, algunos de los cuales pueden ser resueltos en horario de clase. Se usa el campus virtual Atenea para difundir material de clase.

Clases de laboratorio:

Las clases de laboratorio se realizarán con el paquete estadístico R. Serán algunas clases puntuales introductorias juntamente con el último mes de clase que se dedicará a la modelización estadística.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

Un estudiant que ha cursado el curso Estadística:

1. Es capaz de realizar e interpretar estadística descriptiva básica con un ordenador utilizando un programa estadístico.
  2. Es capaz de hacer inferencia estadística con un programa estadístico y interpretar correctamente los resultados obtenidos.
  3. Puede formular la diferencia entre las dps escuelas estadísticas, la frecuentista y la bayesiana.
  4. Es capaz de obtener analíticamente estimadores por método de momentos, por método de máxima verosimilitud y obtener estimadores bayesianos para los parámetros de las distribuciones más conocidas.
  5. Es capaz de comparar diferentes estimadores y seleccionar el estimador óptimo según algún criterio de optimalidad (sesgo, varianza, error cuadrático medio).
  6. Es capaz de diseñar un test óptimo para determinados contrastes de hipótesis sobre parámetros de distribuciones, aplicando el criterio de Neyman-Pearson y la razón de la verosimilitud generalizada.
  7. Es capaz de formular la diferencia entre tests paramétricos y no paramétricos.
  8. Es capaz de aplicar las pruebas paramétricas clásicas (test Z de la normal, t de student con muestras independientes y con datos aparejados, F para igualdad de varianzas) a conjuntos de datos e interpretar correctamente los resultados.
  9. Es capaz de aplicar las pruebas no-paramétricas más habituales (Chi-cuadrado para independencia, prueba del signo) a conjuntos de datos y interpretar correctamente los resultados.
  10. Es capaz de leer y entender la inferencia y la estadística descriptiva realizada en un artículo científico publicado.
- L'estudiant que ha cursat Estadística:

## 200132 - EST - Estadística

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200132 - EST - Estadística

### Contenidos

|   |   |
|---|---|
| <h3>1. INTRODUCCIÓN</h3>  | <p>Dedicación: 18h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 4h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 3h<br/>Aprendizaje autónomo: 11h</p> |
| <p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Estadística descriptiva univariante, bivariante y multivariante.</li> <li>1.2. Población y muestra.</li> <li>1.3. Distribuciones relacionadas con la Normal.</li> </ol> <p>Actividades vinculadas:<br/>Clases de teoría y tres sesiones de laboratorio.</p> <p>Objetivos específicos:<br/>Realizar estadística descriptiva uni y bivariante.</p>  |   |
| <h3>2. ESTIMACIÓN PUNTUAL</h3>  | <p>Dedicación: 30h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 20h</p>   |
| <p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Método de los momentos.</li> <li>2.2. Método de máxima verosimilitud.</li> <li>2.3. Estimación Bayesiana.</li> </ol> <p>Actividades vinculadas:<br/>Clases de teoría y sesiones de problemas.</p> <p>Objetivos específicos:<br/>Construcción de estimadores de parámetros mediante diferentes métodos de estimación.</p>  |   |
| <h3>3. AVALUACIÓN DE ESTIMADORES</h3>   | <p>Dedicación: 26h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 16h</p>   |
| <p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Propiedades de estimadores: sesgo, varianza, error cuadrático medio, suficiencia, consistencia, eficiencia.</li> <li>3.2. Teorema de Cramér-Rao. Información de Fisher.</li> <li>3.3. Propiedades asintóticas del máximo verosímil.</li> </ol> <p>Actividades vinculadas:<br/>Clases de teoría, sesiones de problemeas.</p> <p>Objetivos específicos:<br/>Derivar propiedades de estimadores.</p> |   |

## 200132 - EST - Estadística

|  |  |
|--|--|
| <p>4. PRUEBAS DE HIPOTESIS</p>   | <p>Dedicación: 37h<br/>Grupo grande/Teoría: 7h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 25h</p>       |
| <p>Descripción:</p> <p>4.1. Ingredientes básicos de la prueba de hipótesis. Hipótesis nula y alternativa. Errores de tipo I y II. Tamaño de un test y función de potencia.</p> <p>4.2. Criterio de Neyman Pearson para hipótesis simples.</p> <p>4.3. Extensión de Neyman Pearson para hipótesis unilaterales.</p> <p>4.4. Test de la razón de verosimilitud monótona.</p> <p>4.5. Test de la razón de verosimilitud generalizado.</p> <p>4.6 Prueba <math>\chi^2</math> para tablas de contingencia y bondad de ajuste.</p> <p>Actividades vinculadas:<br/>Clases de teoría, sesiones de problemas.</p> <p>Objetivos específicos:<br/>Diseño de las pruebas de hipótesis.</p> |  |
| <p>5. ESTIMACIÓN POR INTERVAL.</p>   | <p>Dedicación: 8h 10m<br/>Grupo grande/Teoría: 2h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 2h<br/>Aprendizaje autónomo: 4h 10m</p> |
| <p>Descripción:</p> <p>5.1. Intervalos de confianza</p> <p>5.2. Intervalos asociados a cantidades pivotaes.</p> <p>5.3. Intervalos asociados al modelo Normal.</p> <p>Actividades vinculadas:<br/>Clases de teoría, sesiones de problemas y laborator.</p> <p>Objetivos específicos:<br/>Construcción de intervalos de confianza.</p>  |  |

## 200132 - EST - Estadística

|   |   |
|---|---|
| 6. EL MODELO LINEAL y LINEAL GENERALIZADO   | Dedicación: 60h<br>Grupo grande/Teoría: 13h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 7h<br>Aprendizaje autónomo: 40h |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>6.1. Regresión lineal simple i múltiple.</li><li>6.2. Supuestos del modelo lineal. Estimación por mínimos cuadrados y máxima verosimilitud.</li><li>6.3 Multicolinealidad. Leverage. Observaciones influyentes.</li><li>6.4 Bondad del ajuste y coeficiente de determinación.</li><li>6.5 Predicción.</li><li>6.6 Análisis de residuos.</li><li>6.7 Anova</li><li>6.8 Ancova</li><li>6.9 Definición de modelo lineal generalizado. Casos binomial y Poisson.</li></ul> <p>Actividades vinculadas:<br/>Práctias de laboratorio.</p> <p>Objetivos específicos:<br/>Aplicar regresión lineal e interpretar los resultados obtenidos.</p> |   |

**Sistema de calificación**

La evaluación comprende los elementos: examen final, examen parcial, realización de cuestionarios y entrega de ejercicios. Los exámenes final y parcial constan de preguntas abiertas de teoría y de problemas a resolver. Habrá dos cuestionarios que son dos mini pruebas que ser realizarán en horario de clase y tendrán una hora de duración. Los entregables son unos ejercicios a realizar por el alumno de forma individual, que le serán asignados con un par de semanas de antelación. En total habrá tres entregables durante el curso.

Se calcula la nota de evaluación continuada (NEC) como:

$$NEC = 0.5 * N_{Final} + 0.25 * N_{Parcial} + 0.125 * N_{Questionarios} + 0.125 * N_{Entregables}$$

La nota final del curso (NF) es el máximo entre la nota NEC y la nota del examen final:

$$NF = \max(NEC, N_{Final})$$

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

## 200132 - EST - Estadística

### Bibliografía

#### Básica:

Casella, G., & Berger, R.L. Statistical inference. 2nd ed. Pacific Grove: Duxbury, Pacific Groove, CA, USA., 2002. ISBN 0534243126.

De Groot, M.H. & Schervish, M.J. Probability and statistics. 4th ed. Boston: Pearson, 2012. ISBN 9780321709707.

Moore, D.S. Estadística aplicada básica. 2a ed.. Barcelona: Antoni Bosch, 2005. ISBN 8495348047.

#### Complementaria:

Dalgaard, P. Introductory statistics with R [en línea]. 2nd ed.. New York: Springer, 2008Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-79054-1>>. ISBN 9780387790534.

Peck, R...[et al.]. Statistics: a guide to the unknown. 4th ed. Duxbury Resource Center, 2006.

Bartoszynski, R.;Niewiadowska-Bugaj, M. Probability and statistical inference [en línea]. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2008Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10225361>>.

Wasserman, L. All of statistics: a concise course in statistical inference. Pittsburgh: Springer, 2010. ISBN 9781441923226.

#### Otros recursos:

##### Enlace web

R-software: [www.r-project.org](http://www.r-project.org)

##### Recurso



## 200141 - EDOS - Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA  
Otros: Primer quadrimestre:  
INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA - A, B  
MARIA TERESA MARTINEZ-SEARA ALONSO - A  
CHARA PANTAZI - B

### Horario de atención

Horario: A convenir por e-mail

### Capacidades previas

Álgebra lineal y multilineal, cálculo diferencial e integral, topología, física, informática y variable compleja.

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

5. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
7. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
8. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.

## 200141 - EDOS - Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

- 9. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
- 10. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- 11. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
- 12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

- 4. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

La asignatura consta de 3 horas a la semana de clases expositivas (lecciones magistrales) y 2 horas a la semana de resolución de problemas.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de: 1) Aplicar correctamente los teoremas fundamentales sobre EDOs; 2) Resolver varias EDOs simples (lineales de primer orden, separables, Bernoulli, Ricatti, lineales a coeficientes constantes, etc.); 3) Dibujar el croquis de sistemas de EDOs lineales a coeficientes constantes 2D y 3D; 4) Determinar la estabilidad de los sistemas de EDOs lineales a coeficientes periódicos; y 5) Determinar la estabilidad de algunas soluciones simples de sistemas de EDOs no lineales.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200141 - EDOS - Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

### Contenidos

|  |  |
|--|--|
| <p>Teoremas fundamentales</p>  | <p>Dedicación: 60h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 18h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 6h<br/>Aprendizaje autónomo: 36h</p>         |
| <p>Descripción:<br/>Motivación de la asignatura. Interpretación geométrica de una EDO: campos de vectores. Problemas de valor inicial (PVI). Teoremas de existencia y unicidad. Soluciones maximales. Regularidad respecto condiciones iniciales y parámetros.</p>   |  |
| <p>Métodos particulares de resolución</p>  | <p>Dedicación: 25h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 0h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 10h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p>         |
| <p>Descripción:<br/>EDOs lineales de primer orden. EDOs separables y factor integrante. Cambios de variable. EDOs homogéneas, de Bernoulli, de Ricatti, de Lagrange y de Clairaut.</p>   |  |
| <p>Ecuaciones y sistemas lineales</p>  | <p>Dedicación: 50h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 10h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 10h<br/>Aprendizaje autónomo: 30h</p>        |
| <p>Descripción:<br/>Sistemas homogéneos: matrices fundamentales y matriz principal. Sistemas no homogéneos: fórmula de variación de parámetros. Fórmula de Liouville: evolución del volumen por un flujo no lineal. Sistemas lineales a coeficientes periódicos: teorema de Floquet. EDOs lineales: reducción de orden, polinomio característico, oscilaciones, coeficientes indeterminados, variación de parámetros, etc.</p> |  |
| <p>Introducción a la teoría cualitativa</p>  | <p>Dedicación: 27h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 11h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 0h<br/>Aprendizaje autónomo: 16h 30m</p> |
| <p>Descripción:<br/>Clasificación de los sistemas de EDOs lineales a coeficientes constantes 2D y 3D. Estabilidad de los sistemas de EDOs lineales a coeficientes periódicos. Estabilidad de algunas soluciones simples de sistemas no lineales.</p>   |  |

## 200141 - EDOS - Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

|   |  |
|---|--|
| Repaso  | Dedicación: 25h<br>Grupo grande/Teoría: 6h<br>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br>Aprendizaje autónomo: 15h |
| Descripción:<br>Este repaso está pensado para solventar la discrepancia entre las 75 clases presenciales que la normativa prevee y las (aproximadamente) 65 clases presenciales que se hacen realmente. |  |

### Sistema de calificación

Un examen parcial no eliminatorio (P) y un examen final (F). La nota final es  
$$N = \max(F, 0.3 \cdot P + 0.7 \cdot F).$$

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

### Normas de realización de las actividades

En todos los exámenes se puede llevar un formulario manuscrito en una hoja tamaño DIN A4, excepto en la parte de teoría.

### Bibliografía

Básica:

- Meiss, J.D. Differential dynamical systems [en línea]. 2007. Philadelphia: Society for Industrial & Applied Mathematics, 2007. Disponible a: <<http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718232>>. ISBN 9780898716351.
- Tenenbaum, Morris ; Pollard, Harry. Ordinary differential equations : an elementary textbook for students of mathematics, engineering, and the sciences. New York: Dover Publications, 1985. ISBN 0486649407.
- Teschl, Gerald. Ordinary differential equations and dynamical systems [en línea]. Providence: Amer. Math. Soc, 2012 [Consulta: 22/11/2012]. Disponible a: <<http://www.mat.univie.ac.at/~gerald/ftp/book-ode/>>.
- Sotomayor, Jorge. Lições de equações diferenciais ordinárias. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), 1979. ISBN 9216050624.
- Arnol'd, V. I. (Vladimir Igorevich), 1937-. Ordinary Differential Equations. Cambridge (Massachusetts): The Mit Press, 1973. ISBN 0262010372.
- Braun, Martin. Differential equations and their applications. 4a ed. Springer-Verlag, 1993. ISBN 0387978941.

## 200142 - EDPS - Ecuaciones en Derivadas Parciales

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: XAVIER CABRE VILAGUT  
Otros: Segon quadrimestre:  
XAVIER CABRE VILAGUT - A, B  
MATTEO COZZI - B  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - A

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

5. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
7. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
8. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
9. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
10. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
11. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

## 200142 - EDPS - Ecuaciones en Derivadas Parciales

Transversales:

4. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200142 - EDPS - Ecuaciones en Derivadas Parciales

### Contenidos

|  |  |
|--|--|
| <p>Introducción</p>  | <p>Dedicación: 29h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 8h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 6h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h 30m</p>  |
| <p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fórmula de integración por partes; la ecuación de la calor a partir de principios físicos y del teorema de la divergencia; condiciones de contorno y iniciales; problemas bien planteados.</li> <li>2. Ejemplos d'EDPs importantes y de lo que modelizan. La ecuación lineal del transporte.</li> </ol>  |  |
| <p>La ecuación de difusión o del calor</p>   | <p>Dedicación: 48h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 10h 30m<br/>Grupo mediano/Prácticas: 8h<br/>Aprendizaje autónomo: 30h</p> |
| <p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. La ecuación de difusión en dominios acotados (solución por separación de variables y series de Fourier; método de energía y unicidad; principio del máximo y unicidad).</li> <li>4. La ecuación de difusión en <math>\mathbb{R}^n</math> (solución fundamental; delta de Dirac; convolución; teorema de existencia y unicidad; regularidad; ecuaciones no homogéneas y principio de Duhamel).</li> <li>5. La ecuación de difusión a partir del paseo aleatorio (paseo aleatorio y propagación de errores; relación entre las funciones calóricas y las densidades de probabilidad y la distribución gaussiana).</li> </ol> |  |
| <p>Las ecuaciones de Laplace y de Poisson</p>  | <p>Dedicación: 48h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 10h 30m<br/>Grupo mediano/Prácticas: 8h<br/>Aprendizaje autónomo: 30h</p> |
| <p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Propiedades de las funciones armónicas (ejemplos; separación de variables y la ecuación de Poisson en la bola; propiedad de la mediana, principio del máximo y unicidad; principios de Harnack y Liouville; relación entre las funciones armónicas, los caminos aleatorios, el Laplaciano discreto y las probabilidades de salida).</li> <li>7. Solución fundamental y función de Green (potencial newtoniano; funciones de Green; método de reflexiones: función de Green para el semi-espacio y para la bola).</li> <li>8. El principio de minimización de Dirichlet y el método de energía.</li> </ol>                  |  |

## 200142 - EDPS - Ecuaciones en Derivadas Parciales

|   |  |
|---|--|
| Ecuaciones de primer orden  | Dedicación: 25h<br>Grupo grande/Teoría: 6h<br>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br>Aprendizaje autónomo: 15h         |
| Descripción:<br>9. La ecuación lineal del transporte (ondas viajeras, características, estabilidad).<br>10. Ecuaciones de primer orden cuasilineales (ejemplos: dinámica del tráfico, ecuación de Burgers; método de las características; problema de Riemann, choques y condición de entropía).  |  |
| La ecuación de ondas  | Dedicación: 36h<br>Grupo grande/Teoría: 7h 30m<br>Grupo mediano/Prácticas: 6h<br>Aprendizaje autónomo: 22h 30m |
| Descripción:<br>11. Tipos de ondas. Dispersión. Ecuación de la cuerda vibrante (derivación; energía; separación de variables).<br>12. La ecuación de ondas en $\mathbb{R}$ (fórmula de d'Alembert; solución fundamental; ecuaciones no homogéneas; dominio de dependencia y dominio de influencia; propagación y reflexión de ondas). Clasificación de las EDPs lineales de segundo orden: variedades características y forma canónica.<br>13. La ecuación de ondas en $\mathbb{R}^3$ y $\mathbb{R}^2$ (fórmulas de Kirchoff y de Poisson; principio de Huygens). |  |

### Sistema de calificación

Habrá primero la nota de un examen parcial (P). Habrá también la nota del examen final (F). La nota final de la asignatura será el máximo entre F y  $(0,3 \cdot P + 0,7 \cdot F)$ .

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

### Normas de realización de las actividades

En las pruebas no se podrá disponer de material docente ni de notas de clase ni de formularios. El examen parcial no eliminará materia del final.



## 200142 - EDPS - Ecuaciones en Derivadas Parciales

### Bibliografía

#### Básica:

Salsa, Sandro. Partial differential equations in action: from modelling to theory [en línea]. Milan: Springer, 2008. Disponible a: < <http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10231792&p00>>. ISBN 9788847007512.

Peral, Ireneo. Primer curso de ecuaciones en derivadas parciales. Argentina: Addison-Wesley, 1995. ISBN 0201653575.

#### Complementaria:

Pinchover, Yehuda ; Rubinstein, Jacob. Introduction to partial differential equations. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. ISBN 978052161323X.

Strauss, W.A. Partial differential equations: an introduction. 2nd ed. New York: Wiley, 2008.

## 200151 - ALN - Álgebra Lineal Numérica

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: MARIA MERCEDES OLLE TORNER  
Otros: Segon quadrimestre:  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
JOSE TOMAS LAZARO OCHOA - B  
MARIA MERCEDES OLLE TORNER - A, B  
JUAN RAMON PACHA ANDUJAR - A

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión

## 200151 - ALN - Álgebra Lineal Numérica

crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |        |        |
|----------------------------|------------------------------|--------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h    | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h     | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h    | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 7h 30m | 4.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 105h   | 56.00% |

## 200151 - ALN - Álgebra Lineal Numérica

### Contenidos

|  |   |
|--|---|
| Introducción y errores   | Dedicación: 12h<br>Grupo grande/Teoría: 12h |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Aritmética exacta y aritmética finita</li> <li>· Error de truncamiento, error de redondeo y error inherente</li> <li>· Error absoluto y error relativo. Cifras significativas correctas</li> <li>· Propagación de errores. Condicionamiento de un problema</li> <li>· Introducción a métodos numéricos y lenguaje de programación</li> </ul>  |   |
| Sistemas lineales de ecuaciones: métodos directos  | Dedicación: 10h<br>Grupo grande/Teoría: 10h |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Conceptos básicos (simetría, definición positiva, ortogonalidad)</li> <li>· Sistemas con solución inmediata (matrices diagonales D y triangulares L, U)</li> <li>· Métodos de eliminación gaussiana, aplicación al cálculo del determinante</li> <li>· Métodos de factorización: LU, Cholesky (LLT), versiones generalizadas (LDU, LDLT)</li> <li>· Condicionamiento de un sistema lineal de ecuaciones. Número de condición de una matriz</li> <li>· Métodos de ortogonalización (QR), sistemas sobredeterminados</li> </ul> |   |
| Sistemas lineales de ecuaciones: métodos iterativos  | Dedicación: 7h<br>Grupo grande/Teoría: 7h   |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Introducción y pre-condicionadores</li> <li>- Convergencia</li> <li>- Método de Jacobi. Gauss-Seidel y sobre-relajación</li> </ul>   |   |
| Cálculo de vectores y valores propios  | Dedicación: 12h<br>Grupo grande/Teoría: 12h |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Conceptos básicos</li> <li>· Métodos de la potencia (directa e inversa)</li> <li>· Otros métodos: Jacobi, Hyman, QR</li> </ul>  |   |

## 200151 - ALN - Álgebra Lineal Numérica

### Sistema de calificación

Habrán dos trabajos prácticos que se realizarán en equipos de dos personas. Para ser evaluado en la asignatura es imprescindible la presentación de los dos trabajos acabados en la fecha indicada. Todos los miembros del equipo son responsables de la totalidad del informe, y han de conocer todos los aspectos.

Habrá una prueba de evaluación continuada (AC, basada en un examen de prácticas), un examen parcial a medio cuatrimestre y el examen final que constará de una part teórica y una de problemas

La nota final será

$$\text{NOTA} = 0.15AC + 0.85 \max(\text{EFINAL}, 0.2\text{EPARC} + 0.8\text{EFINAL})$$

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

### Bibliografía

#### Básica:

Grau Sánchez, M.; Noguera, M. Càlcul numèric. Barcelona: Edic. UPC, 1993. ISBN 8476532563.

Bonet, C. et al. Càlcul numèric. Barcelona: Edit. UPC, 1994.

Aubanell, A.; Benseny, A.; Delshams, A. Eines bàsiques de càlcul numèric. Barcelona: Pub. de la UAB, 1991. ISBN 847929230X.

#### Complementaria:

Mathews, J.H.; Fink, K.D. Métodos numéricos con MATLAB. 3ª ed. Prentice Hall, 2000. ISBN 8483221810.

Golub, G.H.; Van Loan, C.F. Matrix computations. 4th ed. The Johns Hopkins University Press, 2013. ISBN 9781421407944.

Quarteroni, A.; Saleri, F. Scientific computing with MATLAB and Octave. 3rd ed. Springer-Verlag, 2010. ISBN 9783642124297.

Kincaid, D.; Cheney, W. Análisis numérico : las matemáticas del cálculo científico. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994. ISBN 0201601303.

Press, W.H. et al. Numerical recipes: the art of scientific computing. 3rd ed. Cambridge: Cambridge university, 2007.

Stoer, J.; Bulirsch, R. Introduction to numerical analysis. 3rd ed. Springer-Verlag, 2010. ISBN 9781441930064.

## 200152 - PM - Programación Matemática

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA  
Otros: Primer quadrimestre:  
JORDI CASTRO PÉREZ - A, B  
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - A, B  
MARÍA PAZ LINARES HERREROS - A, B

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

## 200152 - PM - Programación Matemática

### Transversales:

11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200152 - PM - Programación Matemática

### Contenidos

|   |  |
|---|--|
| <p>Introducción</p>   | <p>Dedicación: 23h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 4h 30m<br/>Grupo mediano/Prácticas: 3h<br/>Aprendizaje autónomo: 16h</p>                                    |
| <p>Descripción:<br/>La Programación Matemática. Metodología de construcción de modelos de Programación Matemática. El papel de los modelos en los procesos de toma de decisiones cuantitativas. Principales clases de modelos de Programación Matemática: lineales, enteros, flujos en redes, no lineales, estocásticos, etc.</p>   |  |
| <p>Programación Lineal</p>  | <p>Dedicación: 47h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 13h 30m<br/>Grupo mediano/Prácticas: 6h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 3h<br/>Aprendizaje autónomo: 25h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Definición y ejemplos de problemas de programación lineal. Geometría de la programación lineal: conjuntos factibles y poliedros; soluciones óptimas, puntos extremos y soluciones básicas factibles. El algoritmo del simplex primal: desarrollo, convergencia y complejidad computacional. Teoría de dualitat: definición de problema dual y ejemplos, teoremas de dualidad. Dualidad y teorema de flujo máximo - corte mínimo. Algoritmo del simplex dual: desarrollo y convergencia. Análisis de sensibilidad.</p> |  |
| <p>Programación Lineal Entera</p>   | <p>Dedicación: 18h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 8h 30m</p>                                     |
| <p>Descripción:<br/>Definición de problema de programación lineal entera y ejemplos. Relajación lineal. Formulacións valides, fuertes e ideal. Algoritmos de programación entera: branch and bound, planos de corte de Gomory, branch and cut.</p>  |  |



## 200152 - PM - Programación Matemática

|  |  |
|--|--|
| <p>Programación No Lineal</p>  | <p>Dedicación: 28h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 7h 30m<br/>Grupo mediano/Prácticas: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 16h</p>  |
| <p>Descripción:<br/>Modelos de optimización no lineal. Existencia y caracterización de las soluciones de problemas de optimización. Condiciones de primer y segundo orden. Métodos de búsqueda lineal: ajustes de curvas, condiciones de Armijo-Goldstein. Métodos básicos de descenso: el método del gradiente y el método de Newton.</p> |  |
| <p>Programación No Lineal Con Restricciones</p>  | <p>Dedicación: 34h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 11h 30m<br/>Grupo mediano/Prácticas: 7h<br/>Aprendizaje autónomo: 16h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Problemas de Programación no Lineal con Restricciones. La función Lagrangiana. Condiciones de Kuhn y Tucker. Método del gradiente reducido.</p>  |  |

### Sistema de calificación

Habrà un examen parcial no liberador (ExP), un examen final de toda la materia (ExF), y una nota de prácticas (Pr).

La nota final NF de la asignatura será:

$$NF = \max\{ExF, 0.8 ExF + 0.2 Pr, 0.6 ExF + 0.2 ExP + 0.2 Pr\}$$

Además, habrá un examen extraordinario durante el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido. (En la convocatoria extraordinaria sólo se tendrá en cuenta la nota del examen extraordinario)

### Bibliografía

Básica:

Bertsimas, Dimitris ; Tsitsiklis, John Tsitsiklis. Introduction to linear optimization. Belmont: Athena Scientific, 1997. ISBN 1886529191.

Nocedal, Jorge ; Wright, Stephen J. Numerical optimization [en línea]. 2nd ed. Springer Science + Business Media, 2006 [Consulta: 10/07/2012]. Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-40065-5>>. ISBN 9780387400655.

Wolsey, Laurence A. Integer programming. New York [etc.]: John Wiley & Sons, 1998. ISBN 0471283665.

Fourer, Robert ; Gay, David M. ; Kernighan, Brian W. AMPL : a modeling language for mathematical programming. 2nd edition. Pacific Grove, CA: Thomson/Brooks/Cole, 2003. ISBN 0534388094.

## 200153 - CN - Cálculo Numérico

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: SONIA FERNANDEZ MENDEZ  
Otros: Primer quadrimestre:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - A, B  
ABEL GARGALLO PEIRO - A, B  
ESTHER SALA LARDIES - A, B

### Horario de atención

Horario: Se anunciará en el inicio del curso.

### Capacidades previas

Álgebra lineal numérica  
Programación  
Cálculo diferencial e integral

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

Genéricas:

5. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
7. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de

## 200153 - CN - Cálculo Numérico

las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

8. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.

9. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.

10. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

11. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.

12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

4. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

La actividad docente se articula en cinco horas semanales, de las cuales tres se realizan en aula convencional, y dos se realizan en aulas informáticas.

Las clases en aula convencional se centran en los desarrollos y presentaciones más teóricas, aunque siempre motivados por las aplicaciones. También se hacen las correcciones de los problemas y ejercicios propuestos.

Las clases en aula informática se centran en la codificación y utilización de los métodos numéricos, y en la ilustración de la aplicación de las técnicas numéricas en la ingeniería computacional. También se realiza en seguimiento de la evolución de los trabajos prácticos propuestos.

Toda la información referente a la organización y seguimiento de la asignatura, y todo el material docente se cuelga en la intranet docente.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

La asignatura tiene dos objetivos principales: (1) dar una idea global del papel de los métodos numéricos en la resolución de problemas habituales en la matemática, la física y la ingeniería, y (2) proporcionar una sólida base en la resolución numérica de los problemas de cálculo numérico, complementando la formación recibida en la asignatura Álgebra Lineal Numérica.

El estudiante ha de adquirir capacidades para:

- Conocer y entender las posibilidades, y las limitaciones, de los métodos numéricos para la resolución de los problemas de la matemática, la física y la ingeniería.
- Entender la necesidad de asegurar la calidad del resultado de interés, y ser capaz de controlar el error en la solución numérica.
- Conocer y entender las técnicas numéricas básicas para el cálculo de ceros de funciones y resolución de sistemas no lineales, así como las técnicas más habituales de aproximación de funciones e integración numérica.
- Conocer los fundamentos y entender los conceptos básicos de la resolución numérica de ecuaciones diferenciales.
- Seleccionar y utilizar un método numérico apropiado para la resolución de un problema concreto, identificando sus ventajas e inconvenientes.
- Codificar métodos numéricos de forma eficiente en un lenguaje de programación (Matlab / Octave).
- Analizar críticamente los resultados obtenidos (precisión en el resultado de interés, adecuación del método numérico y del modelo matemático, interpretación de los resultados).
- Presentar los resultados de forma clara y concisa.

## 200153 - CN - Cálculo Numérico

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200153 - CN - Cálculo Numérico

### Contenidos

|   |   |
|---|---|
| <p>1. Ceros de funciones</p>  | <p>Dedicación: 23h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 13h 30m</p> |
| <p>Descripción:</p> <p>Planteamiento general de un esquema iterativo. Métodos de la bisección, de la secante y de Newton. Consistencia y convergencia (orden y velocidad). Análisis de la convergencia de los métodos de iteración funcional, aplicación al análisis del método de Newton. Métodos híbridos. Efecto de los errores de redondeo en un esquema iterativo.</p>   |   |
| <p>2. Sistemas de ecuaciones no lineales</p>  | <p>Dedicación: 23h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 13h 30m</p> |
| <p>Descripción:</p> <p>Introducción. Problemas no lineales en física e ingeniería. Método de Newton. Convergencia del método de Newton. Derivación numérica para la aproximación de la matriz jacobiana. Introducción a los métodos cuasi-Newton. Método de Broyden.</p>  |   |
| <p>3. Aproximación funcional</p>  | <p>Dedicación: 47h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 12h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 8h<br/>Aprendizaje autónomo: 27h</p>        |
| <p>Descripción:</p> <p>Planteamiento general: motivación, tipos y criterios de aproximación.</p> <p>Interpolación polinómica: teorema fundamental del álgebra, existencia y unicidad de solución.</p> <p>Interpolación de Lagrange. Fenómeno de Runge.</p> <p>Interpolación seccional (splines): caracterización como espacio vectorial, splines lineal C0, cúbico C1, cúbico C2 y natural. Propiedades de convergencia y adaptatividad.</p> <p>Aproximación por mínimos cuadrados: planteamiento general y ecuaciones normales para espacios vectoriales, propiedad de ortogonalidad. Malcondicionamiento de las ecuaciones normales. Familias de polinomios ortogonales: planteamiento y propiedades.</p> |   |

## 200153 - CN - Cálculo Numérico

|   |   |
|---|---|
| 4. Integración numérica   | Dedicación: 36h<br>Grupo grande/Teoría: 9h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 6h<br>Aprendizaje autónomo: 21h  |
| <p>Descripción:</p> <p>Planteamiento general y orden de una cuadratura. Cuadraturas de Newton-Cotes: deducción del método del trapecio y del método de Simpson, fórmula del error para puntos equiespaciados. Cuadraturas de Gauss: deducción de las cuadraturas, familias más populares. Fórmulas compuestas. Convergencia y cuadraturas adaptativas. Integración múltiple.</p>  |   |
| 5. Introducción a los métodos numéricos para ecuaciones diferenciales   | Dedicación: 47h<br>Grupo grande/Teoría: 12h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 8h<br>Aprendizaje autónomo: 27h |
| <p>Descripción:</p> <p>Problemas de valor inicial. Métodos basados en aproximaciones de las derivadas (Euler, Euler atrás, otros). Análisis de la convergencia y la estabilidad. Métodos de Runge-Kutta: planteamiento general, métodos explícitos óptimos. Problemas de contorno. Introducción y aplicaciones. Método del disparo. Fundamentos del método de los elementos finitos (MEF): residuos ponderados, forma débil, interpolación seccional. Aspectos computacionales: integración numérica y resolución de sistemas lineales de ecuaciones.</p> |   |

## 200153 - CN - Cálculo Numérico

### Sistema de calificación

La asignatura se evalúa mediante exámenes (E) y trabajos prácticos en grupo (TP).

#### Exámenes

- Examen parcial (EP)
- Examen final (EF)

La nota E es una media aritmética ponderada de los exámenes:

$$E = \max(0.3 EP + 0.7 EF, EF)$$

#### Trabajos prácticos

Los trabajos prácticos (TP1 y TP2) se realizan en equipos de dos o tres personas. Para ser evaluado, es indispensable la presentación de los dos trabajos prácticos en la fecha indicada. Todos los miembros del equipo son responsables de la totalidad del informe, y deber conocer todos los aspectos de éste. Las preguntas en los exámenes relativas a los trabajos prácticos podrán ser consideradas como una prueba de validación de los trabajos.

La nota TP es una media aritmética de los trabajos prácticos:

$$TP = 0.5 TP1 + 0.5 TP2$$

#### Nota final

La calificación final de la asignatura (NF) es una media geométrica ponderada de los exámenes (E) y los trabajos prácticos (TP):

$$NF = E^{(3/4)} TP^{(1/4)}$$

### Bibliografía

#### Básica:

- Deuflhard, P.; Bornemann, F. Scientific computing with ordinary differential equations. Springer, 2010.
- Hoffman, Joe D.. Numerical methods for engineers and scientists. 2a ed. Marcel Dekker, 2001. ISBN 824704436.
- Isaacson, E.; Keller, H.B.. Analysis of numerical methods. Dover Publications, 1994.
- Quarteroni, A.; Saleri, F. Scientific computing with MATLAB and Octave [en línea]. Springer, 2006 Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/3-540-32613-8>>.
- Ralston, A.; Rabinowitz, P. A first course in numerical analysis. Dover, 2001.
- Quarteroni, A.; Saleri, F. Scientific computing with MATLAB and Octave. 3rd ed. Heidelberg: Springer, 2010.

#### Complementaria:

- Dennis, J.E.; Schnabel, R.B. Numerical methods for unconstrained optimization and nonlinear equations. SIAM, 1996.
- Kincaid, D.; Cheney, W. Análisis numérico : las matemáticas del calculo científico. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.
- Recktenwald, G.W. Numerical methods with MATLAB : implementations and applications. Prentice Hall, 2000.
- Shampine, L.W. Numerical solution of ordinary differential equations. Chapman & Hall, 1994.
- Stoer, J.; Bulirsch, R. Introduction to numerical analysis. 3rd ed. Springer-Verlag, 2010. ISBN 9781441930064.

## 200161 - MD - Matemática Discreta

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: MARCOS NOY SERRANO  
Otros: Segon quadrimestre:  
SIMEON MICHAEL BALL - A  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
MARCOS NOY SERRANO - A, B  
ENRIC VENTURA CAPELL - B

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión



## 200161 - MD - Matemática Discreta

crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

Las clases de teoría serán básicamente clases magistrales en la pizarra.

Durante las clases de problemas se resolverán, de manera interactiva entre profesor y alumnos, varios problemas propuestos con antelación.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |        |        |
|----------------------------|------------------------------|--------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h    | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h     | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h    | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 7h 30m | 4.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 105h   | 56.00% |

## 200161 - MD - Matemática Discreta

### Contenidos

|  |   |
|--|---|
| <p>1. Combinatoria</p>   | <p>Dedicación: 72h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 15h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 11h<br/>Aprendizaje autónomo: 46h</p> |
| <p>Descripción:</p> <p>1.1 Combinatoria enumerativa</p> <p>El principio del palomar. Algunos principios de conteo básicos. Selecciones con y sin repetición. Números binomiales. Números multinomiales. Principio de inclusión-exclusión. Particiones de un conjunto. Particiones de un entero.</p> <p>1.2 Sucesiones recurrentes y funciones generatrices</p> <p>Resolución de sucesiones recurrentes por inducción y por expansión. Sucesiones, series formales de potencias y funciones generatrices. Sucesiones recurrentes lineales. Función generatriz de las particiones. Números de Catalan.</p> |   |
| <p>2. Probabilidad Discreta</p>  | <p>Dedicación: 25h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p>   |
| <p>Descripción:</p> <p>Espacios de probabilidad discreta. Probabilidad condicional y sucesos independientes. Variables aleatorias discretas. Esperanza y varianza. Desigualdades de Markov y de Chebyshev. Introducción al método probabilístico.</p>  |   |

## 200161 - MD - Matemática Discreta

|  |  |
|--|--|
| 3. Teoría de Grafos  | Dedicación: 64h<br>Grupo grande/Teoría: 16h<br>Grupo mediano/Prácticas: 10h<br>Aprendizaje autónomo: 38h |
| <p>Descripción:</p> <p>3.1 Grafos</p> <p>Definiciones y ejemplos. Isomorfismo de grafos. Recorridos y caminos. Grafos conexos. Distancia en grafos. Conjuntos de corte. k-conectividad. Desigualdades de Whitney.</p> <p>3.2 Árboles</p> <p>Caracterización de árboles. Árboles generadores. Enumeración de árboles.</p> <p>3.3 Grafos eulerianos y hamiltonianos</p> <p>Circuitos eulerianos. Grafos eulerianos. Caracterización de grafos eulerianos. Ciclos hamiltonianos. Grafos hamiltonianos. Algunas condiciones suficientes o necesarias de hamiltonicidad.</p> <p>3.4 Planaridad, coloración y emparejamientos</p> <p>Grafos planos y planares. Fórmula de Euler. El lema de los cruces. Coloración de grafos. Número cromático. Emparejamientos. Emparejamientos en grafos bipartitos.</p> |  |

**Sistema de calificación**

La evaluación se basará en un examen parcial eliminatorio P y un examen final F, siendo la nota de la asignatura  $0.4P+0.6F$ .

Habrà la posibilidad de renunciar a la calificación del examen parcial haciendo un examen de toda la materia el día del examen final.

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

## 200161 - MD - Matemática Discreta

### Bibliografía

#### Básica:

Biggs, Norman L. Matemática discreta. Barcelona: Vicens-Vives, 1994. ISBN 8431633115.

Comellas Padró, Francesc [et al.]. Matemàtica discreta [en línea]. Barcelona: Edicions UPC, 2001 Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36194>>. ISBN 8483014564.

Durrett, Rick. Elementary probability for applications [en línea]. Cambridge: Cambridge University Press, 2009 Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10338530>>. ISBN 9780521867566.

Matousek, J.; Nešetřil, J. Invitación a la matemática discreta. Barcelona: Reverté, 2008. ISBN 9788429151800.

West, Douglas Brent. Introduction to graph theory. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2001. ISBN 0130144002.

#### Complementaria:

Chartrand, G.; Lesniak-Foster, L. Graphs & digraphs. 5th ed. London: Chapman & Hall/CRC, 2011. ISBN 1584883901.

Aigner, M.; Ziegler, G. M. El libro de las demostraciones. Tres Cantos: Nivola, 2005. ISBN 8495599953.

Brunat, Josep M. Combinatòria i teoria de grafs. 3a ed. Barcelona: Edicions UPC, 1997. ISBN 8483012162.

Diestel, Reinhard. Graph theory. 3rd ed. Berlin: Springer, 2005. ISBN 3540261826.

Gimbert, Joan [et al.]. Apropament a la teoria de grafs i als seus algorismes. Lleida: Edicions de la Universitat de Lleida, 1998. ISBN 8489727651.

Graham, Ronald L.; Knuth, D. E.; Patashnik, O. Concrete mathematics: : a foundation for computer science. 2nd ed. Reading, MA: Addison-Wesley, 1994. ISBN 0201558025.

Lovász, L.; Pelikán, J. and Vesztergombi, K. Discrete mathematics: elementary and beyond [en línea]. New York: Springer, 2003 Disponible a: <<http://link.springer.com/book/10.1007/b97469>>. ISBN 0387955844.

Mitzenmacher, M.; Upfal, E. Probability and computing: randomized algorithms and probabilistic analysis. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. ISBN 0521835402.

Loehr, Nicholas A. Bijective combinatorics. Boca Raton, FL: Chapman & Hall, 2011. ISBN 9781439848845.

## 200162 - ALGO - Algoritmia

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 723 - CS - Departamento de Ciencias de la Computación  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: SALVADOR ROURA FERRET

Otros: Primer quadrimestre:  
AMALIA DUCH BROWN - A, B, C  
ENRIC RODRIGUEZ CARBONELL - A, B, C  
SALVADOR ROURA FERRET - A, B, C

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
9. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

## 200162 - ALGO - Algoritmia

Transversales:

11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200162 - ALGO - Algoritmia

### Contenidos

#### COSTE DE LOS ALGORITMOS

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

Descripción:

Notación asintótica. Análisis del coste de los algoritmos iterativos y recursivos. Recurrencias.

#### ESQUEMAS ALGORÍTMICOS

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

Descripción:

Fuerza bruta. Divide-y-vencerás. Algoritmos voraces. Programación dinámica.

#### USO DE ESTRUCTURAS DE DATOS BÁSICAS

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

Descripción:

Pilas y colas. Colas de prioridades.

#### IMPLEMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS DE DATOS BÁSICAS

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

Descripción:

Heaps. Tablas de dispersión. Árboles de búsqueda balanceados. MF-sets.

#### ALGORITMOS SOBRE GRAFOS

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

Descripción:

Representación. Recorridos en anchura y profundidad, conectividad. Caminos óptimos. Árboles generadores mínimos.

## 200162 - ALGO - Algoritmia

### Sistema de calificación

La calificación se calculará como  $2T/5 + 2L/5 + P/5$ , donde T es la nota de teoría, L es la nota de laboratorio y P es la nota de prácticas. Las tres notas se obtienen de forma independiente.

Para calcular la nota de teoría se harán dos exámenes de tipo convencional sobre papel, donde se comprobarán los conocimientos de la asignatura y la capacidad de resolver problemas relacionados. Se efectuarán un examen parcial y un examen final. Sean PT y FT las notas respectivas. Entonces,  $T = \text{Máximo}(PT/3 + 2FT/3, FT)$ .

Los dos exámenes de laboratorio se harán delante del ordenador, y se pedirá que los alumnos programen la solución a diversos problemas algorítmicos. Se valorará principalmente que el programa propuesto sea correcto, eficiente, claro y que use los esquemas algorítmicos y las estructuras de datos adecuados. Sea PL la nota del examen parcial de laboratorio y FL la nota del examen final de laboratorio. Entonces,  $L = \text{Máximo}(PL/3 + 2FL/3, FL)$ .

Adicionalmente, habrá una nota de prácticas, la cual se calculará haciendo la media de las notas de las prácticas evaluadas durante el curso.

Además, habrá un examen extraordinario durante el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.



## 200162 - ALGO - Algoritmia

### Bibliografía

#### Básica:

Cormen, T.H. [et al.]. Introduction to algorithms. 3rd ed. Cambridge: MIT Press, 2009. ISBN 9780262033848.

Dasgupta S.; Papadimitriou C.; Vazirani U. Algorithms. Boston: Mc Graw Hill Higher Education, 2006. ISBN 9780073523408.

Josuttis, Nicolai M. The C++ standard library : a tutorial and handbook. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1999. ISBN 0201379260.

Sedgewick, R. Algorithms in C++. Parts 1-5: fundamentals, data structures, sorting, searching, and graph algorithms. 3rd ed. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 2002. ISBN 9780201726848.

Skiena, Steven S. The Algorithm design manual [en línea]. 2nd ed. London: Springer, 2012. Disponible a: <<http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-84800-070-4>>. ISBN 9781848000698.

#### Complementaria:

Knuth, Donald E. The Art of computer programming. Vol. 1. 3rd ed. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1998. ISBN 0201896834.

Knuth, Donald E. The Art of computer programming. Vol. 3. 3rd ed. Reading (Mass.): Addison-Wesley, 1998. ISBN 0201038218.

Meyers, Scott. Effective C++ : 55 specific ways to improve your programs and designs. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2005. ISBN 0321334876.

Meyers, Scott. More effective C++ : 35 new ways to improve your programs and designs. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1996. ISBN 020163371X.

Skiena, S.S.; Revilla, M. Programming challenges : the programming contest training manual [en línea]. New York: Springer, 2003. Disponible a: <<http://link.springer.com/book/10.1007/b97559>>. ISBN 0387001638.

Stroustrup, Bjarne. Programming : principles and practice using C++. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2009. ISBN 9780321543721.

Weiss, Mark Allen. Data structures and algorithm analysis in C++. 4th ed. Upper Saddle River: Pearson Education, 2014. ISBN 9780273769385.

## 200171 - MMF - Modelos Matemáticos de la Física

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 748 - FIS - Departamento de Física  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Castellano

### Profesorado

Responsable: ALVARO MESEGUER SERRANO  
Otros: Segon quadrimestre:  
BLAS ECHEBARRIA DOMINGUEZ - A, B  
ALVARO MESEGUER SERRANO - A, B

### Capacidades previas

La asignatura "Modelos Matemáticos de la Física" es la segunda de contenidos generales de física y la primera del bloque de materia "Modelización" del Grado de Matemáticas de la FME.. Esta asignatura debe partir de los conocimientos de la asignatura de Física del Q4 y ampliarlos con las formulaciones teóricas propias de la física matemática clásica, utilizando las herramientas matemáticas, básicamente de cálculo multivariable, que el estudiante ya conoce en este punto. La asignatura debe servir también de base para poder discutir sistemas reales tanto a en "Modelos matemáticos de la tecnología" como en diversas asignaturas de las materias optativas "Sistemas dinámicos y análisis" y "Métodos numéricos e ingeniería".

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

Específicas:

1. CE-1. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
2. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
3. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
4. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

Genéricas:

5. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
7. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

## 200171 - MMF - Modelos Matemáticos de la Física

8. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.

9. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.

10. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.

11. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

12. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.

13. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

14. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

15. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; habilidad para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

16. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

17. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la especialidad y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

18. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

El curso ha sido diseñado para ocupar un total de 65 horas lectivas (13 semanas), distribuidas en 39 horas en sesiones de teoría y 26 horas de sesiones prácticas (problemas). Tanto en las clases teóricas como, sobre todo, en las prácticas, se tratará de hacer partícipe al alumnado del desarrollo de las mismas, invitando a los estudiantes a resolver los problemas propuestos y, incluso, a desarrollar algún apartado teórico.

En las clases de problemas, aparte de los ejercicios propuestos para ser discutidos en clase, se propondrán otros a los alumnos para que los desarrollan por su cuenta. Una parte de estos problemas serán obligatorios, y el resto se podrán entregar voluntariamente. Estos ejercicios serían discutidos en las horas de tutoría o, excepcionalmente, en clase.

Otro de los hábitos que se pretende inculcar a los estudiantes en esta asignatura es acostumbrarse al uso de bibliografía en inglés.

Las clases se impartirán indistintamente en catalán y en castellano.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

El objetivo genérico de la asignatura es que el estudiante interiorice que las matemáticas son el lenguaje real de la Física, que ésta no es una colección de trucos de difícil justificación y que, partiendo de unos postulados determinados, es posible deducir resultados de forma rigurosa, de modo que, si los resultados hacen predicciones contradictorias con el experimento, hay que cambiar los postulados.

El objetivo central es la familiarización con las ideas básicas de cuatro campos de la física clásica y de sus formulaciones matemáticas. El estudiante obtendrá las herramientas conceptuales para adentrarse de manera autónoma en estos campos y para interactuar con físicos e ingenieros.

La parte de mecánica gira la alrededor de las ecuaciones de Euler-Lagrange y de Hamilton y de los principios de simetría

## 200171 - MMF - Modelos Matemáticos de la Física

y su relación con las leyes de conservación. El bloque de electromagnetismo presenta las ecuaciones de Maxwell en forma integral y diferencial, y se discute su invariancia Lorentz para ligarlo con la relatividad especial. Finalmente, el bloque de medios continuos, además de introducir el concepto de balance de diversas cantidades y la derivada material, se centra en la mecánica de fluidos, culminando en la ecuación de Navier-Stokes y algunas de sus soluciones y estudio de su estabilidad.

Los objetivos más detallados son:

- Entender la formulación Lagrangiana y Hamiltoniana de la mecánica.
- Utilizar el cálculo de variaciones para familiarizarse con los principios variacionales de la mecánica.
- Aplicar las formulaciones Lagrangiana y Hamiltoniana a problemas mecánicos complejos.
- Describir el electromagnetismo con las ecuaciones de Maxwell, en forma integral y diferencial.
- Obtener las ecuaciones de onda del electromagnetismo.
- Describir las transformaciones de Lorentz.
- Entender la invariancia Lorentz de las ecuaciones de Maxwell.
- Aplicar las ecuaciones de la relatividad especial a problemas cinemáticos sencillos.
- Entender la formulación Euleriana de la mecánica de fluidos.
- Entender la formulación de las diversas leyes de conservación de la mecánica de fluidos, en forma diferencial e integral.
- Entender la aplicación de la ecuación de Navier-Stokes y sus soluciones.
- Aplicar las ecuaciones de la mecánica de fluidos a sistemas y problemas concretos

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                            |                              |          |        |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------|
| Dedicación total: 187h 30m | Horas grupo grande:          | 45h      | 24.00% |
|                            | Horas grupo mediano:         | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas grupo pequeño:         | 30h      | 16.00% |
|                            | Horas actividades dirigidas: | 0h       | 0.00%  |
|                            | Horas aprendizaje autónomo:  | 112h 30m | 60.00% |

## 200171 - MMF - Modelos Matemáticos de la Física

### Contenidos

|   |   |
|---|---|
| <p><b>MECÁNICA CLÁSICA</b></p>  | <p>Dedicación: 15h<br/>Grupo grande/Teoría: 9h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 6h</p>  |
| <p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamentos de la mecánica. Sistemas dinámicos. Principios fundamentales. Principio de invariància de Galileo.</li> <li>2. Conceptos preliminares: Sistemas dinámicos. Espacios de configuraciones y de estados. Ligaduras. Coordenadas y velocidades generalizadas.</li> <li>3. Cálculo de variaciones: Tres problemas básicos del cálculo de variaciones. Principio de mínima acción de Hamilton. Algunas aplicaciones.</li> <li>4. Formalismo lagrangiano: Sistemas lagrangianos. Lagrangiana mecánicas y sistemas conservativos. Constantes del movimiento, simetrías y teorema de Noether.</li> <li>5. Formalismo hamiltoniano: Transformación de Legendre. Momentos generalizados. Función hamiltoniana y ecuaciones de Hamilton. Principio variacional de Hamilton-Jacobi. Sistemas hamiltonianos. Paréntesis de Poisson. Constantes del movimiento y leyes de conservación. Transformaciones canónicas.</li> <li>6. Ejemplos y aplicaciones. Estudio de los osciladores armónicos y no-lineales: computación numérica.</li> </ol> |   |
| <p><b>CAMPO ELECTROMAGNÉTICO Y RELATIVIDAD ESPECIAL</b></p>   | <p>Dedicación: 17h<br/>Grupo grande/Teoría: 10h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 7h</p> |
| <p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Electromagnetismo. Ecuaciones de Maxwell: Ecuaciones de Maxwell en el vacío, forma diferencial clásica. Ecuaciones de Maxwell en forma integral, leyes fundamentales del electromagnetismo. Potenciales electromagnéticos. Ecuación de las ondas electromagnéticas: propiedades de las soluciones. Forma covariante de las ecuaciones de Maxwell, cuadripotenciales y tensor electromagnético. Formulación variacional de las ecuaciones de Maxwell.</li> <li>2. Fundamentos de la Relatividad Especial: La mecánica clásica pre-relativista y las ecuaciones de Maxwell. Postulados de la relatividad especial. Espacio-tiempo y métrica de Minkowski. Transformaciones de Lorentz y de Poincaré. Cinemática relativista: adición de velocidades. Invariancia de las ecuaciones de Maxwell.</li> </ol>  |   |

## 200171 - MMF - Modelos Matemáticos de la Física

|   |   |
|---|---|
| DINÁMICA DE FLUIDOS   | Dedicación: 32h<br>Grupo grande/Teoría: 19h<br>Grupo mediano/Prácticas: 13h |
| <p>Descripción:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Ecuaciones de Euler: Balance de masa. Balance de cantidad de movimiento. Teorema del transporte. Flujos incompresibles. Líneas de corriente y flujos estacionarios. Teorema de Bernoulli.</li><li>2.- Rotación y vorticidad: Circulación de un flujo. Teorema de circulación de Kelvin. Estructura local de un campo en <math>R^3</math>. Función de corriente. Flujo irrotacional: potencial complejo.</li><li>3.- Las ecuaciones de Navier-Stokes: Viscosidad. Fluidos newtonianos. Las ecuaciones de Navier-Stokes. Número de Reynolds.</li><li>4.- Estabilidad hidrodinámica: computación numérica</li></ol> |   |

### Sistema de calificación

Al finalizar las dos primeras partes de la asignatura se realizará un primer examen parcial que, en principio, sería eliminatorio y tendría un peso del 45% en la nota final de la asignatura.

Al finalizar el curso, el alumno podrá elegir entre realizar un segundo examen parcial sobre las dos partes restantes, con un peso del 45% sobre la nota final, o realizar un examen final sobre la totalidad del temario, cuyo valor sería, en este caso, el 90% de la nota final.

El 10% restante se obtendrá de la calificación de los problemas que los alumnos hayan entregado durante el curso.

Además, habrá un examen extraordinario durante el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

## 200171 - MMF - Modelos Matemáticos de la Física

### Bibliografía

#### Básica:

- Jackson, J.D. Classical electrodynamics. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. ISBN 047143132X.
- Chorin, A. ; Marsden J.E. A mathematical introduction to fluid mechanics. 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 1992. ISBN B10834722.
- Saletan, E.J. ; Cromer, A.H. Theoretical mechanics. New York: John Wiley & Sons, 1971.
- Acheson, D. J. Elementary fluid dynamics. Oxford : New York: Clarendon Press ; Oxford University Press, 1990. ISBN 0198596790.
- Paterson, A. R. A First course in fluid dynamics. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1983. ISBN 0521274249.
- Drazin, P. G. Introduction to hydrodynamic stability. Cambridge, UK [etc.]: Cambridge University Press, 2002. ISBN 0521009650.
- Wiggins, Stephen. Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos. 2nd ed. New York [etc.]: Springer-Verlag, cop. 2003. ISBN 0387001778.
- Kuznetsov, Yuri A. Elements of applied bifurcation theory. 3rd ed. New York: Springer, cop. 2004. ISBN 0387219064.

#### Complementaria:

- Feynman, Richard P. The Feynman lectures on physics. New York: Basic Books, cop. 2010. ISBN 9780465023820.
- Landau, L.D.; Lifshitz, E.M. The classical theory of fields. 4th rev. English ed. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, cop.2010. ISBN 9780750627689.
- Goldstein, Herbert ; Safko, Joh ; Poole, Charles P. Classical mechanics. 3rd ed. San Francisco [etc.]: Addison-Wesley, cop. 2002. ISBN 0201657023.
- Smith, James H. Introduction to special relativity. Dover, 2012. ISBN 9780486688954.

## 200172 - MMT - Modelos Matemáticos de la Tecnología

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 9 Idiomas docencia: Inglés

### Profesorado

Responsable: JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ

Otros: Primer quadrimestre:  
MARIA LUZ ALBEROLA PEREZ - A  
TIMOTHY MYERS - A  
JORDI SALUDES CLOSA - A  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - A

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

5. CE-1. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
6. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
7. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
8. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

#### Genéricas:

1. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
2. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
3. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
4. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
9. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
10. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
11. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya



## 200172 - MMT - Modelos Matemáticos de la Tecnología

conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

12. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.

13. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

14. EMPRENDEDURÍA E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que definen su actividad; capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

15. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; habilidad para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

16. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

17. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

18. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la especialidad y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

19. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                        |                              |         |        |
|------------------------|------------------------------|---------|--------|
| Dedicación total: 225h | Horas grupo grande:          | 34h 30m | 15.33% |
|                        | Horas grupo mediano:         | 0h      | 0.00%  |
|                        | Horas grupo pequeño:         | 28h 30m | 12.67% |
|                        | Horas actividades dirigidas: | 0h      | 0.00%  |
|                        | Horas aprendizaje autónomo:  | 162h    | 72.00% |

## 200172 - MMT - Modelos Matemáticos de la Tecnología

### Contenidos

|  |   |
|--|---|
| Laboratorio de Modelización  | Dedicación: 130h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 31h 30m<br>Aprendizaje autónomo: 98h 30m |
| Descripción:<br>En las sesiones de laboratorio, los estudiantes se dividen en grupos de 4-6 personas y estudian un problema distinto cada grupo. Los problemas son problemas realistas del mundo de la tecnología. Sobre cada problema se han de hacer presentaciones parciales durante el curso, una presentación final y se ha de presentar una memoria escrita. |   |
| Seminario  | Dedicación: 95h<br>Grupo grande/Teoría: 31h 30m<br>Aprendizaje autónomo: 63h 30m        |
| Descripción:<br>En las sesiones de seminario se hacen presentaciones por parte de estudiantes y de manera individual sobre textos relacionados con la modelización matemática. También se aprovechan algunas sesiones de seminario para invitar a visitantes externos, focalizando en particular en experiencias de emprendeduría en el campo tecnológico.         |   |

### Sistema de calificación

Un 60% de la nota proviene de la asistencia y participación en el seminario y el laboratorio, y también de los resultados obtenidos. El 40% restante se obtendrá de un examen escrito sobre los temas de modelización expuestos en el seminario.

Haber completado el bloque correspondiente al curso "Ús solvent de la informació" será requisito para poder ser evaluado de la asignatura.

### Bibliografía

#### Básica:

Howison, Sam. Practical applied mathematics : modelling, analysis, approximation. New York: Cambridge University Press, 2005. ISBN 0521603692.

Fowler, A.C. Mathematical models in the applied sciences. New York: Cambridge University Press, 1997. ISBN 0521467039.

Friedman, A.; Litman, W. Industrial mathematics : a course in solving real-world problems. Philadelphia: SIAM, 1994. ISBN 0898713242.

Cumberbatch, E.; Fitt, A. Mathematical modeling: case studies from industry. New York: Cambridge University Press, 2001. ISBN 9780521011730.

Taylor, A. B. Mathematical models in applied mechanics. Oxford: The Clarendon Press, 2001. ISBN 0198515596.

## 200201 - TG - Teoría de Galois

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JORDI QUER BOSOR  
Otros: Primer quadrimestre:  
JORDI QUER BOSOR - A

### Capacidades previas

Contenidos de Estructuras Algebraicas: grupos de permutaciones, grupos simples, teorema de Jordan-Hölder, grupos resolubles,  $p$ -grupos, anillos de polinomios, cuerpos.

### Requisitos

La asignatura Estructuras Algebraicas de tercer curso.

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

Específicas:

3. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
4. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
5. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

Genéricas:

1. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
2. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.
6. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
7. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
8. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
9. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
10. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

11. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los

## 200201 - TG - Teoría de Galois

resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

12. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

Clases de teoría en que el profesor explica los contenidos de la asignatura y clases de problemas en que los estudiantes y el profesor resuelven los ejercicios propuestos.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

Conceptos y resultados básicos de la teoría de Galois y sus aplicaciones a la resolución por radicales de ecuaciones polinómicas y a las construcciones geométricas con regla y compás.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                        |                              |     |        |
|------------------------|------------------------------|-----|--------|
| Dedicación total: 150h | Horas grupo grande:          | 30h | 20.00% |
|                        | Horas grupo mediano:         | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas grupo pequeño:         | 30h | 20.00% |
|                        | Horas actividades dirigidas: | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas aprendizaje autónomo:  | 90h | 60.00% |

## 200201 - TG - Teoría de Galois

### Contenidos

|   |  |
|---|--|
| Cuerpos y extensiones   | Dedicación: 50h<br>Grupo grande/Teoría: 10h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 10h<br>Aprendizaje autónomo: 30h |
| Descripción:<br>Cuerpos. Extensiones. Extensiones finitas, simples, finitamente generadas, algebraicas, trascendentes. Retículo de subextensiones.<br>Extensión de inmersiones, K-inmersiones, K-automorfismos, conjugación.<br>Extensiones normales. Clausura normal. Clausura algebraica.<br>Separabilidad. Extensiones separables y puramente inseparables. Grado de separabilidad.                                  |  |
| Teoria de Galois  | Dedicación: 50h<br>Grupo grande/Teoría: 10h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 10h<br>Aprendizaje autónomo: 30h |
| Descripción:<br>Extensiones de Galois, grupo de Galois, correspondencia de Galois. Teorema de Artin y teorema fundamental de la teoría de Galois.<br>Ejemplos: extensiones cuadráticas y multicuadráticas, extensiones ciclotómicas, extensiones de cuerpos finitos, ...<br>Grupo de Galois de un polinomio. Ejemplos: grados 2, 3 y 4.<br>Polinomios simétricos, discriminante, resolvente y resultante. Aplicaciones. |  |
| Aplicaciones  | Dedicación: 50h<br>Grupo grande/Teoría: 10h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 10h<br>Aprendizaje autónomo: 30h |
| Descripción:<br>Resolución de la cúbica y la cuártica: fórmulas de Tartaglia y Cardano.<br>Extensiones cíclicas. Teorema 90 de Hilbert. Extensiones de Artin-Schreier.<br>Caracterización de las ecuaciones polinómicas resolubles por radicales. Imposibilidad de resolución de la quinta general.<br>Caracterización de los números construibles con regla y compás.  |  |

### Sistema de calificación

Cada estudiante podrá obtener hasta 5 puntos resolviendo ejercicios en las clases de problemas y entregándolos por escrito. Habrá además un examen final.

La nota del curso se obtendrá como  $AC + (10 - AC) * NF / 10$ , donde AC indica la nota de problemas y NF la nota del examen final.

## 200201 - TG - Teoría de Galois

### Bibliografía

#### Básica:

Artin, Emil. Galois theory. Publicación Mineola, Nueva York: Dover Publications, 1998. ISBN 0486623424.

Escofier, Jean-Pierre. Galois theory. New York: Springer-Verlag, 2001. ISBN 0387987657.

Fraleigh, John B. A First course in abstract algebra. 7th ed. Reading, Mass. [etc.]: Pearson Education, 2014. ISBN 9781292024967.

#### Complementaria:

Hungerford, Thomas W.. "A Counterexample in Galois Theory". American mathematical monthly [en línea]. V. 97, núm. 1 (1990), p. 54-57 Disponible a: <<http://search.proquest.com/publication/47349>>.

Lang, Serge. Algebra. 3rd ed. Reading, Mass: Addison Wesley, 1993. ISBN 0201555409.

Lidl, Rudolf ; Niederreiter, Harald ; Cohn, P.M. Finite fields. 2nd ed. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1997. ISBN 0521392314.

Rotman, Joseph J. Galois theory. New York [etc.]: Springer-Verlag, 1998. ISBN 0387973052.

Stewart, Ian. Galois theory. 3rd ed. London [etc.]: Chapman and Hall, 2004. ISBN 1584883936.

## 200202 - TOPA - Topología Algebraica

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: AGUSTIN ROIG MARTI  
Otros: Segon quadrimestre:  
MARTA CASANELLAS RIUS - A  
MARIA IMMACULADA GALVEZ CARRILLO - A  
AGUSTIN ROIG MARTI - A

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

3. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
4. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
5. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

#### Genéricas:

1. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
2. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.
6. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
7. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
8. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
9. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
10. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

#### Transversales:

11. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.
12. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

## 200202 - TOPA - Topología Algebraica

### Metodologías docentes

Del total de horas lectivas, la mitad se dedicaran a la presentación por parte del profesor de los contenidos del programa de la asignatura en la pizarra y la otra mitad se destinaran a la discusión y resolución de problemas relacionados con los contenidos.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                        |                              |     |        |
|------------------------|------------------------------|-----|--------|
| Dedicación total: 150h | Horas grupo grande:          | 30h | 20.00% |
|                        | Horas grupo mediano:         | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas grupo pequeño:         | 30h | 20.00% |
|                        | Horas actividades dirigidas: | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas aprendizaje autónomo:  | 90h | 60.00% |



## 200202 - TOPA - Topología Algebraica

### Contenidos

|   |  |
|---|--|
| <p>1. Preliminares algebraicos</p>  | <p>Dedicación: 12h<br/>Grupo grande/Teoría: 2h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 6h</p>    |
| <p>Descripción:<br/>Algoritmo de clasificación de los grupos abelianos finitamente generados. Sucesiones exactas de grupos abelianos. Complejos de grupos abelianos. Morfismos de complejos. Homología de un complejo. Homotopía entre morfismos de complejos. Sucesión exacta larga de homología. Grupos no conmutativos, centro, conmutador, grupo libre, producto libre de grupos.</p>               |  |
| <p>2. Homología singular</p>  | <p>Dedicación: 50h<br/>Grupo grande/Teoría: 14h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 13h<br/>Aprendizaje autónomo: 23h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Complejo de cadenas singulares y homología singular de un espacio topológico. Funtorialidad. <math>H_0</math> y arco-conexión. Homotopía de aplicaciones continuas. Invariancia homotópica. Teorema de las cadenas pequeñas. Sucesión de Mayer-Vietoris. Homología de las esferas. Homología relativa. Teorema de excisión. Aplicación: teoremas de separación y no-separación.</p> |  |
| <p>3. Grupo fundamental</p>   | <p>Dedicación: 50h<br/>Grupo grande/Teoría: 14h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 13h<br/>Aprendizaje autónomo: 23h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Grupo fundamental de un espacio topológico. Funtorialidad. Invariancia homotópica. Grupo fundamental de la circunferencia. El teorema de Seifert-Van Kampen. El isomorfismo de Hurewicz. Aplicación: nudos tóricos.</p>   |  |

### Sistema de calificación

La nota final de la asignatura será la que se obtenga a través de la siguiente fórmula:

$$N = \max\{E, 0.2 \cdot AC + 0.8 \cdot E\}$$

en donde E será la nota obtenida en un examen global que se hará al final del cuatrimestre y AC será la nota obtenida en un examen parcial que se hará hacia la mitad del cuatrimestre.

## 200202 - TOPA - Topología Algebraica

### Bibliografía

#### Básica:

Massey, William S. A basic course in algebraic topology. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 038797430X.

Navarro, V.; Pascual, P. Topologia algebraica. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona, 1999. ISBN 8483381230.

Castellet, Manuel. Introducció a la topologia algebraica. UAB, 1994.

Vick, James W. Homology theory. An introduction to algebraic topology. 2nd. ed. New York [etc.]: Springer-Verlag, cop. 1994. ISBN 0387941266.

Hatcher, Allen. Algebraic topology. Cambridge University Press, 2002.

## 200203 - VD - Variedades Diferenciables

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE  
Otros: Primer quadrimestre:  
FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE - A  
MIGUEL ANDRES RODRIGUEZ OLMOS - A

### Capacidades previas

Todas las adquiridas en las asignaturas de Álgebra Lineal, Algebra Multilineal, Cálculo en una variable, Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Topología, Geometría Diferencial y Ecuaciones Diferenciales Ordinarias.

### Requisitos

Tener aprobadas las asignaturas indicadas en el apartado de capacidades previas.

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

Específicas:

3. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
4. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
5. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

Genéricas:

1. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
2. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.
6. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
7. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
8. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
9. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
10. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

## 200203 - VD - Variedades Diferenciables

11. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

12. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

En las clases teóricas se presentarán y desarrollarán los contenidos del curso. La mayoría de los temas serán presentados por los profesores, pero puede haber algunas sesiones especialmente seleccionadas dedicadas a presentaciones de los estudiantes.

Habrà una lista de problemas que estarán diseñados para ayudar a los estudiantes a profundizar y madurar su dominio de los conceptos y técnicas presentados en clase teórica. Algunos problemas se resolverán en clase y otros se dejarán como trabajo a entregar y serán parte de la evaluación final. Algunos de los problemas resueltos en clase serán presentados por los estudiantes.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

Los objetivos principales del curso son los siguientes:

- Entender y dominar los conceptos básicos de la geometría diferencial: variedad diferenciable, aplicación diferenciable, espacios tangente y cotangente, aplicación tangente, subvariedades, campos vectoriales y 1-formas diferenciales, campos tensoriales, etc.
- Realizar cálculos básicos con los objetos mencionados, tanto en coordenadas como de forma intrínseca.
- Entender la interpretación geométrica de los objetos estudiados y relacionarlos con los estudiados previamente en las asignaturas de Cálculo diferencial, Cálculo integral, Álgebra lineal y multilineal, Geometría diferencial y Ecuaciones diferenciales así como con las que se desarrollen en paralelo como la Topología o la Geometría algebraica.

Además, al final del curso, los estudiantes deberían:

- Ser capaces de buscar bibliografía adecuada, y de entender la literatura científica sobre el tema.
- Ser capaces de aplicar los conceptos estudiados en otras áreas como la mecánica teórica, la teoría de control, la física matemática o la geometría de los sistemas dinámicos.
- Ser conscientes de la amplia gama de campos y problemas a los que los resultados de la geometría diferencial se puede aplicar.
- Ser capaces de entrar en un grupo de investigación sobre este tipo de temas y sus aplicaciones.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                        |                              |     |        |
|------------------------|------------------------------|-----|--------|
| Dedicación total: 150h | Horas grupo grande:          | 30h | 20.00% |
|                        | Horas grupo mediano:         | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas grupo pequeño:         | 30h | 20.00% |
|                        | Horas actividades dirigidas: | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas aprendizaje autónomo:  | 90h | 60.00% |

## 200203 - VD - Variedades Diferenciables

### Contenidos

Temas básicos.

Dedicación: 60h

Grupo grande/Teoría: 30h

Grupo mediano/Prácticas: 30h

Descripción:

- 1- Variedades diferenciables. Fibrado tangente. Campos vectoriales y flujos. Derivada de Lie. Subvariedades y aplicaciones diferenciables.
- 2- Introducción a los grupos de Lie y álgebras de Lie. Grupos de Lie clásicos y sus álgebras de Lie.
- 3- Distribuciones tangentes y foliaciones. Teorema de Frobenius. Aplicaciones.
- 4- Geometría riemanniana. Conexión de Levi-Civita. Derivación covariante. Geodésicas y aplicación exponencial. Curvatura. Teorema de Hopf-Rinow.
- 5- Fibrado cotangente. Formas diferenciales. Campos tensoriales. Introducción a la cohomología de de Rham. Sistemas de Pfaff.

### Sistema de calificación

La evaluación del trabajo realizado por los estudiantes incluirá un examen final, así como presentaciones en clase y problemas resueltos que se hayan entregado.

En el caso de un grupo pequeño, el examen escrito puede ser sustituido por el trabajo personal y exposiciones orales. En particular, las presentaciones de las partes de los diferentes temas o problemas resueltos, así como la investigación científica o bibliográfica realizada se tendrán en cuenta como posibles actividades complementarias al examen.

## 200203 - VD - Variedades Diferenciables

### Bibliografía

#### Básica:

Conlon, Lawrence. Differentiable manifolds. 2nd ed. Boston: Birkhauser, 2003. ISBN 0817641343.

Carmo, Manfredo Perdigão do. Riemannian Geometry. Boston: Birkhäuser, 1992. ISBN 0817634908.

Lee, John M., 1950-. Introduction to Smooth Manifolds. 2nd. New York: Springer, cop. 2013.

Lee, John M., 1950-. Riemannian manifolds: an introduction to curvature [en línea]. New York: Springer, 1997 Disponible a: <<http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb98852>>. ISBN 038798271X.

Tu, Loring W. An introduction to manifolds [en línea]. 2nd ed. New York: Universitext, Springer, 2010 Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-48101-2>>. ISBN 9780387480985.

#### Complementaria:

Abraham, R.; Marsden, J.; Ratiu, T. Manifolds, tensor analysis and applications. 2nd ed. New York [etc.]: Springer-Verlag, 1988. ISBN 0387967907.

Aubin, Thierry. A course in differential geometry. Providence, RI: American Mathematical Society, 2001. ISBN 082182709X (CART.).

Boothby, William Munger. An introduction to differentiable manifolds and riemannian geometry. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1986. ISBN 012116053X.

Wasserman, Robert H. Tensors and manifolds with applications to physics. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2004. ISBN 0198510594.

Lafontaine, Jacques. Introduction aux variétés différentielles. Presses Universitaires de Grenoble, 1996.

Warner, Frank W. Foundations of differentiable manifolds and lie groups. Springer, 1983.

Gadea, Pedro M. ; Muñoz Masqué, Jaime ; Mykytyuk, Ihor V.. Analysis and algebra on differentiable manifolds. 2nd. London: Springer, 2013. ISBN 978-94-007-5951-0.

#### Otros recursos:

##### Enlace web

Pàgina amb informació i materials del curs

<http://www-ma4.upc.edu/xgracia/vardif/>

## 200204 - GA - Geometría Algebraica

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA  
Otros: Segon quadrimestre:  
JESUS FERNANDEZ SANCHEZ - A  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - A

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

3. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
4. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
5. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

#### Genéricas:

1. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
2. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.
6. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
7. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
8. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
9. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
10. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

#### Transversales:

11. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.
12. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

## 200204 - GA - Geometría Algebraica

### Metodologías docentes

Clases de teoría y de problemas

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                        |                              |     |        |
|------------------------|------------------------------|-----|--------|
| Dedicación total: 150h | Horas grupo grande:          | 30h | 20.00% |
|                        | Horas grupo mediano:         | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas grupo pequeño:         | 30h | 20.00% |
|                        | Horas actividades dirigidas: | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas aprendizaje autónomo:  | 90h | 60.00% |



## 200204 - GA - Geometría Algebraica

### Contenidos

|  |  |
|--|--|
| <p>Curvas Algebraicas Planas</p>   | <p>Dedicación: 37h 30m<br/>Grupo grande/Teoría: 7h 30m<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 30m<br/>Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p> |
| <p>Descripción:<br/>Conjuntos algebraicos afines y proyectivos. El Nullstellensatz de Hilbert. Curvas algebraicas. Puntos lisos y singulares. Cono tangente. Teoría de intersección de curvas planas. Resultante y multiplicidad de intersección. El Teorema de Bézout. Fórmulas de Plücker. Transformaciones de Cremona. Teorema <math>Af+Bg</math> de Noether. La estructura de grupo de la cúbica lisa.</p> |  |
| <p>Singularidades de curvas planas.</p>  | <p>Dedicación: 37h 30m<br/>Grupo grande/Teoría: 7h 30m<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 30m<br/>Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p> |
| <p>Descripción:<br/>Ramas de una curva en un punto. Series de potencias fraccionarias. Series de Puisseux y factorización. Parametrización de ramas y multiplicidades de intersección.</p>   |  |
| <p>Superficies de Riemann</p>  | <p>Dedicación: 37h 30m<br/>Grupo grande/Teoría: 7h 30m<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 30m<br/>Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p> |
| <p>Descripción:<br/>Superficies de Riemann. Morfismos entre superficies de Riemann. Grado y ramificación. Formas diferenciales. Interpretación topológica del género. Interpretación analítica del género. Desingularización de curvas planas: la superficie de Riemann asociada a una curva plana. Fórmula de Riemann-Hurwitz. Curvas hiperelípticas.</p>   |  |
| <p>El Teorema de Riemann-Roch</p>  | <p>Dedicación: 37h 30m<br/>Grupo grande/Teoría: 7h 30m<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 30m<br/>Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p> |
| <p>Descripción:<br/>Series lineales y divisores. Divisores asociados a una función y a una diferencial. La serie lineal canónica: grado y dimensión. El Teorema de Riemann-Roch. Aplicaciones del teorema de Riemann-Roch: curvas elípticas, otras curvas de géneros bajos. la inmersión canónica, puntos de Weierstrass, jacobiana de una curva.</p>  |  |

## 200204 - GA - Geometría Algebraica

### Sistema de calificación

La evaluación de la asignatura se basará en el trabajo desarrollado por el alumno en la clase de Problemas más la realización de algún trabajo durante el curso (evaluación continua, hasta un 60% de la nota global), y la superación de una prueba final, que consistirá en un examen o la realización de un trabajo más elaborado. El alumno que lo desee podrá decidir prescindir de la evaluación continua y realizar únicamente un examen final.

### Bibliografía

#### Básica:

Casas Alvero, Eduardo. Singularities of plane curves. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. ISBN 0521789591.

Fulton, William. Curvas algebraicas. Barcelona, etc: Reverté, 1971. ISBN B10488923.

Griffiths, Phillip A. Introduction to algebraic curves. 1989. Providence (R.I.): American Mathematical Society, ISBN 0821845306.

Kirwan, Frances Clare. Complex algebraic curves. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1992. ISBN 0521423538.

Gibson, Christopher G. Elementary geometry of algebraic curves : an undergraduate introduction. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1998. ISBN 0521646413.

#### Complementaria:

Miranda, Rick. Algebraic curves and Riemann surfaces. [Providence]: American Mathematical Society, 1995. ISBN 0821802682.

Seidenberg, A. Elements of the theory of algebraic curves. Reading, Mass: Addison-Wesley, 1968.

## 200211 - AF - Análisis Funcional

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ  
Otros: Segon quadrimestre:  
MATTEO COZZI - A  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - A

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

8. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.
9. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
10. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
11. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
12. CE-1. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

#### Genéricas:

3. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.
4. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
5. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
6. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.

13. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
14. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.

#### Transversales:

1. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.
2. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los

## 200211 - AF - Análisis Funcional

resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

### Metodologías docentes

**Teoría:** las clases consistirán en exposiciones por parte del profesor de las definiciones, enunciados, demostraciones i ejemplos. Se pondrá énfasis en las relaciones entre conceptos y objetos aparentemente diferentes para el estudiante.

**Problemas:** resolución de problemas de una colección propuesta previamente al alumno. Resolución de algunos problemas por los mismos alumnos.

Entre los objetivos de la asignatura, tendrá más peso la resolución de problemas y la capacidad de relacionarlos con otras áreas de las matemáticas que la simple adquisición de conocimientos teóricos.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

El primer objetivo es que el estudiante comprenda los resultados básicos del análisis funcional: espacios de Banach y Hilbert, operadores lineales y acotados, teorema de la proyección y sus derivados, dualidad, espectro y operadores compactos.

Pero, por otro, se pretende que el alumno sepa utilizar estas herramientas para la resolución de EDP's. Para ello, se introducen los conceptos de espacios de Sobolev y soluciones débiles. El objetivo principal es que un estudiante pueda plantearse, ante un problema dado, qué tipo de soluciones puede tener dicho problema y qué herramientas puede utilizar para demostrar su existencia, unicidad y regularidad.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                        |                              |     |        |
|------------------------|------------------------------|-----|--------|
| Dedicación total: 150h | Horas grupo grande:          | 30h | 20.00% |
|                        | Horas grupo mediano:         | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas grupo pequeño:         | 30h | 20.00% |
|                        | Horas actividades dirigidas: | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas aprendizaje autónomo:  | 90h | 60.00% |

## 200211 - AF - Análisis Funcional

### Contenidos

|   |   |
|---|---|
| Espacios de Banach  | <p>Dedicación: 30h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 6h<br/>Aprendizaje autónomo: 18h</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Espacios de Banach</li> <li>- Ejemplos</li> <li>- Operadores lineales y norma</li> <li>- Teoremas básicos sobre operadores lineales y acotados (aplicación abierta, gráfica cerrada, acotación uniforme)</li> </ul>  |   |
| Espacios de Hilbert   | <p>Dedicación: 45h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 9h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 9h<br/>Aprendizaje autónomo: 27h</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Producto escalar</li> <li>- Teorema de la proyección</li> <li>- Teoremas de representación: Riesz-Frechet, Lax-Milgram</li> <li>- Adjuntos en espacios de Hilbert</li> <li>- Bases ortonormales</li> </ul>   |   |
| Aplicaciones  | <p>Dedicación: 45h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 9h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 9h<br/>Aprendizaje autónomo: 27h</p> |
| <p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Motivación; problemas de contorno en dimensión uno.</li> <li>- Espacios de Sobolev</li> <li>- Soluciones débiles/fuertes en dimensión 1 y dimensión n</li> <li>- Problemas de existencia/unicidad y regularidad</li> <li>- Ecuaciones de Laplace y del calor</li> <li>- Introducción a las ecuaciones no lineales</li> </ul> |   |

## 200211 - AF - Análisis Funcional

|   |  |
|---|--|
| Operadores compactos  | Dedicación: 30h<br>Grupo grande/Teoría: 6h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 6h<br>Aprendizaje autónomo: 18h |
| Descripción: <ul style="list-style-type: none"><li>- Propiedades</li><li>- Espectro</li><li>- Alternativa de Fredholm</li><li>- Operadores compactos autoadjuntos</li></ul> |  |

## Sistema de calificación

Los alumnos realizarán un examen parcial, que supondrá un 35% de la nota, y un examen final con 50%. El 15% restante se evalúa a partir de las entregas y exposiciones de problemas realizados durante el curso.

## Bibliografía

## Básica:

- Salsa, Sandro. Partial differential equations in action: from modelling to theory [en línea]. Milan [etc.]: Springer, 2008. Disponible a: < <http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10231792&p00>>. ISBN 9788847007512.
- Brézis, H. (Haim). Análisis funcional: teoría y aplicaciones. Madrid: Alianza, 1984. ISBN 8420680885.
- Evans, Lawrence C. Partial differential equations. Providence, Rhode Island: American Mathematical Society, cop. 1998. ISBN 0821807722.
- Rakotoson, Jean-Emile ; Rakotoson, Jean-Michel. Analyse fonctionnelle appliquée aux équations aux dérivées partielles. 1999.

## Complementaria:

- Hirsch, F. ; Lacombe, G. Elements of functional analysis. New York [etc.]: Springer, cop. 1999. ISBN 0387985247.
- Stein, E. ; Schakarchi, R. Real analysis: measure theory, integration and Hilbert spaces. Princeton Lectures in Mathematics, 2005.

## 200212 - TCL - Teoría de Control

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Inglés

### Profesorado

Responsable: JAIME FRANCH BULLICH  
Otros: Segon quadrimestre:  
JAIME FRANCH BULLICH - A  
JOSEP MARIA OLM MIRAS - A

### Capacidades previas

Álgebra lineal, cálculo elemental en una y diversas variables, ecuaciones diferenciales.  
Es recomendable pero no imprescindible tener conocimientos de geometría diferencial.

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

3. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
4. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
5. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.
13. CE-1. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
14. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.

#### Genéricas:

1. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
2. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.
6. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
7. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
8. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
9. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.

## 200212 - TCL - Teoría de Control

10. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

11. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

12. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

Se distingue entre clases de teoría y clases de problemas.

-En las clases de teoría, a partir de unos mínimos conceptos básicos, se presentará la teoría de sistemas lineales. Por supuesto, se recurrirá a ejemplos, ya sea para motivar o para ilustrar los resultados teóricos.

-En las clases de problemas, los estudiantes pondrán en práctica los resultados recurriendo eventualmente a conocimientos que se les presupone.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

1. Identificar un sistema de control y distinguir entre las variables de estado, entradas y salidas.
2. Aplicar a sistemas de control los resultados de existencia y unicidad de ecuaciones diferenciales.
3. Calcular las matrices de controlabilidad y observabilidad y decidir la controlabilidad y observabilidad de un sistema.
4. Calcular las diferentes formas canónicas y usarlas en el diseño de controladores.
5. Calcular funciones y matrices de transferencia y utilizarlas para el diseño de controladores.
6. Entender y usar los métodos frecuenciales para encontrar las salidas a diferentes entradas.
7. Diseñar controladores PID.
8. Decidir la controlabilidad y observabilidad de sistemas no lineales.
9. Linealizar sistemas no lineales y utilizarlo para el diseño de controladores.
10. Conocer los conceptos básicos de control en modo deslizante y control adaptativo.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                        |                              |     |        |
|------------------------|------------------------------|-----|--------|
| Dedicación total: 150h | Horas grupo grande:          | 30h | 20.00% |
|                        | Horas grupo mediano:         | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas grupo pequeño:         | 30h | 20.00% |
|                        | Horas actividades dirigidas: | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas aprendizaje autónomo:  | 90h | 60.00% |



## 200212 - TCL - Teoría de Control

### Contenidos

|  |   |
|--|---|
| Introducción a la teoría de control                          | Dedicación: 4h<br>Grupo grande/Teoría: 4h |
| Sistemas lineales: versión espacio de estados                | Dedicación: 6h<br>Grupo grande/Teoría: 6h |
| Sistemas lineales: versión entrada-salida                    | Dedicación: 6h<br>Grupo grande/Teoría: 6h |
| Estabilidad  | Dedicación: 4h<br>Grupo grande/Teoría: 4h |
| Respuesta temporal   | Dedicación: 6h<br>Grupo grande/Teoría: 6h |
| Diseño de controladores                                      | Dedicación: 4h<br>Grupo grande/Teoría: 4h |
| Sistemas no lineales: controlabilidad y observabilidad       | Dedicación: 6h<br>Grupo grande/Teoría: 6h |
| Linealización de sistemas. Plátitud. Diseño de controladores | Dedicación: 6h<br>Grupo grande/Teoría: 6h |

## 200212 - TCL - Teoría de Control

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Control en modo deslizante         | Dedicación: 6h<br>Grupo grande/Teoría: 6h |
| Control adaptativo                 | Dedicación: 5h<br>Grupo grande/Teoría: 5h |
| Presentación y defensa de trabajos | Dedicación: 7h<br>Grupo grande/Teoría: 7h |

### Sistema de calificación

- Los estudiantes deberán entregar ejercicios periódicamente.
- Presentación y defensa de un trabajo a escoger entre una lista propuesta por el profesorado o a iniciativa del propio estudiante y aceptada por el profesorado.

### Bibliografía

#### Básica:

- Lewis, Andrew. A Mathematical approach to classical control [en línea]. Preprint. [Consulta: 23/11/2012]. Disponible a: <http://www.mast.queensu.ca/~andrew/teaching/math332/notes.shtml>.
- Isidori, Alberto. Nonlinear Control Systems. 3rd ed. Springer-Verlag, 1995.
- Slotine, Jean-Jacques; Li, Weiping. Applied nonlinear control. Prentice-Hall, 1991.
- Khalil, Hassan. Nonlinear systems. 3rd. Prentice-Hall, 2002.

#### Complementaria:

- Kailath, Thomas. Linear systems. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1980. ISBN 0135369614.

## 200213 - SD - Sistemas Dinámicos

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA  
Otros: Primer quadrimestre:  
INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA - A  
PABLO MARTIN DE LA TORRE - A

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

3. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
4. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
5. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.
13. CE-1. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
14. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.

#### Genéricas:

1. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
2. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.
6. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
7. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
8. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
9. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
10. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

#### Transversales:

11. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

## 200213 - SD - Sistemas Dinámicos

12. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                        |                              |     |        |
|------------------------|------------------------------|-----|--------|
| Dedicación total: 150h | Horas grupo grande:          | 30h | 20.00% |
|                        | Horas grupo mediano:         | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas grupo pequeño:         | 30h | 20.00% |
|                        | Horas actividades dirigidas: | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas aprendizaje autónomo:  | 90h | 60.00% |

## 200213 - SD - Sistemas Dinámicos

### Contenidos

|  |  |
|--|--|
| <p>- Dinámica caótica</p>  | <p>Dedicación: 15h<br/>Grupo grande/Teoría: 4h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 2h<br/>Aprendizaje autónomo: 9h</p>    |
| <p>Descripción:<br/>Estudio de la familia cuadrática definida en el intervalo. Dinámica simbólica. Shift de Bernouilli.</p>  |  |
| <p>- El problema de dos cuerpos</p>  | <p>Dedicación: 15h<br/>Grupo grande/Teoría: 2h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 4h<br/>Aprendizaje autónomo: 9h</p>    |
| <p>Descripción:<br/>Las ecuaciones del problema de dos cuerpos. Las integrales primeras. Reducción al problema de Kepler. Resolución del problema de dos cuerpos.</p>  |  |
| <p>- Objetos invariantes de flujos y difeomorfismos</p>  | <p>Dedicación: 65h<br/>Grupo grande/Teoría: 13h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 13h<br/>Aprendizaje autónomo: 39h</p> |
| <p>Descripción:<br/>El problema de tres cuerpos restringido. Puntos críticos de campos y puntos fijos de difeomorfismos. Órbitas periódicas de campos. Aplicación de Poincaré. Conjugación y equivalencia. Teorema de la caja de flujo. Puntos hiperbólicos. Teorema de Hartman. Variedades estable e inestable. Puntos no hiperbólicos. Teorema de la variedad central.</p> |  |
| <p>- Sistemas lineales</p>   | <p>Dedicación: 15h<br/>Grupo grande/Teoría: 3h<br/>Grupo mediano/Prácticas: 3h<br/>Aprendizaje autónomo: 9h</p>    |
| <p>Descripción:<br/>Sistemas lineales. Clasificación de sistemas lineales</p>  |  |

## 200213 - SD - Sistemas Dinámicos

|   |  |
|---|--|
| Dinámica Global   | Dedicación: 40h<br>Grupo grande/Teoría: 8h<br>Grupo mediano/Prácticas: 8h<br>Aprendizaje autónomo: 24h |
| Descripción:<br>Sistemas Hamiltonianos. Variedades invariantes globales. Puntos homoclínicos y heteroclínicos. Sistemas planos. Teorema de Poincaré-Bendixon. Teorema homoclínico de Smale. |  |

### Sistema de calificación

Se realizará un examen final para evaluar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. Este examen supondrá un 30% de la nota final.

Se evaluará la exposición oral y la resolución escrita de los problemas asignados. Esta nota corresponderá a un 30% de la nota final.

Se evaluará la realización del trabajo, la memoria escrita y su exposición oral. También se evaluará la participación en la exposición de trabajos del resto de los estudiantes. Esta parte contribuirá con un 40% a la nota final.

### Normas de realización de las actividades

Los problemas asignados se realizarán individualmente. El trabajo se podrá realizar en grupos de un máximo de dos personas.

### Bibliografía

#### Básica:

Devaney, Robert L. An Introduction to chaotic dynamical systems. 2nd ed. Reading, MA [etc.]: Westview, 2003. ISBN 813340853.

Sotomayor Tello, Jorge Manuel. Lições de equações diferenciais ordinárias. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), 1979. ISBN 9216050624.

Arrowsmith, D.K. ; Place, C.M. An Introduction to dynamical systems. Cambridge [England]: Cambridge University Press, 1990. ISBN 0521303621.

Guckenheimer, J. ; Holmes, P. Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations of vector fields. New York, NY [etc.]: Springer-Verlag, 1983. ISBN 0387908196.

Pollard, Harry. Mathematical introduction to celestial mechanics. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1966.

Meyer, Kenneth R. ; Hall, G.R. ; Offin, D. Introduction to Hamiltonian dynamical systems and the n-body problem. New York [etc.]: Springer-Verlag, 2009. ISBN 9780387097237.

## 200221 - MNEDOS - Métodos Numéricos para EDO

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Inglés

### Profesorado

Responsable: JAUME SOLER VILLANUEVA  
Otros: Primer quadrimestre:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - A  
JAUME SOLER VILLANUEVA - A

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

3. CE-1. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
4. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
5. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
6. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
7. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

#### Genéricas:

1. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
2. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.
8. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
9. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
10. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
11. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

#### Transversales:

13. EMPRENDEDURÍA E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que definen su actividad; capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias

## 200221 - MNEDOS - Métodos Numéricos para EDO

industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

14. **SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL:** Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; habilidad para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

15. **COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA:** Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

16. **TRABAJO EN EQUIPO:** Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

17. **APRENDIZAJE AUTÓNOMO:** Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                        |                              |     |        |
|------------------------|------------------------------|-----|--------|
| Dedicación total: 150h | Horas grupo grande:          | 30h | 20.00% |
|                        | Horas grupo mediano:         | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas grupo pequeño:         | 30h | 20.00% |
|                        | Horas actividades dirigidas: | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas aprendizaje autónomo:  | 90h | 60.00% |



## 200221 - MNEDOS - Métodos Numéricos para EDO

### Contenidos

|  |  |
|--|--|
| <p>1. Introducción. Problemas de valor inicial y de valor en la frontera. Discretización del problema. Ecuaciones en diferencias finitas.</p>  | <p>Dedicación: 13h<br/>Grupo grande/Teoría: 5h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 2h<br/>Actividades dirigidas: 1h<br/>Aprendizaje autónomo: 5h</p>  |
| <p>2. El método de Euler y sus generalizaciones. Error local de discretización. Orden de un método. Convergencia, consistencia y estabilidad de un método, condiciones necesarias y suficientes. Estabilidad. Control del error.</p> | <p>Dedicación: 29h<br/>Grupo grande/Teoría: 7h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 2h<br/>Actividades dirigidas: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p> |
| <p>3. Métodos Runge-Kutta. Condiciones de orden. Teoría de Butcher. Métodos "embedded" y control del error. Métodos implícitos. Estabilidad. Ejemplos numéricos.</p>   | <p>Dedicación: 29h<br/>Grupo grande/Teoría: 7h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 2h<br/>Actividades dirigidas: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p> |
| <p>4. Métodos lineales multipaso. Error local y orden de convergencia. Estabilidad. Métodos implícitos y métodos predictor-corrector.</p>  | <p>Dedicación: 29h<br/>Grupo grande/Teoría: 7h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 2h<br/>Actividades dirigidas: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p> |
| <p>5. Problemas "stiff". Ejemplos numéricos. Implementación de los métodos Runge-Kutta implícitos. Convergencia y estabilidad.</p>   | <p>Dedicación: 29h<br/>Grupo grande/Teoría: 7h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 2h<br/>Actividades dirigidas: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p> |

## 200221 - MNEDOS - Métodos Numéricos para EDO

|   |  |
|---|--|
| 6. Introducción a los problemas de valor en la frontera. Métodos de "shooting". Otros métodos.. | Dedicación: 19h<br>Grupo grande/Teoría: 7h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 2h<br>Actividades dirigidas: 3h<br>Aprendizaje autónomo: 7h |
|---|--|

### Sistema de calificación

La calificación final obtenida por el estudiante es suma de tres notas:

- 1) Trabajo de curso y su exposición oral: hasta 3 puntos.
- 2) Dos exposiciones cortas hechas en clase: hasta 1 punto.
- 3) Exámenes escrito sobre contenidos de la asignatura: hasta 6 puntos.

### Normas de realización de las actividades

Es obligatoria la asistencia a un mínimo de clases y hacer una exposición corta en clase. También es obligatoria la realización de los trabajos de curso.

### Bibliografía

#### Básica:

- Lambert, J.D. Numerical methods for ordinary differential systems : the initial value problem. Chichester [etc.]: John Wiley, cop. 1991. ISBN 0471929905.
- Hairer, E.; Norsett, S.P.; Wanner, G. Solving ordinary differential equations I. 3rd. Springer, 2008. ISBN 978-3-540-56670-0.
- Dekker, K.; Verwer, J.G. Stability of Runge-Kutta methods for stiff nonlinear differential equations. 1a. Elsevier, 1984.

#### Complementaria:

- García Merayo, Félix. Fortran 90 Lenguaje de programación. Madrid: Paraninfo, 1999. ISBN 8428325278.
- Kernighan, B.W.; Ritchie, D.M. The C programming language. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1988.
- Isaacson, E.; Keller, H.B. Analysis of numerical methods. New York: Dover, 1994. ISBN 0486680290.
- Ortega, James M. Numerical analysis : a second course. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, cop. 1990. ISBN 0898712505.
- Butcher, J. The Numerical analysis of ordinary differential equations : runge-kutta and general linear methods. Chichester [etc.]: John Wiley & Sons, 1987. ISBN 0471910465.

## 200222 - MNEDPS - Métodos Numéricos para Edps

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Inglés

### Profesorado

Responsable: SONIA FERNANDEZ MENDEZ  
Otros: Primer quadrimestre:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - A  
JAUME SOLER VILLANUEVA - A

### Capacidades previas

Nociones básicas de métodos numéricos, ecuaciones en derivadas parciales y cálculo.

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

3. CE-1. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
4. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
5. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
6. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
7. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

#### Genéricas:

1. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
2. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.
8. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
9. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
10. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
11. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

## 200222 - MNEDPS - Métodos Numéricos para Edps

### Transversales:

13. EMPRENDEDURÍA E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que definen su actividad; capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

14. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; habilidad para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

15. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

16. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

17. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

Clases teóricas y resolución de problemas en aula convencional y clases en aula informática.

Las clases se impartirán en Inglés.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

Proporcionar una sólida base teórica y práctica en métodos numéricos para la resolución de Ecuaciones en Derivadas Parciales (EDPs), con especial interés en EDPs de segundo orden habituales en ciencias aplicadas y ingeniería.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                        |                              |     |        |
|------------------------|------------------------------|-----|--------|
| Dedicación total: 150h | Horas grupo grande:          | 30h | 20.00% |
|                        | Horas grupo mediano:         | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas grupo pequeño:         | 30h | 20.00% |
|                        | Horas actividades dirigidas: | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas aprendizaje autónomo:  | 90h | 60.00% |

## 200222 - MNEDPS - Métodos Numéricos para Edps

### Contenidos

|   |  |
|---|--|
| <p>Introducción y conceptos generales</p>   | <p>Dedicación: 3h<br/>Grupo grande/Teoría: 3h</p>                                      |
| <p>Descripción:<br/>Problemas en ciencias aplicadas y ingeniería que habitualmente se resuelven con métodos numéricos para la resolución de Ecuaciones en Derivadas Parciales (EDPs). EDPs lineales de 2o orden: clasificación de las ecuaciones, interpretación física, aspectos fundamentales para su resolución numérica, condiciones de contorno.</p>   |  |
| <p>Solución numérica de ecuaciones parabólicas y elípticas con el MDF</p>   | <p>Dedicación: 15h<br/>Grupo grande/Teoría: 9h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 6h</p>   |
| <p>Descripción:<br/>Operadores en diferencias. Discretización de la ecuación parabólica unidimensional con el Método de las Diferencias Finitas (MDF). Sistemas de ecuaciones en diferencias. Análisis de la convergencia, estabilidad y consistencia.<br/>Problemas multidimensionales y aplicaciones. Discretización de problemas multidimensionales con el MDF y limitaciones frente al Método de los Elementos Finitos (MEF)</p>  |  |
| <p>Solución numérica de ecuaciones parabólicas y elípticas con el MEF</p>   | <p>Dedicación: 24h<br/>Grupo grande/Teoría: 10h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 14h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Forma fuerte, método de los residuos ponderados y forma débil para ecuaciones elípticas. Tratamiento de las condiciones de contorno. Interpolación en elementos finitos: malla y splines. Integración numérica. Elemento de referencia y transformación isoparamétrica. Tipos de elementos más utilizados. Implementación eficiente de un código de elementos finitos. Propiedades de convergencia. Integración temporal en problemas transitorios.</p> |  |
| <p>Problemas con operadores espaciales de primer orden: convección</p>  | <p>Dedicación: 8h<br/>Grupo grande/Teoría: 4h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h</p>    |
| <p>Descripción:<br/>Ecuaciones hiperbólicas de primer orden: integración temporal y estabilidad. La ecuación de convección-difusión: oscilaciones, análisis y número de Péclet, introducción a las técnicas de estabilización consistentes para el MEF.</p>   |  |

## 200222 - MNEDPS - Métodos Numéricos para Edps

|  |  |
|--|--|
| Control de la calidad de la solución   | Dedicación: 8h<br>Grupo grande/Teoría: 2h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 6h |
| Descripción:<br>Necesidad de garantizar la calidad de la solución. Conceptos de verificación y validación. Conceptos básicos de estima del error, estima orientada a cantidades de interés, remallado y adaptatividad. |  |

### Sistema de calificación

Exámenes, trabajos prácticos y ejercicios.

### Bibliografía

#### Básica:

- Donea, J.; Huerta, A. Finite element methods for flow problems. Chichester: John Wiley & Sons, 2003. ISBN 0471496669.
- Elman, H.; Silvester, D.; Wathen A. Finite elements and fast iterative solvers : with applications in incompressible fluid dynamics. Oxford: Oxford University Press, 2005. ISBN 019852868X.
- Hoffman, Joe D. Numerical methods for engineers and scientists. 2nd ed. New York [etc.]: Marcel Dekker, 2001. ISBN 0824704436.
- Quarteroni, Alfio. Numerical models for differential problems. Milano: Springer-Verlag Milan, 2009. ISBN 9788847010710.
- Zienkiewicz, O.C. ; Taylor, R.L. The finite element method [en línea]. 6th ed. Oxford, [etc.]: Butterworth Heinemann, 2006Disponible a: <<http://www.sciencedirect.com/science/book/9780750664318>>. ISBN 0750650494.

#### Complementaria:

- Ames, William F. Numerical methods for partial differential equations. 3th ed. Boston [etc.]: Academic Press, 1992. ISBN 012056761X.
- Ainsworth, M. ; Oden, J.T. Posteriori error estimation in finite element. New York [etc.]: John Wiley & sons, 2000. ISBN 047129411X.
- Evans, G.; Blackledge, J.; Yardley, P. Numerical methods for partial differential equations. London [etc.]: Springer-Verlag, 1999. ISBN 354076125X.
- Johnson, Claes. Numerical solution of partial differential equations by the finite element method. Mineola, NY: Dover Publications, 2009. ISBN 9780486469003.
- Hughes, Thomas J. R. The finite element method: linear static and dynamic finite element analysis. Mineola, New York: Dover Publications, 1987. ISBN 0486411818.

## 200223 - MF - Matemática Financiera

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JOSEP JOAQUIM MASDEMONT SOLER  
Otros: Segon quadrimestre:  
JOSEP JOAQUIM MASDEMONT SOLER - A  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - A

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

3. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
4. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
5. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

#### Genéricas:

1. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
2. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.
6. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
7. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
8. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
9. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
10. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

#### Transversales:

11. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.
12. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

## 200223 - MF - Matemática Financiera

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                        |                              |     |        |
|------------------------|------------------------------|-----|--------|
| Dedicación total: 150h | Horas grupo grande:          | 30h | 20.00% |
|                        | Horas grupo mediano:         | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas grupo pequeño:         | 30h | 20.00% |
|                        | Horas actividades dirigidas: | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas aprendizaje autónomo:  | 90h | 60.00% |

### Contenidos

#### Productos Financieros y Arbitraje

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

Descripción:

Introducción a los futuros y a las opciones financieras. El concepto de arbitraje y su uso. Cobertura con futuros y opciones. Precios forward y de futuros. Futuros sobre tipos de interés. Swaps. Propiedades de los precios de opciones sobre acciones.

#### Modelos Discretos

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

Descripción:

El modelo de árbol binomial. La probabilidad riesgo neutral. Formalismo matemático para mercados discretos. Información, mesurabilidad y filtraciones. Estrategias de Cartera y estrategias autofinanciadas. Esperanza condicional. Teorema de Kolmogorov. Martingalas.

#### Modelos Continuos

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

Descripción:

Paseo aleatorio y apertura hacia mercados continuos. Movimiento Browniano. Cálculo y integral de Itô. Ecuaciones diferenciales estocásticas. Teoremas de cambio de medida. Estrategias continuas autofinanzadas. El modelo de Back-Scholes y su fórmula.



## 200223 - MF - Matemática Financiera

### Sistema de calificación

Se hará un examen parcial, que no eliminara materia del examen final. La nota de la asignatura se calcula mediante la fórmula:  $\max(0.4 \times (\text{examen parcial}) + 0.6 \times (\text{examen final}), \text{examen final})$ .

### Bibliografía

#### Básica:

Baxter, M.; Rennie, A. Financial calculus : an introduction to derivative pricing. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1996. ISBN 0521552893.

Dotham, N. Prices in financial markets. New York (N.Y.) [etc.]: Oxford University Press, 1990. ISBN 0195053125.

Hull, John C. Options, futures and other derivatives. 8th ed. Prentice Hall, 2011. ISBN 978-0132777421.

Wilmott, Paul. Paul Wilmott introduces quantitative finance. Chichester [etc.]: John Willey & Sons, 2001.

Lamberton, D; Lapeyre, B. Introduction to stochastic calculus applied to finance. 2a ed. London [etc.]: Chapman and Hall, 2008. ISBN 978-1584886266.

#### Complementaria:

Ikeda, N; Watanabe, S. Stochastic differential equations and diffusion processes. 2nd ed. Amsterdam ; New York: North Holland, 1989. ISBN 0444873783.

Rogers, L.C.G.; Williams, D. Diffusions, Markov processes, and martingales. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, cop. 2000. ISBN 0521775949.

Wilmott, P.; Howison, S.; Dewyne, J. The Mathematics of financial derivatives : a student introduction. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Williams, David. Probability with martingales. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2000. ISBN 0521406056.

## 200231 - AIC - Algoritmia y Complejidad

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 723 - CS - Departamento de Ciencias de la Computación  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Inglés

### Profesorado

Responsable: JOSE MARIA DIAZ CORT  
Otros: Primer quadrimestre:  
JOSE MARIA DIAZ CORT - A

### Capacidades previas

Este es un curso de algorítmica avanzada, diseñado para resolver problemas, algunos de ellos reales, como la secuenciación del genoma.

Se espera que los estudiantes tengan un conocimiento previo de las técnicas básicas algorítmicas y tengan conocimientos de programación. También se espera que los estudiantes tengan una cierta madurez en conocimientos matemáticos básicos, a nivel de las asignaturas de cálculo, álgebra, probabilidad y análisis complejo de la FME.

### Requisitos

Las asignaturas de álgebra lineal, cálculo integral, algorítmica y teoría de la probabilidad del Grado en Matemáticas o equivalentes.

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

Específicas:

3. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
4. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
5. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

Genéricas:

1. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
2. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.
6. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
7. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
8. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
9. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.

## 200231 - AIC - Algoritmia y Complejidad

10. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Transversales:

11. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

12. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

### Metodologías docentes

Dos horas de clase magistral y dos horas de presentación y discusión de problemas por parte de los alumnos. Se espera los alumnos dediquen un cierto número de horas semanales a la resolución de los problemas propuestos en clase.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

El curso está diseñado para dar una base algorítmica sólida para la resolución de problemas, tanto en un futuro trabajo profesional en la industria como para realizar una tesis doctoral en el campo de la matemática discreta o la informática teórica.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                        |                              |     |        |
|------------------------|------------------------------|-----|--------|
| Dedicación total: 150h | Horas grupo grande:          | 30h | 20.00% |
|                        | Horas grupo mediano:         | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas grupo pequeño:         | 30h | 20.00% |
|                        | Horas actividades dirigidas: | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas aprendizaje autónomo:  | 90h | 60.00% |

## 200231 - AIC - Algoritmia y Complejidad

### Contenidos

#### Introducción

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

#### Divide y vencerás

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

#### Aritmética modular y primalidad

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

#### Algoritmos voraces

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

#### Recurrencias

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

#### Programación dinámica

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

#### Programación lineal

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

#### Complejidad

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

#### Heurísticas y aproximación

Competencias de la titulación a las que contribuye el contenido:

## 200231 - AIC - Algoritmia y Complejidad

### Sistema de calificación

Dos exámenes de una hora (Q)  
Un examen final de 4 horas (F)  
Presentación de problemas (P)  
Nota final:  $F*0.45+Q*0.40+P*0.15$

### Normas de realización de las actividades

Los exámenes de una hora se realizarán durante el desarrollo de las horas de docencia. El examen final se realizará al final del curso (enero).

### Bibliografía

Básica:

Moore, Christopher ; Mertens, Stephan. The Nature of computation. New York: Oxford University Press, cop. 2011. ISBN 9780199233212.

Dasgupta, Sanjoy ; Papadimitriou, Christos ; Vazirani, Umesh. Algorithms. Boston: Mc Graw Hill Higher Educacion, 2008. ISBN 9780073523408.

Kleinberg, Jon ; Tardos, Éva. Algorithm Design. Boston: Pearson/Addison Wesley, 2014. ISBN 9781292023946.

## 200232 - CITG - Combinatoria y Teoría de Grafos

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Inglés

### Profesorado

Responsable: ORIOL SERRA ALBO  
Otros: Primer quadrimestre:  
SIMEON MICHAEL BALL - A  
ORIOL SERRA ALBO - A

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

3. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
4. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
5. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

#### Genéricas:

1. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
2. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.
6. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
7. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
8. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
9. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
10. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

#### Transversales:

11. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.
12. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

## 200232 - CITG - Combinatoria y Teoría de Grafos

### Metodologías docentes

(Apartado no disponible)

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

(Apartado no disponible)

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                        |                              |     |        |
|------------------------|------------------------------|-----|--------|
| Dedicación total: 150h | Horas grupo grande:          | 30h | 20.00% |
|                        | Horas grupo mediano:         | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas grupo pequeño:         | 30h | 20.00% |
|                        | Horas actividades dirigidas: | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas aprendizaje autónomo:  | 90h | 60.00% |

## 200232 - CITG - Combinatoria y Teoría de Grafos

### Contenidos

|                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. El método simbólico       | Dedicación: 25h<br>Grupo grande/Teoría: 5h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 5h<br>Aprendizaje autónomo: 15h |
| 2. Enumeración con simetrías | Dedicación: 15h<br>Grupo grande/Teoría: 3h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 3h<br>Aprendizaje autónomo: 9h  |
| 3. Geometrías finitas        | Dedicación: 30h<br>Grupo grande/Teoría: 6h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 6h<br>Aprendizaje autónomo: 18h |
| 4. Conectividad de grafos    | Dedicación: 20h<br>Grupo grande/Teoría: 4h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h<br>Aprendizaje autónomo: 12h |
| 5. Apareamientos             | Dedicación: 20h<br>Grupo grande/Teoría: 4h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h<br>Aprendizaje autónomo: 12h |
| 6. Coloraciones              | Dedicación: 20h<br>Grupo grande/Teoría: 4h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h<br>Aprendizaje autónomo: 12h |



## 200232 - CITG - Combinatoria y Teoría de Grafos

|                              |  |
|------------------------------|--|
| 7. Teoría extremal de grafos | Dedicación: 20h<br>Grupo grande/Teoría: 4h<br>Grupo pequeño/Laboratorio: 4h<br>Aprendizaje autónomo: 12h |
|------------------------------|--|

**Sistema de calificación**

- Examen parcial de los temas 1, 2 y 3.
- Examen final de los temas 4, 5, 6 y 7, con posibilidad de recuperar la primera parte.
- La nota será el máximo entre (Parcial + Final) / 2 y Final.

**Bibliografía**

## Básica:

Flajolet, Philippe ; Sedgewick, Robert. Analytic combinatorics [en línea]. Cambridge: Cambridge University Press, 2009 [Consulta: 01/06/2012]. Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10277515>>. ISBN 9780521898065.

Cameron, Peter J. (Peter Jephson). Combinatorics : topics, techniques, algorithms. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

West, Douglas Brent. Introduction to graph theory. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, cop. 2001. ISBN 0130144002.

Diestel, Reinhard. Graph theory. 3rd ed. Berlin [etc.]: Springer, 2005. ISBN 3540261826.

## Complementaria:

Bollobás, Béla. Extremal graph theory. Mineola, N.Y: Dover Publications, cop. 2004. ISBN 0486435962.

Bondy, J. A. ; Murty U.S.R. Graph theory. New York: Springer, 2008. ISBN 9781846289699.

Lint, Jacobus Hendricus van ; Wilson R.M. A Course in combinatorics. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. ISBN 0521803403.

Lovász, László. Combinatorial problems and exercises. 2nd ed. Providence: AMS Chelsea Publishing, 2007. ISBN 9780821842621.

Wilson, Robin J. Introduction to graph theory. 5th ed. Harlow: Prentice-Hall, 2010.

## 200241 - HM - Historia de la Matemática

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2017  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: MARIA ROSA MASSA ESTEVE  
Otros: Segon quadrimestre:  
MONICA BLANCO ABELLAN - A  
MARIA ROSA MASSA ESTEVE - A

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

3. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
4. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
5. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

#### Genéricas:

1. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
2. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.
6. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
7. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
8. CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
9. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
10. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

#### Transversales:

11. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.
12. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

## 200241 - HM - Historia de la Matemática

### Metodologías docentes

Se intenta trabajar siempre que sea posible con fuentes históricas primarias o secundarias especializadas. El curso se sitúa dentro de la línea de investigación histórica que intenta entender los procesos de formación de los conceptos matemáticos en su propio contexto, en términos del conocimiento matemático y de las intenciones con que se trabajaba más que en términos de lo que sucederá después.

Los temas se desarrollan generalmente con una parte de exposición y debate del tema de la sesión y la otra de explicación e introducción del tema siguiente. La exposición, a veces, la hace algún alumno siguiendo un guión previo de cuestiones sobre el tema, en los comentarios posteriores se intenta clarificar las dudas y problemas que hayan podido surgir en las lecturas. Se presentan los grandes períodos de la historia (se consideran seis) y el resto de las sesiones se estructuran en base a presentaciones monográficas, unas, a cargo de los estudiantes, el resto, a cargo del profesor. La mayor parte de las actividades están relacionadas con algún texto matemático de la época tratada. Una parte muy importante de la asignatura es el trabajo de investigación final que deben entregar por escrito y defender oralmente en la sesión final. Este trabajo, a partir de un autor o un texto elegido por los alumnos, les permite practicar determinados procedimientos y aprender conceptos matemáticos desde otra perspectiva.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

El objetivo de la asignatura es explorar el pasado de las matemáticas mostrando cómo han surgido y cómo se han desarrollado a lo largo del tiempo los conceptos, teoremas, métodos y axiomáticas que hoy encontramos expuestos en los textos bajo una concepción pragmática, lógica y didáctica que muchas veces no coincide con el orden histórico en que fueron inventados o descubiertos. A través de la asignatura los alumnos deben elaborar una visión de conjunto sobre el desarrollo de las matemáticas. Este objetivo general se desglosa en cuatro objetivos particulares, que se corresponden con diferentes facetas de este desarrollo:

1. Conocer las fuentes en que se basa el conocimiento de las matemáticas del pasado. Esto implica leer e interpretar una selección de textos clásicos de las matemáticas, y aprender a localizar y utilizar la literatura histórica.
2. Reconocer los cambios más significativos en la disciplina Matemáticas, los que han afectado su estructura y clasificación, sus métodos, sus conceptos fundamentales y su relación con otras ciencias.
3. Poner de manifiesto las relaciones socioculturales de las matemáticas (con la política, la religión, la filosofía, o la cultura, entre otros ámbitos).
4. Conseguir que los alumnos reflexionen sobre el desarrollo del pensamiento matemático y las transformaciones de la filosofía natural.

### Horas totales de dedicación del estudiantado

|                        |                              |     |        |
|------------------------|------------------------------|-----|--------|
| Dedicación total: 150h | Horas grupo grande:          | 30h | 20.00% |
|                        | Horas grupo mediano:         | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas grupo pequeño:         | 30h | 20.00% |
|                        | Horas actividades dirigidas: | 0h  | 0.00%  |
|                        | Horas aprendizaje autónomo:  | 90h | 60.00% |

## 200241 - HM - Historia de la Matemática

### Contenidos

|   |   |
|---|---|
| Las matemáticas en la Antigüedad.   | <p>Dedicación: 25h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 5h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p> |
| <p>Descripción:</p> <p>Las tablillas cuneiformes. Los papiros egipcios. El papiro Rhind. Los Pitagóricos. Los Elementos de Euclides (300 aC.). La medida del universo en Aristarco de Samos (ca. 210-230 aC.). La cuadratura del círculo en Arquímedes (287 aC.- 212 aC.). Las Aritméticas de Diofanto de Alejandria (250-350).</p>   |   |
| De la ciencia árabe al renacimiento.  | <p>Dedicación: 25h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 5h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p> |
| <p>Descripción:</p> <p>Mohamed Ben Musa al-Khwarizmi (850 dC.). Los inicios de la trigonometría plana. Cálculo y mercadería en la matemática medieval. Geometría y arte. Leon Battista Alberti (1404-1472) y Leonardo da Vinci (1452-1519). La resolución de las ecuaciones polinómicas de tercer y cuarto grado en Girolamo Cardano (1501-1576) y Rafael Bombelli (1526-1572).</p>   |   |
| El nacimiento de la Matemática Moderna.   | <p>Dedicación: 25h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 5h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p> |
| <p>Descripción:</p> <p>François Viète (1540-1603) y el Arte Analítico. El lenguaje simbólico y los primeros cursos matemáticos. Pierre Hérigone (1580-1643). La algebrización de las matemáticas. René Descartes (1596-1650) y la geometría analítica. El triángulo aritmético de Blaise Pascal (1623-1662). Primeros desarrollos trigonométricos. El nacimiento de los logaritmos. Serie armónica y el triángulo armónico de Pietro Mengoli (1627-1686).</p> |   |
| La anticipación del cálculo.  | <p>Dedicación: 25h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 5h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p> |
| <p>Descripción:</p> <p>Cuadraturas de Arquímedes (ca. 250 aC.). La teoría de los indivisibles de Cavalieri (1635). Métodos para las tangentes: Fermat (1629) y Descartes (1637).</p>  |   |

## 200241 - HM - Historia de la Matemática

|   |  |
|---|--|
| <p>Desarrollo conceptual del cálculo en el siglo XVIII.</p>   | <p>Dedicación: 25h<br/>Grupo grande/Teoría: 5h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p> |
| <p>Descripción:<br/>El cálculo de Newton y Leibniz. Gregory y la expansión del binomio (1670). El método del incremento de Taylor (1715). La escuela de Kerala: raíces no occidentales del desarrollo en serie. Primeras definiciones de función: Johan Bernoulli (1718) y Leonhard Euler(1748,1755). Euler y las funciones logarítmicas y circulares (1748).</p> |  |
| <p>Aritmetización y formulación rigurosa del cálculo.</p>   | <p>Dedicación: 25h<br/>Grupo grande/Teoría: 5h<br/>Grupo pequeño/Laboratorio: 5h<br/>Aprendizaje autónomo: 15h</p> |
| <p>Descripción:<br/>Definiciones de límite en D'Alembert (1765) y Cauchy (1821). Definiciones de continuidad: Euler (1748), Bolzano (1817), Cauchy (1821). El teorema del valor medio. Las funciones derivadas de Lagrange (1797) y Cauchy (1823). El teorema fundamental del cálculo y la integración de Riemann (1854).</p>                                     |  |

### Sistema de calificación

La nota final se obtiene, con las actividades realizadas en clase y con el trabajo de fin de curso, desglosada tal como se explica a continuación.

50% a partir de las prácticas escritas u orales de cada semana. Cada semana los alumnos desarrollan una actividad. La actividad consiste en reproducir una demostración de algún texto, un dossier preparado que deben rellenar (a partir de algún texto) o un resumen de algún texto corto con cuestiones preparadas. Pueden responderlas por escrito, u oralmente; pueden completar, revisar o anotar el texto en clase, durante la práctica. Se valora la claridad de las explicaciones y el grado de comprensión matemática de la actividad.

50% a partir de la reseña de un artículo, libro o capítulo de libro o bien del análisis de un texto o demostración significativa de la historia de la matemática. En la reseña, se expondrán con claridad las ideas principales del texto elegido y su significación para la historia de la matemática. En la evaluación (presentación escrita y oral) se valorará la claridad en la exposición de las ideas del autor escogido, así como la capacidad para conectar el texto reseñado con la historia de la matemática que habremos ido elaborando. En caso de analizar alguna demostración se valorará también el grado de comprensión matemática.

## 200241 - HM - Historia de la Matemática

### Bibliografía

#### Básica:

Rommevaux, S. [et al.]. Pluralité de l'algèbre à la Renaissance. Paris: Honoré Champion, 2012. ISBN 9782745323989.

Fauvel, John; Gray, Jeremy eds. The History of mathematics : a reader. [London]: Macmillan Press, 1987. ISBN 0333427904.

Stedall, Jacqueline. Mathematics emerging : a sourcebook 1540 - 1900 [en línea]. Oxford: Oxford University Press, 2008 [Consulta: 31/05/2012]. Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10273010>>. ISBN 9780191527715.

Katz, Victor; Hunger Parshall, Karen. Taming the unknown: A History of Algebra from Antiquity to the Early twentieth century. Princeton University Press, 2014. ISBN 9780691149059.

Stedall, Jacqueline. The history of mathematics: a very short introduction. 2012. ISBN 9780199599684.

#### Complementaria:

Katz, Victor (ed.). The Mathematics of Egypt, Mesopotamia, China, India and Islam: a sourcebook Nou llibre. Princeton University Press, 2007. ISBN 9780691114859.

Serres, Michel; Bensaude-Vincent, Bernadette. Historia de las ciencias. 2a ed. Madrid: Cátedra, cop. 1998. ISBN 8437609887.

Grattan-Guinness, I. The Norton history of the mathematical sciences : the rainbow of mathematics. New York [etc.]: W. W. Norton & Company, 1998. ISBN 0393046508.

Chemla, Karine. The History of mathematical proof in ancient traditions. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. ISBN 9781107012219.

Stedall, Jacqueline A. From Cardano's great art to Lagrange's reflections : filling a gap in the history of algebra u llibre. Zürich: European Mathematical Society, 2011. ISBN 9783037190920.



# Bachelor's degree in Mathematics

2017-2018 academic year

The **bachelor's degree in Mathematics** is a rigorous course that will provide you with comprehensive training in the core disciplines of mathematics and their applications. If your goal is to do research, you will be well equipped to join leading groups conducting research in mathematics, engineering and technology, natural and health sciences, or the social sciences. You will be able to pursue a career in business or industry, or in banking and finance, consulting, health or services – all sectors in which mathematicians are increasingly valued for their training and ability to learn. If you are interested in teaching, after completing a master's level teacher-training course, you will be able to teach mathematics at secondary schools.

---

## INTRODUCTION

---

### Duration

4 years

### Study load

240 ECTS credits (including the bachelor's thesis). One credit is equivalent to a study load of 25-30 hours.

### Delivery

Face-to-face

### Fees and grants

Approximate fees per academic year: €2,206 (€3,309 for non-EU residents). [Consult the public fees system based on income \(grants and payment options\)](#).

### Official degree

[Recorded in the Ministry of Education's degree register](#)

### Double-degree agreements

#### With universities around the world

- Bachelor's degree in Mathematics + Master's degree in Advanced Mathematics and Mathematical Engineering and Ingénieur INP from the École Nationale Supérieure d'Informatique et de Mathématiques Appliquées de Grenoble (ENSIMAG)

#### Within the framework of the courses offered by the Interdisciplinary Higher Education Centre (CFIS)

You can also take an interdisciplinary double degree coordinated by the CFIS at two UPC schools.

Further information on the [CFIS website](#)

---

## ADMISSION

---

### Places

50

### Registration and enrolment

[What are the requirements to enrol in a bachelor's degree course?](#)

### Legalisation of foreign documents

All documents issued in non-EU countries must be [legalised and bear the corresponding apostille](#).

**Professional opportunities**

- Strategic consulting, technology consulting, management of projects and educational programmes.
- Business, industry and services: data analysis, programming and software engineering, market research, planning and management, cryptography and security.
- Research in mathematics: teaching and research at universities and research centres.
- Research in other sciences and in engineering and technology: research centres and laboratories in the public and private sector: computing, communications, robotics, mechanics, biology and medicine.
- Banking, finance, insurance: risk analysis and control, portfolio and fund management, investment management, design and evaluation of financial products, cryptography and security.
- Teaching positions with public and private secondary schools, publishers, and companies in the education sector.

**ORGANISATION****Academic calendar**

[General academic calendar for bachelor's, master's and doctoral degrees courses](#)

**Academic regulations**

[Academic regulations for bachelor's degree courses at the UPC](#)

**Language certification and credit recognition**

Queries about [language courses and certification](#)

School of Mathematics and Statistics (FME)

**CURRICULUM**

| <b>Subjects</b>                  | <b>ECTS credits</b> | <b>Type</b> |
|----------------------------------|---------------------|-------------|
| <b>FIRST SEMESTER</b>            |                     |             |
| Computer Science                 | 7.5                 | Compulsory  |
| Fundamentals of Mathematics      | 7.5                 | Compulsory  |
| Linear Algebra                   | 7.5                 | Compulsory  |
| Single Variable Calculus         | 7.5                 | Compulsory  |
| <b>SECOND SEMESTER</b>           |                     |             |
| Affine and Euclidean Geometry    | 7.5                 | Compulsory  |
| Differential Calculus            | 7.5                 | Compulsory  |
| Discrete Mathematics             | 7.5                 | Compulsory  |
| Numerical Linear Algebra         | 7.5                 | Compulsory  |
| <b>THIRD SEMESTER</b>            |                     |             |
| Algorithmics                     | 7.5                 | Compulsory  |
| Integral Calculus                | 7.5                 | Compulsory  |
| Mathematical Programming         | 7.5                 | Compulsory  |
| Multilinear Algebra and Geometry | 7.5                 | Compulsory  |

**FOURTH SEMESTER**



| <b>Subjects</b>                               | <b>ECTS credits</b> | <b>Type</b> |
|---|---------------------|-------------|
| Complex Variable Functions                    | 7.5                 | Compulsory  |
| Physics                                       | 7.5                 | Compulsory  |
| Real Analysis                                 | 7.5                 | Compulsory  |
| Topology                                      | 7.5                 | Compulsory  |
| <b>FIFTH SEMESTER</b>                         |                     |             |
| Algebraic Structures                          | 7.5                 | Compulsory  |
| Numerical Calculus                            | 7.5                 | Compulsory  |
| Ordinary Differential Equations               | 7.5                 | Compulsory  |
| Probability Theory                            | 7.5                 | Compulsory  |
| <b>SIXTH SEMESTER</b>                         |                     |             |
| Differential Geometry                         | 7.5                 | Compulsory  |
| Mathematical Models in Physics                | 7.5                 | Compulsory  |
| Partial Differential Equations                | 7.5                 | Compulsory  |
| Statistics                                    | 7.5                 | Compulsory  |
| <b>SEVENTH SEMESTER</b>                       |                     |             |
| Algorithmics and Complexity                   | 6                   | Optional    |
| Bayesian Methods                              | 6                   | Optional    |
| Combinatorics and Graph Theory                | 6                   | Optional    |
| Control Theory                                | 6                   | Optional    |
| Differentiable Manifolds                      | 6                   | Optional    |
| Dynamical Systems                             | 6                   | Optional    |
| Experimental Design                           | 6                   | Optional    |
| Files and Databases                           | 6                   | Optional    |
| Galois Theory                                 | 6                   | Optional    |
| Generalised Linear Models                     | 6                   | Optional    |
| Industrial Statistics                         | 6                   | Optional    |
| Linear Models                                 | 6                   | Optional    |
| Logic and Foundations                         | 6                   | Optional    |
| Mathematical Models in Technology             | 9                   | Compulsory  |
| Mathematics for Secondary Education           | 6                   | Optional    |
| Numerical Methods for Odes                    | 6                   | Optional    |
| Statistical Methods for Data Mining           | 6                   | Optional    |
| Statistical Methods for Finance and Insurance | 6                   | Optional    |
| Time Series Analysis                          | 6                   | Optional    |
| <b>EIGHTH SEMESTER</b>                        |                     |             |
| Algebraic Geometry                            | 6                   | Optional    |
| Algebraic Topology                            | 6                   | Optional    |
| Econometrics                                  | 6                   | Optional    |

| <b>Subjects</b>                       | <b>ECTS credits</b> | <b>Type</b> |
|---------------------------------------|---------------------|-------------|
| Engineering Optimisation              | 6                   | Optional    |
| Financial Mathematics                 | 6                   | Optional    |
| Functional Analysis                   | 6                   | Optional    |
| History of Mathematics                | 6                   | Optional    |
| Multivariate Analysis                 | 6                   | Optional    |
| Non-Parametric and Resampling Methods | 6                   | Optional    |
| Numerical Methods for Pdes            | 6                   | Optional    |
| Queueing Theory and Simulation        | 6                   | Optional    |
| Statistics for Biosciences            | 6                   | Optional    |
| Survival Analysis                     | 6                   | Optional    |
| Bachelor's Thesis                     | 15                  | Project     |

# Optional subjects Bachelor's degree in Mathematics

---

## INTERNAL ELECTIVES

| Sem | Code   | Subject                        | Teaching language | File CAT | File CAS* | File ENG* |
|-----|--------|--------------------------------|-------------------|----------|-----------|-----------|
| 2   | 200241 | History of mathematics         | Cat               | CAT      | CAS       | ENG       |
| 1   | 200213 | Dynamical systems              | Cat               | CAT      | CAS       | ENG       |
| 1   | 200232 | Combinatorics and graph theory | Eng               | CAT      | CAS       | ENG       |
| 2   | 200223 | Financial mathematics          | Cat               | CAT      | CAS       | ENG       |
| 2   | 200204 | Algebraic geometry             | Cat               | CAT      | CAS       | ENG       |
| 1   | 200212 | Control theory                 | Eng               | CAT      | CAS       | ENG       |
| 1   | 200231 | Algorithmics and complexity    | Eng               | CAT      | CAS       | ENG       |
| 1   | 200221 | Numerical methods for odes     | Eng               | CAT      | CAS       | ENG       |
| 2   | 200222 | Numerical methods for pdes     | Eng               | CAT      | CAS       | ENG       |
| 2   | 200202 | Algebraic topology             | Cat               | CAT      | CAS       | ENG       |
| 1   | 200201 | Galois theory                  | Cat               | CAT      | CAS       | ENG       |
| 1   | 200203 | Differentiable manifolds       | Cat               | CAT      | CAS       | ENG       |
| 2   | 200211 | Functional analysis            | Cat               | CAT      | CAS       | ENG       |

(\*) The official version of the subject files is the catalan one. The translation could not be completely updated.

# Optional subjects from the bachelor's degree in Statistics

---

## ELECTIVES FROM THE DEGREE IN STATISTICS

---

All of these subjects have a credit load of 6 ECTS credits and are taught in the FME building in the afternoons.  
-The bachelor's degree in Statistics is a joint UB-UPC degree that is coordinated by the UB, with its academic calendar.  
Classes generally start and finish one or two weeks after the classes for the bachelor's degree in Mathematics.  
The assessment process is also longer than the FME's, so you will need to wait until the marks you need to graduate have been added to your academic record.

| Sem | Code   | Subject                                       | Teaching language | File CAT |
|-----|--------|---|-------------------|----------|
| 1   | 200546 | Files and databases                           | Cat               | CAT      |
| 1   | 200551 | Experimental design                           | Cat               | CAT      |
| 1   | 200552 | Linear models                                 | Cat               | CAT      |
| 1   | 200547 | Bayesian methods                              | Cat               | CAT      |
| 1   | 200556 | Time series analysis                          | Cat ; Spa         | CAT      |
| 1   | 200557 | Generalised linear models                     | Cat               | CAT      |
| 1   | 200559 | Statistical methods for finance and insurance | Cat               | CAT      |
| 1   | 200563 | Industrial statistics                         | Cat               | CAT      |
| 1   | 200565 | Statistical methods for data mining           | Cat               | CAT      |
| 2   | 200568 | Engineering optimisation                      | Cat               | CAT      |
| 2   | 200548 | Non-parametric and resampling methods         | Cat               | CAT      |
| 2   | 200553 | Multivariate analysis                         | Cat ; Spa         | CAT      |
| 2   | 200561 | Survival analysis                             | Cat               | CAT      |
| 2   | 200554 | Statistics for biosciences                    | Cat               | CAT      |
| 2   | 200550 | Queueing theory and simulation                | Cat               | CAT      |
| 2   | 200555 | Econometrics                                  | Cat               | CAT      |

(\*) The official version of the subject files is the catalan one. The translation could not be completely updated.

## 200001 - CV - Single Variable Calculus

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: CARLES PADRO LAIMON

Others: Primer quadrimestre:  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
VÍCTOR DIEGO GUTIÉRREZ - A, B  
SEBASTIA MARTIN MOLLEVI - B  
MONTSERRAT MAURESO SÁNCHEZ - A  
CARLES PADRO LAIMON - A, B  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - A, B

Segon quadrimestre:  
CARLES PADRO LAIMON - REF  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - REF

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generic:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
8. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.

## 200001 - CV - Single Variable Calculus

12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

The teaching of the course will be divided into two separate blocks: theory and problems. In the theory sessions we will develop the theoretical content of the course, based on the different results and demonstrations. In addition, we will include examples to consolidate the concepts introduced.

At sessions of problems we will combine theoretical and complicated exercises so that students get a maximum depth level in the field of mathematical analysis of a variable, with more mechanical ones that students must master, such as the calculation of limits and integration. Also, there will be continuous assessment tests at sessions problems of with deliveries, virtual tests and / or direct interaction sessions between the student and the subject in order to motivate him to bring the subject up to date.

One group of problems will be taught in Catalan.

### Learning objectives of the subject

The main objective of this course is to make the student familiar to the basic concepts of calculus on one variable. The fundamentals of calculus that are needed in the other subjects of the degree are provided. The students are introduced to deduction techniques in calculus and more generally, to proof methods in an axiomatic system.

### Study load

|                               |                     |        |        |
|-------------------------------|---------------------|--------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h    | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h     | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h    | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 7h 30m | 4.00%  |
|                               | Self study:         | 105h   | 56.00% |

## 200001 - CV - Single Variable Calculus

### Content

|   |  |
|---|--|
| <p>Real numbers</p>   | <p>Learning time: 26h<br/>Theory classes: 6h<br/>Laboratory classes: 4h<br/>Self study : 16h</p> |
| <p>Description:<br/>The real line. Axiomatic description of real numbers.<br/>Properties of real numbers: intervals, absolute value, distance, limit points, decimal representation</p>   |  |
| <p>Functions and sequences. Limits</p>  | <p>Learning time: 39h<br/>Theory classes: 9h<br/>Laboratory classes: 6h<br/>Self study : 24h</p> |
| <p>Description:<br/>Basic concepts on functions and sequences<br/>Basic concepts on limits. Monotone convergence theorem<br/>The number <math>e</math><br/>Subsequences, limit superior and limit inferior<br/>Cauchy sequences</p> |  |
| <p>Continuous functions</p>   | <p>Learning time: 26h<br/>Theory classes: 6h<br/>Laboratory classes: 4h<br/>Self study : 16h</p> |
| <p>Description:<br/>Propietats bàsiques de les funcions contínues<br/>Intermediate value theorem<br/>Extreme value theorem<br/>Uniform continuity<br/>Exponential and logarithmic functions<br/>Trigonometric functions</p>         |  |

## 200001 - CV - Single Variable Calculus

|   |  |
|---|--|
| Differentiable functions  | Learning time: 39h<br>Theory classes: 9h<br>Laboratory classes: 6h<br>Self study : 24h |
| Description:<br>Definition and properties<br>Mean value theorem<br>L'Hopital's rule<br>Applications<br>Convexity                |  |
| Integrals   | Learning time: 39h<br>Theory classes: 9h<br>Laboratory classes: 6h<br>Self study : 24h |
| Description:<br>Riemann integral<br>Fundamental theorem of calculus<br>Antiderivatives<br>Logarithmic and exponential functions |  |
| Taylor polynomials  | Learning time: 26h<br>Theory classes: 6h<br>Laboratory classes: 4h<br>Self study : 16h |
| Description:<br>Taylor polynomials<br>Taylor's theorem<br>Taylor polynomials of some functions<br>Applications                  |  |

### Qualification system

There will be a midterm exam (P), a final exam (F) and two controls (C).

The final mark (N) should be obtained as follows:

$$N = \max (F; 0.75 \cdot F + 0.25 \cdot P; 0.60 \cdot F + 0.25 \cdot P + 0.15 \cdot C).$$

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.



## 200001 - CV - Single Variable Calculus

### Bibliography

#### Basic:

Spivak, Michael. Calculus. 3rd ed. Barcelona: Reverte, 2012. ISBN 84-291-5137-0.

Ortega Aramburu, Joaquín M. Introducció a l'anàlisi matemàtica. 2a ed. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, Servei de Publicacions, 2002. ISBN 8449022711.

Padró, Carles. Càlcul en una variable.

Weir, Maurice D. ; Hass, Joel. Thomas' Calculus, Global Edition. Twelfth Edition. Boston: Pearson, 2010. ISBN 0-321-64363-1.

#### Complementary:

Apostol, T.M. Anàlisi matemàtic. 2a ed. Barcelona: Reverté, 1977. ISBN 8429150048.

Bartle, G.B.; Sherbert, D.R. Introducción al análisis matemático de una variable. 2a ed. México: Limusa, 1996. ISBN 9681851919.

## 200002 - AL - Linear Algebra

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: BERNAT PLANS BERENGUER

Others: Primer quadrimestre:  
JOSEP ALVAREZ MONTANER - A, B  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
VÍCTOR DIEGO GUTIÉRREZ - A, B  
JAUME MARTI FARRE - A, B  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - A, B  
BERNAT PLANS BERENGUER - A, B

Segon quadrimestre:  
JAUME MARTI FARRE - REF  
BERNAT PLANS BERENGUER - REF

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generic:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
8. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.

## 200002 - AL - Linear Algebra

12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                               |                     |        |        |
|-------------------------------|---------------------|--------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h    | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h     | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h    | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 7h 30m | 4.00%  |
|                               | Self study:         | 105h   | 56.00% |

## 200002 - AL - Linear Algebra

### Content

|  |   |
|--|---|
| <p>Vector spaces</p>   | <p>Learning time: 37h 30m<br/>Theory classes: 9h<br/>Practical classes: 6h<br/>Self study : 22h 30m</p> |
| <p>Description:<br/>Field. Vector space. Linear combination. Independence and generators. Bases. Steinitz Theorem. Dimension. Coordinates. Change of basis. Subspaces. Intersection, sum and direct sum. Grasmann formula.</p>               |   |
| <p>Matrices, determinant and linear systems</p>  | <p>Learning time: 25h<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 15h</p>         |
| <p>Description:<br/>Operations with matrices. Elementary matrices and transformations. Rank. Echelon forms. Linear systems. Rouché-Frobenius Theorem. Determinant. Properties. Adjoint. Laplace Rule. Computation of the inverse matrix.</p> |   |
| <p>Linear maps</p>   | <p>Learning time: 37h 30m<br/>Theory classes: 9h<br/>Practical classes: 6h<br/>Self study : 22h 30m</p> |
| <p>Description:<br/>Linear maps. Kernel and image. Matrix of a linear map. Change of basis. Endomorphisms. Operations with linear maps and matrices. Dual space. Dual basis. Dual map. Quotient space and isomorphism theorem.</p>           |   |
| <p>Diagonalization</p>   | <p>Learning time: 25h<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 15h</p>         |
| <p>Description:<br/>Eigenvectors and eigenvalues. Eigenspaces. Characteristic polynomial. Diagonalizable endomorphisms and matrices. Introduction to the Jordan form.</p>  |   |

## 200002 - AL - Linear Algebra

|   |   |
|---|---|
| Euclidean space   | Learning time: 25h<br>Theory classes: 6h<br>Practical classes: 4h<br>Self study : 15h |
| Description:<br>Scalar product. Cauchy-Schwarz inequality. Norm, distance and angle. Duality. Matrix of a scalar product. Orthogonality. Orthonormal bases. Gram-Schmidt method. Symmetric endomorphisms. Spectral theorem. |   |

### Qualification system

The subject is assessed by means of the continuous assessment and a final exam. The continuous assessment mark will be obtained from a not eliminatory midterm exam, similar to the final exam, and from qualifying some other activities carried out during the term.

The final mark of the subject will be worked out according to the formula:

Final Mark =  $\max\{\text{final exam mark}; 70\% \text{ final exam mark} + 25\% \text{ midterm exam mark} + 5\% \text{ other activities}\}$

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Bibliography

#### Basic:

Castellet, M. ; Llerena, I. Àlgebra lineal i geometria. 4a ed. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Servei de Publicacions, 2000. ISBN 847488943X.

Meyer, Carl D. Matrix analysis and applied linear algebra. SIAM, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2000. ISBN 0898714540.

#### Complementary:

Axler, Sheldon Jay. Linear algebra done right [on line]. 2nd ed. Springer, 1997 Available on: <<http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb97662>>. ISBN 0387982582.

Linear algebra (recopilació de notes de l'autor) [on line]. [Consultation: 18/06/2009]. Available on: <<http://rutherglen.science.mq.edu.au/wchen/ln.html>>.

Àlgebra lineal (recopilació de notes de l'autor) [on line]. Available on: <[http://mate.dm.uba.ar/~jeronimo/algebra\\_lineal/](http://mate.dm.uba.ar/~jeronimo/algebra_lineal/)>.

## 200003 - FM - Fundamentals of Mathematics

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JOSE BURILLO PUIG

Others: Primer quadrimestre:  
MARIA ALBERICH CARRAMIÑANA - A  
MARIA LUZ ALBEROLA PEREZ - A, B  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
JOSE BURILLO PUIG - A, B  
VÍCTOR DIEGO GUTIÉRREZ - A, B  
JORDI GUARDIA RUBIES - B  
JAUME MARTI FARRE - A, B  
MERCÈ MORA GINÉ - A, B

Segon quadrimestre:  
JOSE BURILLO PUIG - REF  
MERCÈ MORA GINÉ - REF

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generical:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
8. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.

## 200003 - FM - Fundamentals of Mathematics

10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.

12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

Theoretical classes essentially consist in instructor presentations, including detailed examples. In practical sessions, some problems are solved by the instructors as a model, and some others by the students.

### Learning objectives of the subject

The main objective of the course is to help saving the bridge between secondary school mathematics and university mathematics by providing students the necessary foundation for developing their undergraduate studies.

This objective involves two intertwined lines. One is to make students aware of the essential role of the concept of proof in mathematics. The other one is to securely establish the basic contents related to language, numerical sets, and elements of algebra.

### Study load

|                               |                     |        |        |
|-------------------------------|---------------------|--------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h    | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h     | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h    | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 7h 30m | 4.00%  |
|                               | Self study:         | 105h   | 56.00% |

## 200003 - FM - Fundamentals of Mathematics

### Content

|  |   |
|--|---|
| The language of mathematics  | Learning time: 24h 24m<br>Theory classes: 6h<br>Practical classes: 4h<br>Self study : 14h 24m   |
| Description:<br>Proofs. Proof techniques. The language of set theory and logic. Operations on sets. Applications, operations and relations. The symmetric group.   |   |
| Numerical systems  | Learning time: 73h 12m<br>Theory classes: 18h<br>Practical classes: 12h<br>Self study : 43h 12m |
| Description:<br>Natural, integer, and rational numbers. Constructive description of real numbers. Countable sets. Complex numbers.   |   |
| Elements of algebra  | Learning time: 47h 30m<br>Theory classes: 15h<br>Practical classes: 10h<br>Self study : 22h 30m |
| Description:<br>Divisibility in the ring of integers. Euclid's algorithm. Factorization. Congruence with integer numbers. Fermat's theorem. Prime modulus. Primitive elements.<br><br>Polynomials in one variable. Euclidean algorithm and factorization. Roots and derivatives. Irreducible polynomials over real and complex fields. Rational functions. Simple fractions. |   |

### Qualification system

There will be an exam for the first part of the subject and a final exam.

The midterm exam comprises the 35% of the final score in case this mark exceeds the final exam mark, otherwise only the final exam mark shall be computed.

The resolution of some problems proposed throughout the term may represent the 10% of the final score whether this mark exceeds the mark correspondent to the exams specified above.

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.



## 200003 - FM - Fundamentals of Mathematics

### Bibliography

#### Basic:

Bloch, Ethan D. Proofs and fundamentals. 2nd ed. Boston: Springer Science + Business Media, 2011. ISBN 0817641114.

Eccles, Peter J. An Introduction to mathematical reasoning : lectures on numbers, sets, and functions. New York: Cambridge University Press, 1997. ISBN 0521597188.

Krantz, Steven G. The elements of advanced mathematics. 2nd. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2002. ISBN 1584883030.

Rosen, Kenneth H. Matemática discreta y sus aplicaciones. 5a ed. Madrid: McGraw-Hill, 2004. ISBN 8448140737.

#### Complementary:

Antoine, R.; Camps, R.; Moncasi, J. Introducció a l'àlgebra abstracta : amb elements de matemàtica discreta. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 2007. ISBN 9788449025150.

Courant, R. ¿Qué son las matemáticas? : conceptos y métodos fundamentales. México: Fondo de Cultura Económica, 2002. ISBN 9681667174.

Lang, S. Basic mathematics. New York: Springer, 1998. ISBN 0387967877.

Gowers, Tim. Matemáticas: una breve introducción. Alianza Editorial, 2008. ISBN 9788420662435.

## 200004 - CD - Differential Calculus

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan, Spanish

### Teaching staff

Coordinator: NARCISO ROMAN ROY  
Others: Segon quadrimestre:  
CARLES BATLLE ARNAU - B  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
NARCISO ROMAN ROY - A, B  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generical:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
8. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

## 200004 - CD - Differential Calculus

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                               |                     |        |        |
|-------------------------------|---------------------|--------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h    | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h     | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h    | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 7h 30m | 4.00%  |
|                               | Self study:         | 105h   | 56.00% |

## 200004 - CD - Differential Calculus

### Content

|  |   |
|--|---|
| <p>1.Topology of <math>\mathbb{R}^n</math>. Sequences of vectors.</p>  | <p>Learning time: 25h<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 15h</p>         |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Euclidean, normed and metric spaces. Case study: <math>\mathbb{R}^n</math>.</li> <li>- Open and closed sets. Interior, exterior and boundary of a set.</li> <li>- Sequences in <math>\mathbb{R}^n</math>. Limit. Cauchy sequences and completeness. Characterization of closed sets by sequences.</li> <li>- Bounded sets. Compactness. Equivalent definitions. Case study: <math>\mathbb{R}^n</math>. Bolzano-Weierstrass theorem.</li> <li>- Connected sets.</li> </ul>         |   |
| <p>2.Limits and continuity of functions.</p>   | <p>Learning time: 25h<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 15h</p>         |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Functions of several variables. Level sets and graphics of real functions</li> <li>- Limit of a function at a point (special emphasis on the case of two variables).</li> <li>- Continuity at a point and a set. Properties of continuous functions.</li> <li>- Continuity and compactness. Weierstrass theorem.</li> <li>- Uniform continuity. Heine-Cantor theorem.</li> <li>- Equivalence norms and equivalence metrics. Fixed point theorem.</li> </ul>                       |   |
| <p>3.Differentiability.</p>  | <p>Learning time: 32h 30m<br/>Theory classes: 8h<br/>Practical classes: 5h<br/>Self study : 19h 30m</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Differentiability at a point. Hyperplane tangent to the graph of a real function.</li> <li>- Partial and directional derivatives. Jacobian matrix. Gradient of a function.</li> <li>- Differentiability and operations. Chain rule. relationship between diferenciability, continuity and partial derivatives.</li> <li>- Differentiability in an open set. Mean Value Theorem. Functions of class <math>C^1</math>.</li> <li>- Differentiable curves. Tangent vector.</li> </ul> |   |

## 200004 - CD - Differential Calculus

|   |   |
|---|---|
| <p>4. Theorems of differentiable functions.</p>   | <p>Learning time: 34h<br/>Theory classes: 9h<br/>Practical classes: 5h<br/>Self study : 20h</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Higher-order partial derivatives. Schwarz theorem. <math>C^n</math>-class functions. Examples of mathematical physics equations. Change of variables in equations containing partial derivatives.</li> <li>- The inverse function theorem. Diffeomorphisms.</li> <li>- The implicit function theorem. Derivatives of implicit functions.</li> <li>- Rank theorems.</li> </ul>  |   |
| <p>5. Taylor formula. Local extrema.</p>  | <p>Learning time: 24h<br/>Theory classes: 5h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 15h</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Taylor formula. Expressions of the rest.</li> <li>- Local extrema. Critical points.</li> <li>- Classification of critical points: quadratic forms, Hessian matrix.</li> <li>- Criteria of Silvester and of eigenvalues of the Hessian matrix.</li> </ul>   |   |
| <p>6. Submanifolds of <math>R^n</math> and constrained extrema.</p>   | <p>Learning time: 22h<br/>Theory classes: 5h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 13h</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Taylor's formula. And Taylor rest.</li> <li>- Local extrema. Critical points.</li> <li>- Classification of stationary points: Quadratic forms, Hessian matrix.</li> <li>- Submanifolds of <math>R^n</math>. Tangent vectors. Tangent and normal spaces at a point.</li> <li>- Parameterized and implicit submanifolds. Regular curves and surfaces.</li> <li>- Constrained extrema and Lagrange multipliers.</li> <li>- Absolute extrema.</li> </ul> |   |

## 200004 - CD - Differential Calculus

### Qualification system

Final Mark =  $\text{Max}(\text{Final Exam}, 0,7 * \text{Final Exam} + 0,3 * \text{Midterm Exam})$   
Eventually, the grading of the mid-term exam could be modified by other grades.

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Bibliography

#### Basic:

Mazón Ruiz, José M. Cálculo diferencial: teoría y problemas. Valencia: Universidad de Valencia, 2008.

Marsden, Jerrold E.; Hoffman, Michael J. Elementary classical analysis. 2nd ed. New York: Freeman and Co., 1993. ISBN 0716721058.

Chamizo, F. Cálculo III (notes d'un curs a la Universidad Autónoma de Madrid) [on line]. [Consultation: 14/11/2012].  
Available on: <[http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/fchamizo/assignaturas/to2009/calculoIII0002/calculoIII0002.html](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/fchamizo/assignaturas/to2009/calculoIII0002/calculoIII0002.html)>.

#### Complementary:

Bombal Gordon, Fernando ; Marín, R. ; Vera. Problemas de análisis matemático. 2 ed. Madrid, 1988. ISBN 8472881008.

#### Others resources:

## 200005 - GAE - Affine and Euclidean Geometry

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JOSEP ALVAREZ MONTANER  
Others: Segon quadrimestre:  
JOSEP ALVAREZ MONTANER - A, B  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
ANA RIO DOVAL - A  
AGUSTIN ROIG MARTI - B

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generical:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
8. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.



## 200005 - GAE - Affine and Euclidean Geometry

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                               |                     |        |        |
|-------------------------------|---------------------|--------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h    | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h     | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h    | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 7h 30m | 4.00%  |
|                               | Self study:         | 105h   | 56.00% |



## 200005 - GAE - Affine and Euclidean Geometry

### Content

|  |   |
|--|---|
| 1. AFFINE SPACE  | Learning time: 25h<br>Theory classes: 9h<br>Practical classes: 6h<br>Self study : 10h             |
| Description:<br>Affine space, linear varieties, relative positions. Cartesian and baricentric coordinate systems. Simple ratio. Theorems of Thales, Ceva, Menelao and Desargues.   |   |
| 2. AFFINE MAPS   | Learning time: 29h 20m<br>Theory classes: 9h<br>Practical classes: 7h<br>Self study : 13h 20m     |
| Description:<br>Affine maps. Basic properties. The central theorem of affine geometry. Invariant varieties. Families of affine maps: translations, dilatations, projections and symmetries. Classification of affine maps in dimensions 1 and 2. |   |
| 3. EUCLIDEAN GEOMETRY  | Learning time: 22h 50m<br>Theory classes: 6h<br>Practical classes: 3h 30m<br>Self study : 13h 20m |
| Description:<br>Euclidean space, metrics. Distances, area, angles and volumes. Orthogonality and orthogonal projection. Oriented angles. Cross product. Some classic theorems of plane geometry.   |   |
| 4. MOVMENTS  | Learning time: 16h<br>Theory classes: 10h<br>Practical classes: 5h<br>Self study : 1h             |
| Description:<br>Isometries and movements. Study and clasification of movements in dimension 1, 2 and 3.  |   |

## 200005 - GAE - Affine and Euclidean Geometry

|   |   |
|---|---|
| 5. CONICS AND QUADRICS  | Learning time: 27h 20m<br>Theory classes: 8h<br>Practical classes: 6h<br>Self study : 13h 20m |
| Description:<br>Adapted coordinate systems. Relevant points and lines. Affine and metric classifications. Detailed study of non-degenerated conics and quadrics. Polarity. Study of affine and metric properties. |   |

### Qualification system

A continuous assessment (CA) is proposed based on a midterm examination, the handing over of solved exercises and the active participation in problem resolution classes.

The final exam (FE) will consist of one part committed to assess the most mechanical and calculistic skills, one part containing problems and a final theoretical part.

The final mark (FM) will result from:  $FM = \max\{0.3 CA + 0.7FE, FE\}$

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Bibliography

#### Basic:

Audin, M. Geometry. Berlin: Springer Verlag, 2003. ISBN 3540434984.

Berger, M. Geometry (vol.1; vol.2) [on line]. Berlin: Springer Verlag, 1987 Available on: <http://www.springerlink.com/content/978-3-540-11658-5/> (v. 1) <http://www.springerlink.com/content/978-3-540-17015-0/> (v. 2). ISBN 3540116583.

Coxeter, H.S.M. Introduction to geometry. 2nd ed. John Wiley and Sons, 1969. ISBN 0471182834.

Hernández, Eugenio. Álgebra y geometría. 2ª ed. Addison-Wesley Iberoamericana/UAM, 1994. ISBN 8478290249.

Xambó, S. Geometria [on line]. 2a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2001 Available on: <http://hdl.handle.net/2099.3/36176>. ISBN 8483015110.

#### Complementary:

Castellet, M.; Llerena, I. Àlgebra lineal i geometria. 4a ed. Publicacions de la UAB, 2000. ISBN 847488943X.

Hartshorne, R. Geometry : Euclid and beyond. Springer-Verlag, 2005. ISBN 0387986502.

Silvester, J.R. Geometry : ancient and modern. Oxford University Press, 2001. ISBN 9780198508250.

#### Others resources:

## 200006 - CI - Integral Calculus

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
751 - DECA - Department of Civil and Environmental Engineering  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE  
Others: Primer quadrimestre:  
ANDRES MARCOS ENCINAS BACHILLER - A, B  
FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE - A, B, CFIS  
JOSE ANTONIO LUBARY MARTINEZ - A, B  
ENRIC VENTURA CAPELL - A, B, CFIS

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generic:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
8. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

## 200006 - CI - Integral Calculus

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |

## 200006 - CI - Integral Calculus

### Content

|  |   |
|--|---|
| <p>1. Improper Integrals and Numerical Series</p>  | <p>Learning time: 37h<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 6h<br/>Self study : 25h</p>               |
| <p>Description:<br/>Basic Definitions. Convergence Criteria for Numerical Series and Improper Integrals. Relationship between Improper Integrals and Series. Improper Integrals depending on a Parameter.</p>                                |   |
| <p>2. Multiple Integrals</p>   | <p>Learning time: 60h 30m<br/>Theory classes: 12h<br/>Practical classes: 8h<br/>Self study : 40h 30m</p>      |
| <p>Description:<br/>The Riemann Integral of Several Variables Functions. The Lebesgue Criterion for Riemannian Integrability. Fubini's Theorem. Change of Variable Theorem. Applications. Improper Integrals.</p>                            |   |
| <p>3. Line and Surface Integrals</p>   | <p>Learning time: 24h<br/>Theory classes: 5h<br/>Practical classes: 3h<br/>Self study : 16h</p>               |
| <p>Description:<br/>Parametrized Curves. Line Integrals of Functions and Vector Fields. Integration and Equivalent Curves. Parametrized Surfaces. Surface Integrals of Functions and Vector Fields. Integration and Equivalent Surfaces.</p> |   |
| <p>4. Integral Theorems</p>  | <p>Learning time: 37h 30m<br/>Theory classes: 7h 30m<br/>Practical classes: 5h<br/>Guided activities: 25h</p> |
| <p>Description:<br/>Gradient, Divergence and Curl. Green's Theorem, Stokes' Theorem and Gauss' Theorem. Applications: conservative and solenoidal vector fields.</p>   |   |

## 200006 - CI - Integral Calculus

### 5. Differential Forms

Learning time: 28h 30m

Theory classes: 6h 30m

Practical classes: 3h

Self study : 19h

#### Description:

Review of Multilinear Algebra. Differential Forms in  $\mathbb{R}^n$  and in submanifolds. Exterior Derivative. Integration of Forms. Green, Stokes and Gauss' Theorems.

### Qualification system

A midterm exam (P) and a final exam (F).

The final course result will be calculated as follows:

Max  $\{0.3 * P + 0.7 * F; F\}$

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Bibliography

#### Basic:

Cerdà Martín, J. L. Càlcul integral. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 2001. ISBN 848338261X.

Marsden, Jerrold E.; Hoffman, Michael J. Elementary classical analysis. 2nd ed. New York: W.H. Freeman and Company, 1993. ISBN 0716721058.

Pascual Gainza, Pere (ed.). Càlcul integral per a enginyers [on line]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2002 Available on: <http://hdl.handle.net/2099.3/36742>. ISBN 8483016273.

Zorich, Vladimir A. Mathematical Analysis II. Berlin: Springer, 2004. ISBN 3540406336.

Spivak, Michael. Cálculo en variedades. Barcelona: Reverté, 1970. ISBN 8429151427.

#### Complementary:

Marsden, Jerrold E.; Tromba, Anthony J. Cálculo vectorial. 5a ed. Madrid: Addison Wesley, 2004. ISBN 8478290699.

Bombal Gordon, F.; Rodríguez Marín, L.; Vera Botí, G. Problemas de análisis matemático. Vol. 3. 2a ed. Madrid: AC, 1987. ISBN 8472881024.

Bressoud, David M. Second year calculus : from celestial mechanics to special relativity. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 038797606X.

Greenberg, Michael D. Foundations of applied mathematics. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1978. ISBN 0133296237.

Wade, William R. An Introduction to analysis. 4th ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 2010. ISBN 0321656849.

## 200011 - INF - Computer Science

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 723 - CS - Department of Computer Science  
749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JORDI CORTADELLA FORTUNY

Others: Primer quadrimestre:  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
M. JOSE BLESÀ AGUILERA - A, B  
JORDI CORTADELLA FORTUNY - A, B  
VÍCTOR DIEGO GUTIÉRREZ - A, B  
SALVADOR ROURA FERRET - A, B

Segon quadrimestre:  
JORDI CORTADELLA FORTUNY - REF  
SALVADOR ROURA FERRET - REF

### Prior skills

Capability for abstract reasoning.

### Requirements

Knowledge of basic informatics tools at user level.

### Degree competences to which the subject contributes

Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

Generical:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.

## 200011 - INF - Computer Science

10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.

12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

Transversal:

2. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

The theory classes present the basic theoretical basis necessary for building programs.

Problems sessions are designed for solving exercises with pencil and paper, to consolidate the acquired knowledge and to design algorithms for solving the statements posed. They are intended as a series of participatory sessions in which the student engages with ideas and present their solutions. Prior preparation by the student is required.

In the lab sessions, the student performs individually, with the help of teachers, programming exercises that demonstrate the use of the concepts taught in theory classes.

Over the course we introduce the theoretical components that must be assimilated by students. To this end, we believe that the most convenient method is the resolution of problems that require the tool or concept introduced. It is therefore essential student personnel work in the design and implementation of programs. This effort will be supported by self-learning tools.

As a complement self-learning tools will be provided so that students can consolidate their knowledge of programming during the hours of study outside the classroom. Specifically, students will have access to a version adapted to the contents of the subject of a self-learning tool for programming, the "Jutge" developed within the Department of Languages and Informatic Systems by a team of teachers led by Jordi Petit and Salvador Roura.

### Learning objectives of the subject

The overall objective of the course is that the student be able to write fluently and legibly correct programs to solve problems of medium difficulty, based on processing sequences, and basic difficulty in other areas, in particular problems with mathematical formulation. Another aim is to familiarize students with a computing environment and a current programming language, in this case C ++. Students must learn, first, to design and implement algorithms and, second, to use other tools such as editors and compilers.

Specific objectives:

- Making students feel comfortable and reliable in the design of programs written in an imperative language.
- Learn the basic algorithms with elementary and structured data (prime numbers, gcd, traversals, searching, sorting, matrices ...).
- To apply the inductive method for solving complex problems.
- To use editing, compilation and execution tools to code and run programs.





## 200011 - INF - Computer Science

### Study load

|                               |                     |        |        |
|-------------------------------|---------------------|--------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 30h    | 16.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h     | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 45h    | 24.00% |
|                               | Guided activities:  | 7h 30m | 4.00%  |
|                               | Self study:         | 105h   | 56.00% |

## 200011 - INF - Computer Science

### Content

|  |   |
|--|---|
| <p>1. The structure of a computer. Procedures and instructions.</p>  | <p>Learning time: 15h<br/>Theory classes: 2h 30m<br/>Practical classes: 3h<br/>Self study : 9h 30m</p>  |
| <p>Description:<br/>Processes and instructions. Hardware and software. Basic structure of a computer. Computing environment. Programming languages. Compilers and interpreters. Programming and troubleshooting. Programs and algorithms. The software life cycle.</p> <p>Basic orders in Linux. Text editors.</p> |   |
| <p>2. Variables and basic instructions.</p>  | <p>Learning time: 31h 30m<br/>Theory classes: 5h 30m<br/>Practical classes: 6h<br/>Self study : 20h</p> |
| <p>Description:<br/>Data Types: domain and operations. Kinds of expressions. Assignment. Alternative composition. Iterative composition. Basic algorithms.</p> <p>Completion and correction.</p> <p>Basic syntax of the C + +. Writing, compiling and running a program in C + +.</p>                              |   |
| <p>3. Treatment sequences.</p>   | <p>Learning time: 41h<br/>Theory classes: 7h<br/>Practical classes: 10h<br/>Self study : 24h</p>        |
| <p>Description:<br/>The concept of sequence. Traversing and searching. Examples. Traversing and searching schemes.</p>   |   |

## 200011 - INF - Computer Science

|   |   |
|---|---|
| <p>4. Actions and functions.</p>  | <p>Learning time: 29h 30m<br/>Theory classes: 5h 30m<br/>Practical classes: 5h<br/>Self study : 19h</p> |
| <p>Description:<br/>Parameter concept. Implementation of mechanisms for parameter passing. Actions and functions. Examples.<br/><br/>Introduction to recursion.<br/><br/>Methods and functions in C + +. Side effects.</p>  |   |
| <p>5. Data not elementary.</p>  | <p>Learning time: 41h<br/>Theory classes: 7h<br/>Practical classes: 10h<br/>Self study : 24h</p>        |
| <p>Description:<br/>Arrays. Matrix representation. Algorithms for matrix algebra (addition, symmetric matrix, matrix transpose, matrix multiplication). Sorting algorithms (insertion, selection, bubble, radix).<br/><br/>Down design. Efficiency.<br/><br/>The vector class. C ++ syntax.</p> |   |
| <p>6. Tuples and classes.</p>   | <p>Learning time: 28h<br/>Theory classes: 5h<br/>Practical classes: 5h<br/>Self study : 18h</p>         |
| <p>Description:<br/>Non-homogeneous data. Basic notions of objects. Examples of use.<br/><br/>Object-oriented design.</p>   |   |

## 200011 - INF - Computer Science

|  |   |
|--|---|
| 7. Limits of computation.  | Learning time: 11h 30m<br>Theory classes: 3h 30m<br>Self study : 8h |
| Description:<br>Classification of problems regarding the existence of algorithmic solutions. The halting problem (termination).<br>Program verification (correction). Models of computation. |   |

### Qualification system

The assessment takes into account the following components:

- Knowledge and use of algorithms and techniques introduced in the course
- Algorithmic problem-resolution.
- Ability to program in C + + simple program.
- Ability to problem-solving mid-level programming.

There will be a programming partial test (PL) which is performed in the laboratory, a final programming test (FL) which is performed in the laboratory, a final written exam (FT) consisting of programming programs and exercises.

The final grade is calculated according to the formula:

$$0.6 * \text{Max} \{0.3 \text{ PL} + 0.7 \text{ FL}, \text{ FL}\} + 0.4 \text{ FT}$$

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Regulations for carrying out activities

The "Judge" will be used in conducting laboratory tests, partial and final, providing the same software development environment, to aid them during the tests. This tool will also support the development of the programming project. In none of the tests it is allowed the use of books or notes.

## 200011 - INF - Computer Science

### Bibliography

#### Basic:

Franch Gutiérrez, Xavier [et al.]. Informàtica bàsica [on line]. 3a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2002 [Consultation: 07/07/2015]. Available on: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36244>>. ISBN 8483016605.

Savitch, Walter J. Problem solving with C++. 8th ed. Boston: Addison Wesley, 2012. ISBN 9780321412690.

Beekman, George. Introducción a la informática. 6ª ed. Madrid: Pearson Educación, 2005. ISBN 8420543454.

Xhafa, Fatos [et al.]. Programación en C++ para ingenieros. Madrid: Thomson, 2006. ISBN 8497324854.

#### Complementary:

Cohen, Edward. Programming in the 1990s : an introduction to the calculation of programs. Study ed. New York: Springer-Verlag, 1990. ISBN 0387973826.

Vancells, Joan; López i Ruestes, Enric. Programació: introducció a l'algorísmica. Barcelona: Eumo, 1992. ISBN 8476025610.

Sipser, Michael. Introduction to the theory of computation. 3rd ed. Boston: Thomson Course Technology, 2012. ISBN 0619217642.

Hromkovic, Juraj. Algorithmic adventures : from knowledge to magic [on line]. Berlin: Springer, 2009 Available on: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10313472>>. ISBN 9783540859857.

#### Others resources:

##### Hyperlink

Introduction to Programming

<http://www.cs.upc.edu/jordicf/Teaching/FME/Informatica>

## 200021 - FIS - Physics

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 751 - DECA - Department of Civil and Environmental Engineering  
748 - FIS - Department of Physics  
749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: ANA MARIA SERRA TORT  
Others: Segon quadrimestre:  
JOSEP ELGUETA MONTO - A, B  
ELVIRA GUARDIA MANUEL - A, B  
ANA MARIA SERRA TORT - A, B

### Opening hours

Timetable: Will be fixed the day of the first lecture.

### Prior skills

Single variable calculus: derivation and integration. Vector analysis.

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.

#### Generical:

5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.

6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.

7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.

10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.

12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

## 200021 - FIS - Physics

### Teaching methodology

The teaching activity is divided into three hours of theory (description and development of the topics presented in the syllabus) and two hours devoted to solving exercises as direct applications of the theory. Students will have access to resumés of each topic and a collection of related exercises that will be available in the web.

### Learning objectives of the subject

Knowledge of: Newton's Laws, dynamics of particle systems, kinematic and dynamics of accelerated systems  
 Understand the concepts of work and energy  
 Understand the conservation laws.  
 Basic knowledge on electric and magnetic fields.

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |

## 200021 - FIS - Physics

### Content

|  |   |
|--|---|
| <p>1. Dynamics of a particle. Newton Laws</p>  | <p>Learning time: 37h 30m<br/>Theory classes: 9h<br/>Practical classes: 6h<br/>Self study : 22h 30m</p> |
| <p>Description:<br/>Kinematic of a point. Intrinsic components of the acceleration. Newton Laws. Momentum theorem. Equations of motion due to forces dependent on time and velocity. Inertial and non-inertial reference systems. Work and power. kinetic energy theorem. Conservative forces and potential energy. Conservation of the mechanical energy. Non-conservative forces and energy dissipation.</p> |   |
| <p>2. Dynamic of a system of particles. Work and Energy</p>  | <p>Learning time: 26h 30m<br/>Theory classes: 5h 30m<br/>Practical classes: 5h<br/>Self study : 16h</p> |
| <p>Description:<br/>Motion of the centre of mass. Conservation theorems: Linear momentum, angular momentum and energy. The two body problem. Collision. Rigid solid. Momentum of inertia.</p>  |   |
| <p>3. Changes of reference systems.</p>  | <p>Learning time: 12h 30m<br/>Theory classes: 3h<br/>Practical classes: 2h<br/>Self study : 7h 30m</p>  |
| <p>Description:<br/>Galilean relativity. Motion equations in rotation reference systems. The Coriolis theorem. The second Newton's law in non-inertial reference systems.</p>  |   |
| <p>4. Gravity field</p>  | <p>Learning time: 30h<br/>Theory classes: 8h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 18h</p>         |
| <p>Description:<br/>Newton's law for gravitation. Kepler Laws. Gravitational potential energy. Gauss theorem for newtonian fields. Gravitational field produced by a body with spherical symmetry. Motion within central force fields: Effective potential energy. Orbits in a gravitational field.</p>  |   |



## 200021 - FIS - Physics

|  |   |
|--|---|
| 5. Electrostatics.   | Learning time: 27h 30m<br>Theory classes: 6h<br>Practical classes: 5h<br>Self study : 16h 30m |
| Description:<br>Electric charge and structure of matter. Coulomb law and electric field. Continuum charge distribution. Gauss law for the electric field. Electrostatic potential. Field lines and equipotential surfaces. Electrostatic energy and energy density of an electric field. Conductor in electrostatic equilibrium. |   |
| 6. Electrokinetics.  | Learning time: 17h 30m<br>Theory classes: 3h<br>Practical classes: 4h<br>Self study : 10h 30m |
| Description:<br>Charge flux. Intensity and density of electric current. Electric resistance and Ohm's law. Joule's law. continuum current circuits.  |   |
| 7. Magnetostàtica  | Learning time: 22h 30m<br>Theory classes: 5h<br>Practical classes: 4h<br>Self study : 13h 30m |
| Description:<br>Lorentz force. Motion of charged particles in a magnetic field. Magnetic forces on an electric current. Magnetic field created by an electric current: Biot and Savart law. Field lines and magnetic flux. Gauss law of magnetism. Ampère law.   |   |
| 8. Time dependent fields. Maxwell Equations  | Learning time: 13h 30m<br>Theory classes: 3h 30m<br>Practical classes: 2h<br>Self study : 8h  |
| Description:<br>Faraday-Lenz law. Motion-Induced electromotive force. Maxwell equations.   |   |

## 200021 - FIS - Physics

### Qualification system

The subject is assessed by means of a midterm exam (P) and a final exam.  
The final exam can either embrace all the content covered throughout the term (F) or only the Electromagnetism (E).  
The final mark will be obtained as  $\max \{1/2(P+E), F\}$   
An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Bibliography

#### Basic:

Alonso, Marcelo; Finn, Edward J. Física. Ed. revisada y aumentada. México: Pearson & Addison-Wesley, 2000.  
Sears, F. W.; Zemansky, M. W.; Young, H. D.; Freedan R. A. Física universitaria 2 vol. Pearson, 2004.  
Gettys, W.; Keller, J.; Skove, M. Física para ingeniería y ciencias 2 vol. McGraw-Hill, 2005.

#### Complementary:

Kittel, Charles ; Knight, Walter D.; Ruderman, Malvin A. Mecánica. 2a ed., [reimp.]. Barcelona: Reverté , 2005. ISBN 8429142827.  
Purcell, Edward M. Electricidad y magnetismo. 2a ed. Barclona: Reverté, 1988. ISBN 842914319X.  
Feynman, Richard ; Leighon, Robert ; Sands, Matthew. Física. Vol. 1 - 2. Mexico: Pearson Educación, 1998.  
Goldstein, Herbert. Mecánica clásica. 2nd ed. Barcelona: Reverté, 1992. ISBN 8429143068.  
Jackson, John David. Electrodinámica clásica. 2a ed. Madrid: Alhambra, 1980. ISBN 8420506559.

## 200101 - FVC - Complex Variable Functions

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JORDI QUER BOSOR  
Others: Segon quadrimestre:  
FRANCESC FITÉ NAYA - A  
JOSE TOMAS LAZARO OCHOA - B  
JORDI QUER BOSOR - A, B, CFIS  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - CFIS

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generical:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
8. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

## 200101 - FVC - Complex Variable Functions

### Teaching methodology

There are three one hour lectures and two one hour problem sessions per week.

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |

## 200101 - FVC - Complex Variable Functions

### Content

|  |  |
|--|--|
| <p>The Complex Plane</p>   | <p>Learning time: 10h<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 4h</p> |
| <p>Description:<br/>Review of complex numbers: cartesian and polar coordinates; exponential form. Sequences and series of complex numbers. The complex plane: metric and topology. The Riemann sphere.</p>   |  |
| <p>Functions of a complex variable. Power series</p>   | <p>Learning time: 10h<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 4h</p> |
| <p>Description:<br/>Functions of a complex variable: limits and continuity. Examples: polynomials and rational functions. Power series. Analytic functions. Exponential and trigonometric functions. Multivalued functions: logarithm, roots and fractionary powers.</p> |  |
| <p>Derivation. Holomorphic functions</p>   | <p>Learning time: 10h<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 4h</p> |
| <p>Description:<br/>Complex derivative. Holomorphic functions. Relation with the real derivative. Cauchy-Riemann equations.</p>  |  |
| <p>Contour integral. Cauchy's theorems and applications</p>  | <p>Learning time: 10h<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 4h</p> |
| <p>Description:<br/>Curves and contours. Contour integral. Fundamental theorem of calculus. Cauchy's theorem. Applications to definite integral computations and to obtain determinations of multivalued functions.</p>  |  |

## 200101 - FVC - Complex Variable Functions

|  |   |
|--|---|
| Cauchy's integral formula and applications   | Learning time: 15h<br>Theory classes: 9h<br>Practical classes: 6h |
| Description:<br>Cauchy's integral formula. Holomorphy and anality. Higher order derivatives. Inverse function theorem. Cauchy's inequalities. Liouville's theorem. Maximum modulus principle. Open mapping theorem. Multiplicity of zeros. Derivation under the integral sign. |   |
| Singularities and residues   | Learning time: 10h<br>Theory classes: 6h<br>Practical classes: 4h |
| Description:<br>Isolated singularities. Poles and essential singularities. Casorati-Weierstrass theorem. Meromorphic functions. Laurent series. Residues and residue theorem. Rouché's theorem. Argument principle. Techniques of integration using residues.                  |   |
| Other topics   | Learning time: 6h<br>Theory classes: 6h                           |
| Description:<br>Depending on the time available: Runge's theorem; Riemann's conformal mapping theorem; ...   |   |

### Qualification system

There will be a mid-term exam (ME) and a final exam (FE).

The final grade will be the maximum between the grade of FE and the mean grade of ME and FE.

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

## 200101 - FVC - Complex Variable Functions

### Bibliography

#### Basic:

Stein, E. M. ; Shakarchi, R. Complex analysis. Princeton University Press, 2003.

Ahlfors, L. V. Complex analysis : an introduction to the theory of analytic functions of one complex variable. 3rd. McGraw Hill, 1979.

Bruna, J. ; Cufí, J. Anàlisi complexa. Publicacions UAB, 2008.

Conway, J. B. Functions of one complex variable. 2nd. Springer, 1978.

Lang, S. Complex analysis. 4th.. Springer, 1999.

#### Complementary:

Beck, M. ; Marchesi, G. ; Pixton, D. ; Sabalka, L. A first course in complex analysis [on line]. San Francisco State University, 2009 Available on: <<http://math.sfsu.edu/beck/papers/complex.pdf>>.

Gamelin, T.W. Complex analysis. Springer, 2001.

Rudin, W. Real and complex analysis. McGraw Hill, 1974.

## 200102 - AR - Real Analysis

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JAIME FRANCH BULLICH  
Others: Segon quadrimestre:  
JAIME FRANCH BULLICH - A, B  
PABLO MARTIN DE LA TORRE - A  
ORIOL SERRA ALBO - B

### Prior skills

Knowledge in Differential and Integral Calculus in one and several variables.

### Degree competences to which the subject contributes

Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

Generical:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
8. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.



## 200102 - AR - Real Analysis

### Teaching methodology

Theory classes will consist of expositions by the teacher of the definitions, the statements, the proofs and the examples. In problem classes the exercises from a given list will be solved, but the expositions could be shared between teachers and some students. Some homework exercises will also be assigned.

Among the goals of the course the ability to solve problems will be considered more important than the simple acquisition of knowledge, and because of that intuition and creativity will be strongly promoted. This relative importance will also affect the evaluation procedures.

### Learning objectives of the subject

The course has to be for the student a transition between Calculus and Mathematical Analysis. Because of that, an important goal for the student has to be to become used to the utility of abstraction and conceptual methods.

Even though the abstract and conceptual character is the most important, the calculus aspects of some parts (Fourier series, integrals depending of one parameter) have to be fully reached.

The course has to be useful as a preparation for the use of Mathematical Analysis in other courses like Ordinary Differential Equations (where uniform convergence is more used), Partial Differential Equations (where the mean square convergence is more used) and Functional Analysis (where the knowledge on function spaces is further developed). It can also be useful as a preparation for postgraduate courses on subjects like signal analysis or function theory.

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |

## 200102 - AR - Real Analysis

### Content

|   |   |
|---|---|
| <p>Topology in the space of continuous functions.</p>   | <p>Learning time: 48h 30m<br/>Theory classes: 12h<br/>Practical classes: 8h<br/>Self study : 28h 30m</p>  |
| <p>Description:<br/>Sequences and series of functions: pointwise and uniform convergence.<br/>Stone-Weierstrass Theorem.<br/>Equicontinuous families.</p>   |   |
| <p>Lebesgue measure and integration in <math>\mathbb{R}^n</math>.</p>   | <p>Learning time: 62h 30m<br/>Theory classes: 15h<br/>Practical classes: 10h<br/>Self study : 37h 30m</p> |
| <p>Description:<br/>Measurable sets and measurable functions.<br/>Integration of measurable functions.<br/>Dominated convergence.<br/>Fubini's Theorem.<br/>Integral calculus and integrals depending on parameters.<br/><math>L_p</math> spaces.</p> |   |
| <p>Fourier series.</p>  | <p>Learning time: 48h 30m<br/>Theory classes: 12h<br/>Practical classes: 8h<br/>Self study : 28h 30m</p>  |
| <p>Description:<br/>Fourier series in <math>L^2</math>.<br/>Fourier series of periodic functions.<br/>Pointwise and uniform convergence.</p>  |   |

### Qualification system

There will be two marks (over 10 points): , the midterm exam mark (P) and the final exam mark (F). The midterm exam mark could be increased due to the exercises assigned to students as a homework. The final mark of the subject is the maximum between F and  $(0,3 \cdot P + 0,7 \cdot F)$ .

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

## 200102 - AR - Real Analysis

### Bibliography

#### Basic:

- Dalmasso, R. ; Witomsky, P. Analyse de Fourier et applications : exercices corrigés. Paris: Masson, 1996. ISBN 2225852995.
- Batlle Arnau, Carles ; Fossas Colet, Enric. Anàlisi real : apunts. 2002.
- Bartle, Robert Gardner. The elements of integration and Lebesgue measure. New York: Wiley, 1995. ISBN 0471042226.
- Marsden, Jerrold E ; Hoffman, Michael J. Elementary classical analysis. 2nd ed. New York: W.H. Freeman, cop. 1993. ISBN 0716721058.

#### Complementary:

- Rudin, Walter. Principios de análisis matemático. 3ª ed. México: McGraw-Hill, 1980. ISBN 007054235X.
- Whittaker, E.T.; Watson, G.N. A Course of modern analysis : an introduction to the general theory of infinite processes and of analytic functions : with an account of the principal transcendental functions. 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1927. ISBN 0521067944.
- Lang, Serge. Real and functional analysis. 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 1993. ISBN 0387940014.
- Bruna, Joaquim. Anàlisi real. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 1996. ISBN 8449006929.
- Gasquet, C. ; Witomski, P. Fourier analysis and applications : filtering, numerical computation, wavelets. New York: Springer, 1999. ISBN 0387984852.
- Priestley, H. A. Introduction to integration. Oxford: Clarendon Press, 1997. ISBN 0198501234.

## 200111 - AMG - Multilinear Algebra and Geometry

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan, Spanish

### Teaching staff

Coordinator: MIGUEL ANGEL BARJA YAÑEZ  
Others: Primer quadrimestre:  
MIGUEL ANGEL BARJA YAÑEZ - A, B  
PEDRO PASCUAL GAINZA - A  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - B

### Prior skills

Students must have achieved the objectives of Linear Algebra and Euclidean and Affine Geometry

### Degree competences to which the subject contributes

Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

Generical:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
8. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.



## 200111 - AMG - Multilinear Algebra and Geometry

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |

## 200111 - AMG - Multilinear Algebra and Geometry

### Content

|  |  |
|--|--|
| <p>Multilinear algebra</p>   | <p>Learning time: 18h<br/>Theory classes: 11h<br/>Practical classes: 7h</p>  |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Bilinear and quadratic forms.</li> <li>· The vector space of tensors.</li> <li>· Tensor product. Basis.</li> <li>· Symmetric tensors. Skewsymmetric tensors. Operators.</li> <li>· Exterior product. Basis.</li> </ul>  |  |
| <p>Projective geometry</p>   | <p>Learning time: 20h<br/>Theory classes: 12h<br/>Practical classes: 8h</p>  |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Projective space (real and complex).</li> <li>· Interpretations of projective plane.</li> <li>· Projective completion of an affine space.</li> <li>· Linear varieties. Grasmann.</li> <li>· Reference systems and projective coordinates. Equations of linear varieties.</li> <li>· Cross ratio.</li> <li>· Duality.</li> <li>· Pappus and Desargues' theorems.</li> <li>· Axiomàtic definition of the projective plane. Non desarguesian planes.</li> </ul>      |  |
| <p>-Projectivities</p>   | <p>Learning time: 20h<br/>Theory classes: 12h<br/>Laboratory classes: 8h</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Projectivities and homographies. Properties.</li> <li>· The Main Theorem of Projective Geometry.</li> <li>· Matrices of projectivities.</li> <li>· Projectivities, linear varieties and duality.</li> <li>· Fixed points and fixed varieties.</li> <li>· Some families of projectivities: perspectivities, involutions and homologies. Poncelet's Theorem.</li> <li>· Homographies of the line and the plane.</li> <li>· Affine maps as projectivities</li> </ul> |  |

## 200111 - AMG - Multilinear Algebra and Geometry

|   |   |
|---|---|
| <p>Quadrics</p>   | <p>Learning time: 17h<br/>Theory classes: 10h<br/>Practical classes: 7h</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Hyperquadrics of a projective space.</li> <li>· Polarity.</li> <li>· Projective classification of quadrics (real and complex).</li> <li>· Affine classification of quadrics (real and complex).</li> <li>· Conics. Steiner's theorem.</li> <li>· Euclidean geometry inside projective geometry.</li> </ul> |   |

### Qualification system

The final mark of the subject will be obtained from a final exam (EF mark) and from a continuous assessment (AC) and a midterm exam (EP mark).

The final exam will consist of a part with some problems and a theoretical part.

The final subject mark will be the result of

$$\max \{ EF, 0.8 EF + 0.2 EP, 0.7 EF + 0.2 EP + 0.1 AC, 0.9 EF + 0.1 AC \}$$

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Bibliography

Basic:

- Casas Alvero, Eduardo. Analytic projective geometry. European Mathematical Society, 2011. ISBN 978-3-03719-138-5.
- Greub, Werner Hildbert. Multilinear algebra. New York: Springer-Verlag, 1967.
- Puerta Sales, Fernando. Algebra Lineal. Barcelona: Edicions UPC, 2005.
- Reventós i Tarrida, Agustí. Geometria projectiva. Bellaterra: Servei de Publicacions UAB, 2000. ISBN 84-490-1978-8.

Complementary:

- Audin, Michèle. Geometry. Berlin: Springer, 2003. ISBN 3540434984.
- Hartshorne, Robin. Foundations of projective geometry. New York: Irish Press International, 2009. ISBN 9784871878371.
- Projective geometry : b3 course 2003 [on line]. Available on: <<http://people.maths.ox.ac.uk/hitchin/hitchinnotes/hitchinnotes>>.
- Santaló, Luís. Geometria proyectiva. 3a ed. Buenos Aires: Eudeba, 1977.
- Xambó Descamps, Sebastián. Geometria [on line]. 2a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2001 Available on: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36176>>. ISBN 8483015110.

## 200112 - EALG - Algebraic Structures

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA  
Others: Primer quadrimestre:  
JOSEP ALVAREZ MONTANER - B  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - A, B  
BERNAT PLANS BERENGUER - A

### Prior skills

Contents of Foundations of Mathematics: sets and maps; equivalence relations and order relations; permutations; arithmetic of integers and of polynomials; Euclidean algorithm and Bézout's identity; congruences (modular arithmetic); ...  
Contents of Linear Algebra: vector space, subspace and quotient vector space; bases; matrices and matrix calculus; ...

### Requirements

The first year courses Foundations of Mathematics and Linear Algebra

### Degree competences to which the subject contributes

Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

Generical:

5. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
6. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
7. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
8. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
9. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
10. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
11. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of



## 200112 - EALG - Algebraic Structures

this translation to solve them.

Transversal:

4. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

Traditional: theory sessions in where the teacher presents the contents of the course, and problems sessions in which the professor shows how to solve some of the problems of the problems lists.

### Learning objectives of the subject

In this course the student gets exposed to and learns some of the main results about the most common algebraic structures: groups, rings, fields and modules.

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |

## 200112 - EALG - Algebraic Structures

### Content

|   |   |
|---|---|
| <p>Groups</p>   | <p>Learning time: 62h 30m<br/>Theory classes: 15h<br/>Practical classes: 10h<br/>Self study : 37h 30m</p> |
| <p>Description:<br/>Groups, subgroups, lateral classes; homomorphisms, kernel and image; normal subgroups and quotient groups; isomorphism theorem; order of an element.<br/>Examples of groups: cyclic, dihedral, symmetric, alternate, cartesian product, semidirect product, ...<br/>Simple groups, simplicity of the alternate, Jordan-Hölder theorem, solvable groups.<br/>Action of a group on a set, stabilizers, orbits, orbits formula, actions by translation and by conjugation.<br/>Applications.<br/>p-groups and Sylow subgroups. Sylow Theorem. Applications.</p>  |   |
| <p>Rings</p>  | <p>Learning time: 50h<br/>Theory classes: 12h<br/>Practical classes: 8h<br/>Self study : 30h</p>          |
| <p>Description:<br/>Ring, multiplicative group, subring, ideal, homomorphism; integral ring, fraction field; prime and maximal ideals. Divisibility; units and associates; greatest common divisor and Bézout's identity; irreducibles, primes and unique factorization; factorial ring; principal ring; euclidean ring and euclidean algorithm.<br/>Polynomials with coefficients in a field; degree; euclidean division; rational functions; roots; derivation.<br/>Polynomials with coefficients in a factorial ring. Content and primitive polynomials; Gauss lemma; unique factorization; Eisenstein irreducibility criterion.<br/>Cyclotomic polynomials.</p> |   |
| <p>Fields</p>   | <p>Learning time: 50h<br/>Theory classes: 12h<br/>Practical classes: 8h<br/>Self study : 30h</p>          |
| <p>Description:<br/>Field, examples, characteristic, prime field, embeddings.<br/>Extensions, degree, algebraic and transcendent elements, minimal polynomial, decomposition field, adjunction of elements, simple extensions, primitive element theorem.<br/>Finite fields: construction, properties and classification.<br/>Application: ruler and compass geometric constructions. Constructible numbers. The three classical problems.<br/>Construction of regular polygons: Gauss periods and characterization of constructible polygons.</p>  |   |

## 200112 - EALG - Algebraic Structures

|   |   |
|---|---|
| Modules   | Learning time: 25h<br>Theory classes: 6h<br>Practical classes: 4h<br>Self study : 15h |
| Description:<br>Module, homomorphism, free module, matrices. Analogy with vector spaces.<br>Smith normal form of a matrix over a PID. Invariant factors.<br>Theorem of classification of finitely generated modules over PID. Invariant factors and elementary divisors.<br>Applications. Classification of finite abelian groups. Classification of endomorphisms and canonical rational form. |   |

### Qualification system

Midterm and final exam. The course mark will be the best of the following two: the final exam mark or 70% of the final plus 30% of the midterm.

Extraordinary exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Bibliography

#### Basic:

Artin, Michael. Algebra. 2nd. Boston: Prentice-Hall, 2011. ISBN 9780132413770.

Lang, Serge. Algebra. 3rd ed. rev.. New York: Springer, 2002. ISBN 038795385X.

Dummit, D.S.; Foote, R.M. Abstract algebra. 3rd ed.. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2004. ISBN 0471452343.

Garrett, P.B. Abstract algebra [on line]. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2008 [Consultation: 31/05/0011]. Available on: <[http://www.math.umn.edu/~garrett/m/algebra/Whole\\_with\\_TOC.pdf](http://www.math.umn.edu/~garrett/m/algebra/Whole_with_TOC.pdf)>. ISBN 9781584886891.

Jacobson, Nathan. Basic algebra (vol.1). 2nd ed.. Mineola, NY: Dover, 2009. ISBN 9780486471891.

#### Complementary:

Hungerford, T.W. Algebra. New York: Springer-Verlag, 1974. ISBN 0387905189.

Albert, A.Adrian. Modern Higher Algebra. Chicago: University of Chicago Press, 1937.

Sigler, L.E.. Algebra. New York-Heidelberg: Springer, 1981. ISBN 3540901957.

Bogopolskij, Oleg Vladimirovic. Introduction to group theory. Zürich: European Mathematical Society, 2008. ISBN 9783037190418.

Atiyah, M.F.; Macdonald, G. Introducción al álgebra conmutativa. Barcelona: Reverté, 1973. ISBN 8429150080.

Shafarevich, I.R. Basic notions of algebra [on line]. Berlin: Springer, 2005 Available on: <<http://dx.doi.org/10.1007/b137643>>. ISBN 3-540-25177-4.

## 200121 - TOP - Topology

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
 Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
 Academic year: 2017  
 Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
 ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: PEDRO PASCUAL GAINZA  
 Others: Segon quadrimestre:  
 JOSE BURILLO PUIG - A, B  
 JOSEP ELGUETA MONTO - CFIS  
 ANNA DE MIER VINUÉ - A, B  
 PEDRO PASCUAL GAINZA - A, B, CFIS

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generical:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
8. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

## 200121 - TOP - Topology

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |

## 200121 - TOP - Topology

### Content

|   |   |
|---|---|
| Metric spaces   | Learning time: 10h<br>Theory classes: 3h<br>Practical classes: 2h<br>Self study : 5h  |
| Description:<br>Open and closed balls. Open sets. Continuous applications. Equivalent distances.  |   |
| Topological spaces  | Learning time: 24h<br>Theory classes: 7h<br>Practical classes: 5h<br>Self study : 12h |
| Description:<br>Open and closed. Bases, subbases, neighbourhoods. The second numerability axiom. Continuous maps, homeomorphisms. The first numerability axiom: characterization of topological properties using sequence limits.                   |   |
| Building topological spaces   | Learning time: 24h<br>Theory classes: 7h<br>Practical classes: 5h<br>Self study : 12h |
| Description:<br>Subspaces. Topological space products. Quotient spaces and identifications. Examples: topological surfaces. Adjunction.   |   |
| Compactness   | Learning time: 14h<br>Theory classes: 4h<br>Practical classes: 3h<br>Self study : 7h  |
| Description:<br>Compact spaces. Compact space products and quotients. The Heine-Borel theorem. The Tikhonov theorem and applications. Locally compact spaces. Alexandrov compactivity. Compactness in metric spaces: characterization by sequences. |   |

## 200121 - TOP - Topology

|  |   |
|--|---|
| <p>Connectedness</p>   | <p>Learning time: 14h<br/>Theory classes: 4h<br/>Practical classes: 3h<br/>Self study : 7h</p>  |
| <p>Description:<br/>Connected spaces. Connected components. Continuity and connection. The mean value theorem. Arc-connected spaces. Arc-connected components. Locally connected and locally arc-connected spaces.</p>                     |   |
| <p>Introduction to homotopy</p>  | <p>Learning time: 20h<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 10h</p> |
| <p>Description:<br/>Introduction to the homotopy of continuous maps. Contractile spaces. Deformation retracts. The set of homotopic classes <math>[X,Y]</math>. The abelian group <math>[S^1,S^1]</math>: degree of a map.</p>             |   |
| <p>Applications to plane topology</p>  | <p>Learning time: 22h<br/>Theory classes: 7h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 11h</p> |
| <p>Description:<br/>Index of a closed curve. The Poincaré-Böhl and Rouché theorems. The Bolzano theorem and the Brouwer fixed point theorem. The fundamental theorem of algebra. The Borsuk-Ulam theorem. Invariance of the dimension.</p> |   |
| <p>Compact surfaces classification</p>   | <p>Learning time: 22h<br/>Theory classes: 7h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 11h</p> |
| <p>Description:<br/>Triangulation of compact surfaces. Poligonal surfaces. Standard surfaces. Connex sum of surfaces. Classification theorem. Orientation, genus and Euler's characteristic.</p>   |   |

## 200121 - TOP - Topology

### Qualification system

Not eliminatory midterm exam.

Final exam including a theory question and some problems.

The final mark is the result of the maximum between the final exam mark and the midterm exam mark (weighted 25%).

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Bibliography

#### Basic:

Kosniowski, Czes. Topología algebraica. Barcelona: Reverté, 1992. ISBN 978-84-291-5098-8.

Munkres, James R. Topología. 2a ed. Madrid: Prentice-Hall, 2002. ISBN 8420531804.

Pascual Gainza, P.; Roig, A. Topologia [on line]. Barcelona: Edicions UPC, 2004 Available on:  
<<http://hdl.handle.net/2099.3/36790>>. ISBN 8483017504.

Sieradski, A. An introduction to topology and homotopy. Boston: PWS-KENT, 1992. ISBN 0534929605.

Viro, O. Ya. Elementary topology : problem textbook. Providence: American Mathematical Society, 2008. ISBN 9780821845066.

#### Complementary:

Jänich, Klaus. Topology. New York: Springer-Verlag, 1984. ISBN 0387908927.

Massey, William S. A basic course in algebraic topology. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 038797430X.

Navarro Aznar, V.; Pascual Gainza, P. Topologia algebraica. Barcelona: Edicions UB, 1999. ISBN 8483381230.

Wall, C.T.C. A geometric introduction to topology. New York: Dover, 1993. ISBN 0486678504.



## 200122 - GD - Differential Geometry

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
 Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
 Academic year: 2017  
 Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
 ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan, Spanish

### Teaching staff

Coordinator: JAUME AMOROS TORRENT  
 Others: Segon quadrimestre:  
 JAUME AMOROS TORRENT - A, B  
 MARIA IMMACULADA GALVEZ CARRILLO - A, B  
 CARLES PADRO LAIMON - A, B

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generical:

5. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
6. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
7. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
8. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
9. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
10. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
11. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

4. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

## 200122 - GD - Differential Geometry

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |

## 200122 - GD - Differential Geometry

### Content

|  |  |
|--|--|
| 1. Plane and space curves  | Learning time: 16h<br>Theory classes: 4h<br>Laboratory classes: 4h<br>Self study : 8h  |
| Description:<br>Parametrized curves. Tangent line. Examples. Regular curves, arc length. Curvature, normal vector, binormal vector, torsion, Fermat formulae and Frenet-Serret apparatus. The Fundamental theorem of the theory of curves.   |  |
| 2. Elementary theory of surfaces   | Learning time: 20h<br>Theory classes: 6h<br>Laboratory classes: 4h<br>Self study : 10h |
| Description:<br>Regular surfaces and parametrizations. Differentiable functions on surfaces. Critical points. Tangent plane, normal line. Differential of a map, diffeomorphisms. Geometry in the tangent plane. First fundamental form. Geometry in surfaces. Measure of length, angles and area.   |  |
| 3. Gauss curvature   | Learning time: 20h<br>Theory classes: 6h<br>Laboratory classes: 4h<br>Self study : 10h |
| Description:<br>The Gauss map. Differential of the Gauss map and second fundamental form. Normal curvature and second fundamental form. Normal curvature: Meusnier Theorem. Principal curvatures, curvature lines. Principal curvatures. Lines of curvature. Rodrigues and Euler theorems. Gauss and mean curvature. Classification of points on a surface. Asymptotic curves and direction. Dupin's indicatrix. |  |
| 4. Examples of surfaces  | Learning time: 12h<br>Theory classes: 2h<br>Laboratory classes: 4h<br>Self study : 6h  |
| Description:<br>Basic formulas: Weingarten's equations. Flat surfaces. Ruled surfaces. Quadrics. Surfaces of revolution. Minimal surfaces.   |  |

## 200122 - GD - Differential Geometry

|   |  |
|---|--|
| 5. Fundamental equations of surface theory  | Learning time: 12h<br>Theory classes: 4h<br>Laboratory classes: 2h<br>Self study : 6h  |
| Description:<br>Isometries and local isometries. Christoffel's symbols. Gauss' Formula and the Teorema Egregium. Codazzi-Mainardi's compatibility equations. Bonnet's theorem.  |  |
| 6. Geometry on a surface  | Learning time: 20h<br>Theory classes: 6h<br>Laboratory classes: 4h<br>Self study : 10h |
| Description:<br>Covariant derivative and parallel transport. Geodesics, geodesic curvature, Liouville's formula. The exponential map, minimality properties of geodesics. Sums of the angles of a spherical triangle; Gauss-Bonnet's theorem and applications.  |  |
| 7. Some global results  | Learning time: 16h<br>Theory classes: 6h<br>Laboratory classes: 2h<br>Self study : 8h  |
| Description:<br>Constant curvature surfaces: Minding's theorem. Complete surfaces, complete surfaces of constant curvature: the sphere, the plane and the cylinders; Hilbert's non-embedding theorem. Abstract surfaces and metrics: the flat torus and the hyperbolic surfaces of constant negative curvature. Geodesics on complete surfaces: Hopf-Rinow's theorem. |  |
| 8. Introduction to differential manifolds   | Learning time: 14h<br>Theory classes: 5h<br>Laboratory classes: 2h<br>Self study : 7h  |
| Description:<br>Differential manifolds, differentiable functions. Tangent space and differential of a function. Regular values, subvarieties. Examples.   |  |

## 200122 - GD - Differential Geometry

### Qualification system

The subject mark will be obtained from:

ME: Midterm Exam

FE: Final Exam

by the following formula:

$$\text{Final Mark} = \max(\text{FE}, 0.3 \text{ ME} + 0.7 \text{ FE}).$$

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Regulations for carrying out activities

The exams (ME and FE) will contain theoretical and practical questions.

Only a formulary will be allowed.

## 200122 - GD - Differential Geometry

### Bibliography

#### Basic:

Bär, C. Elementary differential geometry [on line]. New York: Cambridge University Press, 2010 Available on:  
<<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10392882>>. ISBN 978-0521721493.

Carmo, Manfredo Perdigão do. Differential geometry of curves and surfaces. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1976. ISBN 0132125897.

Montiel, S. ; Ros, A. Curves and surfaces. Providence: American Mathematical Society, 2005.

O'Neill, B. Elementary differential geometry [on line]. Academic Press - Elsevier, 2007 Available on:  
<<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10382842>>. ISBN 9780080505428.

Oprea, J. Differential Geometry and its applications. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 2007. ISBN 0130652466.

Pascual, P. Apunts de geometria diferencial [on line]. 2015 Available on:  
<<http://upcommons.upc.edu/handle/2117/104841>>.

#### Complementary:

Callahan, J. The geometry of spacetime: an introduction to special and general relativity. New York: Springer Verlag, 2000. ISBN 0387986413.

Cordero, Luis A.; Fernández, M.; Gray, A. Geometría diferencial de curvas y superficies con Mathematica. Buenos Aires [etc.]: Addison-Wesley Iberoamericana, 1995. ISBN 0201653648.

Spivak, M. A comprehensive introduction to differential geometry. Vols. 2/3. 3rd ed. Houston: Publish or Perish, 1999. ISBN 0914098705.

Weeks, J.R. The shape of space. 2nd. New York: Marcel Dekker Inc., 2002. ISBN 0824707095.

#### Others resources:

\*Famous Curves Applet Index <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Java/>

\*3D-XplorMath, de Richard Palais: <http://3d-xplormath.org/>

\*Wolfram mathworld curves <http://mathworld.wolfram.com/topics/Curves>

\*National Curve bank <http://curvebank.calstatela.edu/home/home.htm>

\*Open Geometry Gallery [http://www1.uni-ak.ac.at/geom/opengeometry\\_gallery](http://www1.uni-ak.ac.at/geom/opengeometry_gallery)

\*Virtual Math museum [http://virtualmathmuseum.org/Surface/gallery\\_o](http://virtualmathmuseum.org/Surface/gallery_o)

\*Wolfram mathworld surfaces <http://mathworld.wolfram.com/topics/Surfaces>

\*Other galleries: <http://faculty.evansville.edu/ck6/GalleryTwo/Introduction2>

## 200131 - TP - Probability Theory

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan, Spanish, English

### Teaching staff

Coordinator: JUAN JOSÉ RUE PERNA  
Others: Primer quadrimestre:  
ANNA DE MIER VINUÉ - B  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - A, B  
JORDI VALERO BAYA - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generical:

5. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
6. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
7. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
8. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
9. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
10. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
11. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

4. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

## 200131 - TP - Probability Theory

### Teaching methodology

There will be sessions of theory, problems and lab activities. Work of students during the course will be emphasized, particularly in delivery of homework assignments and reading.

### Learning objectives of the subject

There are two main objectives: (1) to present Probability Theory as a rich, attractive and useful tool in modeling random phenomena and (2) to provide the necessary background in probability for other subjects in the Degree of Mathematics.

The particular goals of the subject are the achievement by the students of the following aspects:

- \* To know the notion of probability and its main properties.
- \* To know the basic discrete and continuous probability models .
- \* To use the concept of random variable in formalizing and solving problems in probability.
- \* To know the concept of moments of a random variable and the main results associated to this notion.
- \* To know the notion of convergence of random variables, particularly the Central Limit Theorem and the Laws of Large Numbers.

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |



## 200131 - TP - Probability Theory

### Content

|  |   |
|--|---|
| <p>Probability Spaces and Random Variables</p>   | <p>Learning time: 23h 30m<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 2h<br/>Self study : 15h 30m</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Random experiments, outcomes and events.</li> <li>- Probability.</li> <li>- Conditional Probability.</li> <li>- Independence.</li> <li>- Product Spaces.</li> <li>- Random Variables and probability distribution functions.</li> <li>- Random Vectors. Independence of random variables.</li> </ul>  |   |
| <p>Random Variables (I): discrete variables</p>  | <p>Learning time: 36h<br/>Theory classes: 7h 30m<br/>Practical classes: 6h<br/>Self study : 22h 30m</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Probability function.</li> <li>- Independence.</li> <li>- Expectation and Moments of a Random Variable.</li> <li>- Models of Discrete Random Variables.</li> <li>- Joint distribution. Covariance and Correlation. Independence.</li> <li>- Conditional distributions. Conditional Expectation.</li> <li>- Sums of Random Variables.</li> </ul> |   |
| <p>Random variables (II): continous variables</p>  | <p>Learning time: 48h<br/>Theory classes: 12h<br/>Practical classes: 8h<br/>Self study : 28h</p>        |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Density Probability Function.</li> <li>- Expectation and Moments of a Random Variable.</li> <li>- Models of Continuum Random Variables.</li> <li>- Joint distributions. Independence. Conditional distributions.</li> <li>- Functions of Random Variables</li> <li>- Multivariate Normal distribution and related distributions.</li> </ul>     |   |

## 200131 - TP - Probability Theory

|  |   |
|--|---|
| <p>Generating Functions</p>  | <p>Learning time: 36h<br/>Theory classes: 7h 30m<br/>Practical classes: 6h<br/>Self study : 22h 30m</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Probability Generating Function</li> <li>- Moment Generating Function and Characteristic Function.</li> <li>- Theorems of Inversion and Continuity.</li> </ul>              |   |
| <p>Convergence of Random Variables</p>   | <p>Learning time: 36h<br/>Theory classes: 7h 30m<br/>Practical classes: 6h<br/>Self study : 22h 30m</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Sequences of Random Variables</li> <li>- Convergence in distribution. The Central Limit Theorem.</li> <li>- Modes of convergence</li> <li>- Laws of large numbers</li> </ul> |   |

### Qualification system

Weekly handing over of problems/activities (10%), midterm exam (30%) and final exam (60%). The final exam mark will prevail if higher than the weighted subject mark.

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

## 200131 - TP - Probability Theory

### Bibliography

#### Basic:

Grimmett, G.R.; Stirzaker, D.R. Probability and random processes. 3a ed. Oxford [etc.]: Oxford University Press, 2001. ISBN 9780198572220.

Sanz, Marta. Probabilitats. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 1999. ISBN 8483380919.

Pitman, Jim. Probability. New York [etc.]: Springer, cop, 1993. ISBN 0387979743.

Gut, Allan. An Intermediate course in probability. 2nd ed. Springer, ISBN 978-1-4419-0162-0.

#### Complementary:

Julià de Ferran, Olga ... [et al.]. Probabilitats: problemes i més problemes. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2005. ISBN 8447529061.

Feller, W. An introduction to probability theory and its applications (Vol. 1,2). 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1968. ISBN 0471257117.

Grinstead, Charles M.; Snell, L.J. Introduction to probability. American Mathematical Society, 2006.

Chung, Kai Lai. A course in probability theory. New York: Academic Press, 1974. ISBN 012174650X.

Cuadras, C. M. (Carlos María). Problemas de probabilidades y estadística. Vol 1: Probabilidad. Barcelona: EUB, 2000. ISBN 8483120313.

Tabak, J. Probability and statistics: the science of uncertainty. New York: Facts On File, 2004. ISBN 0816049564.

#### Others resources:

##### Hyperlink

Grinstead, Charles M.; Snell, Laurie J. Introduction to Probability

[http://www.dartmouth.edu/~chance/teaching\\_aids/books\\_articles/probability\\_book/book.html](http://www.dartmouth.edu/~chance/teaching_aids/books_articles/probability_book/book.html)

The Probability Web (Teaching resources)

<http://www.mathcs.carleton.edu/probweb/probweb.html>

Chance

<http://www.dartmouth.edu/~chance/>

The R Project for Statistical Computing

R is a free software environment for statistical computing and graphics.

<http://www.r-project.org/>

Mat2: Materials Matemàtics

<http://www.mat.uab.es/matmat/Cast/index.html>

Revista electrònica de divulgació matemàtica editada pel Departament de Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona. Inclou articles molt interessants sobre temes de probabilitat.

## 200132 - EST - Statistics

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: MARTA PÉREZ CASANY  
Others: Segon quadrimestre:  
MARTA PÉREZ CASANY - A, B  
JOSEP ANTON SÁNCHEZ ESPIGARES - B  
JORDI VALERO BAYA - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generical:

5. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
6. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
7. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
8. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
9. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
10. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
11. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

4. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

## 200132 - EST - Statistics

### Teaching methodology

There are 5 class hours per week: 3 hours corresponding to theoretical lessons and 2 hours of problems or laboratory practicals.

Theoretical lessons:

The theoretical lessons are basically master classes given by the theory professor. Theorem proofs are developed on the blackboard, and important concepts are summarized by means of transparencies. Detailed examples are introduced, emphasizing on the application of statistics in real life problems. Virtual campus Atenea will be used to circulate the class material.

Problems lessons:

The problems professor previously introduces the exercises that the students have to solve. In class, the professor (or any of the students) exposes and explains the solution. The students must hand in exercises which will count towards the subject final mark. The problems professor is responsible for correcting these exercises, some of which may be solved in class.

Laboratory practicals:

The practical sessions will be taught with the statistical software R. They will consist of some introductory session plus the last month of class, where the statistical modelization will be practiced.

### Learning objectives of the subject

A student that has completed this statistics course:

1. Is able to carry out and interpret basic descriptive statistics with statistical software.
2. Is able to perform statistical inference with statistical software and correctly interpret the results obtained.
3. Can express the difference between the two statistical schools: the frequentist and the bayesian approach.
4. Is able to analytically obtain moment estimators, maximum likelihood estimators and bayesian estimators for the parameters of the most common probability distributions.
5. Is able to compare different estimators and select the best estimator according to some optimality criterion (bias, variance, mean squared error).
6. Is able to design an optimal test for particular hypothesis tests regarding parameters of distributions, applying the criterion of Neyman-Pearson and the generalized likelihood ratio.
7. Is able to formulate the difference between parametric and non-parametric tests.
8. Is able to apply the classical parametric tests (Z-test for the normal distribution, Student t test for independent samples and paired observations, F test for equality of variances) to data sets and interpret correctly the results obtained.
9. Is able to apply the most common non-parametric tests (Chi-square test for independence, sign test) to data sets and correctly interpret the results.
10. Is able to read and understand the descriptive statistics and the statistical inference used in a published scientific article.



## 200132 - EST - Statistics

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |

## 200132 - EST - Statistics

### Content

|  |  |
|--|--|
| <p>1. INTRODUCTION</p>   | <p>Learning time: 18h<br/>Theory classes: 4h<br/>Laboratory classes: 3h<br/>Self study : 11h</p> |
| <p>Description:<br/>1.1. Descriptive statistics.<br/>1.2. Population and sample.<br/>1.3. Distributions related to the Normal distribution.</p> <p>Related activities:<br/>Some classes and three sessions in a computer room.</p> <p>Specific objectives:<br/>Carry out univariate and bivariate descriptive statistical analysis.</p>  |  |
| <p>2. POINT ESTIMATION</p>   | <p>Learning time: 30h<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 20h</p>  |
| <p>Description:<br/>2.1. The method of moments.<br/>2.2. The maximum likelihood method.<br/>2.3. Bayesian estimation.</p> <p>Related activities:<br/>Theory classes and problem sessions.</p> <p>Specific objectives:<br/>Construct estimators using various methods.</p>  |  |
| <p>3. EVALUATION OF ESTIMATORS</p>   | <p>Learning time: 26h<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 16h</p>  |
| <p>Description:<br/>3.1. Properties of estimators: bias, variance, mean squared error (MSE), sufficiency, consistency, efficiency.<br/>3.2. The Cramér-Rao theorem. Fisher information.<br/>3.3. Asymptotic properties of the maximum likelihood estimator.</p> <p>Related activities:<br/>Theory classes and problem sessions.</p> <p>Specific objectives:<br/>Derive properties of estimators.</p> |  |

## 200132 - EST - Statistics

|   |  |
|---|--|
| <h3>4. HYPOTHESIS TESTING</h3>  | <p>Learning time: 37h</p> <p>Theory classes: 7h<br/>Practical classes: 5h<br/>Self study : 25h</p>       |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1. Basic ingredients of a hypothesis test. Null hypothesis and alternative hypothesis. Type I and II errors. Size and power function.</li> <li>4.2. Neyman Pearson criterium for simple hypothesis.</li> <li>4.3. Extension of Neyman Pearson for unilateral alternatives.</li> <li>4.4. Test of the monotone likelihood function.</li> <li>4.5 Generalized likelihood ration tests.</li> <li>4.6 <math>\chi^2</math> test for contingency tables and goodness of fit.</li> </ul> <p>Related activities:<br/>Theory classes and problem sessions.</p> <p>Specific objectives:<br/>Development of hypothesis tests.</p> |  |
| <h3>5. INTERVAL ESTIMATION</h3>   | <p>Learning time: 8h 10m</p> <p>Theory classes: 2h<br/>Practical classes: 2h<br/>Self study : 4h 10m</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Confidence intervals.</li> <li>5.2. Intervals associated to pivotal quantities.</li> <li>5.3. Intervals associated to the Normal model.</li> </ul> <p>Related activities:<br/>Theory classes, problem sessions and laboratory sessions.</p> <p>Specific objectives:<br/>Construction of confidence intervals.</p>   |  |



## 200132 - EST - Statistics

|   |   |
|---|---|
| <p>6. THE LINEAR MODEL and GENERALIZED LINEAR MODEL</p>   | <p>Learning time: 60h<br/>Theory classes: 13h<br/>Laboratory classes: 7h<br/>Self study : 40h</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1. Simple and multiple linear regression.</li> <li>6.2. Assumptions of the linear model. Least squares and maximum likelihood estimation.</li> <li>6.3 Multicollinearity. Leverage. Influential observations.</li> <li>6.4 Goodness of fit and coefficient of determination.</li> <li>6.5 Prediction.</li> <li>6.5. Residual analysis.</li> <li>6.7 Anova</li> <li>6.8 Ancova</li> <li>6.9 Generalized linear model. Binomial and Poisson cases.</li> </ul> <p>Related activities:<br/>Laboratory practicals.</p> <p>Specific objectives:<br/>Apply linear regression and interpret the results.</p> |   |

### Qualification system

The assessment comprises the following elements: final exam, midterm exam, questionnaires, deliverable exercises. The final exam and the midterm exam consist of open theoretical questions and problems to solve. There will be two questionnaires that are small exams that have to be done in class and have one hour of duration. The deliverable exercises are three. They have to be done individually and they will be known approximately two weeks before. The continuous assessment mark (CAM) is calculated as:

$$CAM = 0.5 * M_{Final} + 0.25 * M_{Midterm} + 0.125 * M_{Questionnaires} + 0.125 * M_{Deliverables}$$

The final subject mark (FM) is the maximum between the CAM mark and the final exam mark:  $FM = \max(CAM, M_{Final})$

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

## 200132 - EST - Statistics

### Bibliography

#### Basic:

Casella, G., & Berger, R.L. Statistical inference. 2nd ed. Pacific Grove: Duxbury, Pacific Groove, CA, USA., 2002. ISBN 0534243126.

De Groot, M.H. & Schervish, M.J. Probability and statistics. 4th ed. Boston: Pearson, 2012. ISBN 9780321709707.

Moore, D.S. Estadística aplicada básica. 2a ed.. Barcelona: Antoni Bosch, 2005. ISBN 8495348047.

#### Complementary:

Dalgaard, P. Introductory statistics with R [on line]. 2nd ed.. New York: Springer, 2008Available on: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-79054-1>>. ISBN 9780387790534.

Peck, R...[et al.]. Statistics: a guide to the unknown. 4th ed. Duxbury Resource Center, 2006.

Bartoszynski, R.;Niewiadomska-Bugaj, M. Probability and statistical inference [on line]. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2008Available on: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10225361>>.

Wasserman, L. All of statistics: a concise course in statistical inference. Pittsburgh: Springer, 2010. ISBN 9781441923226.

#### Others resources:

##### Hyperlink

R-software: [www.r-project.org](http://www.r-project.org)

##### Resource

## 200141 - EDOS - Ordinary Differential Equations

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA  
Others: Primer quadrimestre:  
INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA - A, B  
MARIA TERESA MARTINEZ-SEARA ALONSO - A  
CHARA PANTAZI - B

### Opening hours

Timetable: Send an e-mail to the professor to make an appointment.

### Prior skills

Linear and multilinear algebra, differential and integral calculus, topology, physics, computer science, and one complex variable.

### Degree competences to which the subject contributes

Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

Generical:

5. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
6. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
7. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
8. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
9. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
10. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
11. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of

## 200141 - EDOS - Ordinary Differential Equations

this translation to solve them.

12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

Transversal:

4. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

There are 3 hours per week of "magistral lectures" (exposition of theoretical aspects), and 2 hours per week of "problem solving."

### Learning objectives of the subject

At the end of the course, students should be able: 1) To apply the fundamental theorems of ODEs; 2) To solve several simple ODEs (first-order linear ODEs, separable ODEs, Bernoulli, Ricatti, linear ODEs with constant coefficients, etc.); 3) To sketch the phase portrait of 2D and 3D systems of linear ODEs with constant coefficients; 4) To determine the stability of systems of linear ODEs with periodic coefficients; and 5) To determine the stability of some simple solutions of systems of nonlinear ODEs.

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |

## 200141 - EDOS - Ordinary Differential Equations

### Content

|   |  |
|---|--|
| <p>Fundamental theorems</p>   | <p>Learning time: 60h<br/>Theory classes: 18h<br/>Practical classes: 6h<br/>Self study : 36h</p>         |
| <p>Description:<br/>Presentation and motivation. Geometric interpretation: vectorfields. Initial value problems (IVPs). Existence and uniqueness theorems. Maximal solutions. Regularity with respect to initial conditions and parameters.</p>   |  |
| <p>Solving simple ODEs</p>  | <p>Learning time: 25h<br/>Theory classes: 0h<br/>Practical classes: 10h<br/>Self study : 15h</p>         |
| <p>Description:<br/>First-order linear ODEs. Separable ODEs and integrant factor. Changes of variables. Homogeneous, Bernoulli, Ricatti, Lagrange, and Clairaut ODEs.</p>   |  |
| <p>Linear equations and linear systems</p>  | <p>Learning time: 50h<br/>Theory classes: 10h<br/>Practical classes: 10h<br/>Self study : 30h</p>        |
| <p>Description:<br/>Homogeneous systems: fundamental matrices and principal matrix. Non-homogeneous systems: variation of parameters. Liouville formula: evolution of a volume under a nonlinear flux. Systems of linear ODEs with periodic coefficients: Floquet theory. Linear ODEs: reduction of order, characteristic equation, oscillations, undetermined coefficients, and variation of parameters.</p> |  |
| <p>Introdution to the qualitative theory of ODEs</p>  | <p>Learning time: 27h 30m<br/>Theory classes: 11h<br/>Practical classes: 0h<br/>Self study : 16h 30m</p> |
| <p>Description:<br/>Classification of 2D and 3D systems of linear ODEs with constant coefficients. Stability of systems of linear ODEs with periodic coefficients. Stability of some simple solutions of nonlinear systems.</p>   |  |

## 200141 - EDOS - Ordinary Differential Equations

|  |   |
|--|---|
| Review   | Learning time: 25h<br>Theory classes: 6h<br>Practical classes: 4h<br>Self study : 15h |
| Description:<br>This review is added to solve the discrepancy between the 75 presencial classes that appear in the year planning and the (approximately) 65 classes that are really given. |   |

### Qualification system

A partial exam (P), and a final exam (F). The final grade is  

$$N = \max(F, 0.3 \cdot P + 0.7 \cdot F).$$

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Regulations for carrying out activities

Students can use a handwritten sheet of paper (DIN A4 size), except in the theoretical part of the exams.

### Bibliography

Basic:

- Meiss, J.D. Differential dynamical systems [on line]. 2007. Philadelphia: Society for Industrial & Applied Mathematics, 2007 Available on: <<http://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9780898718232>>. ISBN 9780898716351.
- Tenenbaum, Morris ; Pollard, Harry. Ordinary differential equations : an elementary textbook for students of mathematics, engineering, and the sciences. New York: Dover Publications, 1985. ISBN 0486649407.
- Teschl, Gerald. Ordinary differential equations and dynamical systems [on line]. Providence: Amer. Math. Soc, 2012 [Consultation: 22/11/2012]. Available on: <<http://www.mat.univie.ac.at/~gerald/ftp/book-ode/>>.
- Sotomayor, Jorge. Lições de equações diferenciais ordinárias. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), 1979. ISBN 9216050624.
- Arnol'd, V. I. (Vladimir Igorevich), 1937-. Ordinary Differential Equations. Cambridge (Massachusetts): The Mit Press, 1973. ISBN 0262010372.
- Braun, Martin. Differential equations and their applications. 4a ed. Springer-Verlag, 1993. ISBN 0387978941.

## 200142 - EDPS - Partial Differential Equations

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: XAVIER CABRE VILAGUT  
Others: Segon quadrimestre:  
XAVIER CABRE VILAGUT - A, B  
MATTEO COZZI - B  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generical:

5. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
6. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
7. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
8. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
9. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
10. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
11. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

4. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

## 200142 - EDPS - Partial Differential Equations

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |



## 200142 - EDPS - Partial Differential Equations

### Content

|  |  |
|--|--|
| <p>Introduction</p>  | <p>Learning time: 29h 30m<br/>Theory classes: 8h<br/>Practical classes: 6h<br/>Self study : 15h 30m</p>  |
| <p>Description:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Integration by parts; the heat equation from physical principles and the divergence theorem; boundary and initial conditions; well posed problems.</li> <li>2. Examples of important PDEs and what they model. The linear transport equation.</li> </ol>   |  |
| <p>The diffusion or heat equation</p>  | <p>Learning time: 48h 30m<br/>Theory classes: 10h 30m<br/>Practical classes: 8h<br/>Self study : 30h</p> |
| <p>Description:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. The diffusion equation in bounded domains (separation of variables and Fourier series; energy method and uniqueness; maximum principle and uniqueness).</li> <li>4. The diffusion equation in <math>\mathbb{R}^n</math> (fundamental solution; the Dirac delta; convolution; existence and uniqueness theorem; regularity; non homogeneous equations and Duhamel principle).</li> <li>5. The diffusion equation from random walk (random walk and propagation of errors; relation between caloric functions and probability densities and the Gaussian distribution).</li> </ol> |  |
| <p>The Laplace and Poisson equations</p>   | <p>Learning time: 48h 30m<br/>Theory classes: 10h 30m<br/>Practical classes: 8h<br/>Self study : 30h</p> |
| <p>Description:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Properties of harmonic functions (examples; separation of variables and Poisson equation in a ball; mean value property, maximum principle and uniqueness; Harnack and Liouville properties; relation between harmonic functions, random walks, the discrete Laplacian and exit probabilities).</li> <li>7. Fundamental solution and Green function (Newtonian potential; Green function; reflection method: Green function for the half-space and the ball).</li> <li>8. Dirichlet minimization principle and the energy method.</li> </ol>                                     |  |

## 200142 - EDPS - Partial Differential Equations

|  |   |
|--|---|
| <p>First order equations</p>   | <p>Learning time: 25h<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 15h</p>         |
| <p>Description:<br/>9. The linear transport equation (travelling waves, characteristics, stability).<br/>10. Quasilinear first order equations (examples: traffic dynamics, Burgers equation; method of the characteristics; the Riemann problem, shocks and entropy condition).</p>   |   |
| <p>The wave equation</p>   | <p>Learning time: 36h<br/>Theory classes: 7h 30m<br/>Practical classes: 6h<br/>Self study : 22h 30m</p> |
| <p>Description:<br/>11. Types of waves. Dispersion. The equation of the vibrating string (derivation; energy; separation of variables).<br/>12. The wave equation in <math>\mathbb{R}</math> (d'Alembert formula; fundamental solution; non homogeneous equations; domains of dependence and of influence; propagation and reflection of waves). Classification of linear 2nd order PDEs: characteristics and canonical form.<br/>13. The wave equation in <math>\mathbb{R}^3</math> and <math>\mathbb{R}^2</math> (Kirchoff and Poisson formulae; Huygens principle).</p> |   |

### Qualification system

First there will be a midterm exam (CP). At the end of the term there will be a final exam (F). The final subject mark will be the maximum between F and  $(0,3 \cdot CP + 0,7 \cdot F)$ .

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Regulations for carrying out activities

In the exams any kind of material, class notes or formularies will be forbidden. The midterm exam is not eliminatory.

## 200142 - EDPS - Partial Differential Equations

### Bibliography

#### Basic:

Salsa, Sandro. Partial differential equations in action: from modelling to theory [on line]. Milan: Springer, 2008. Available on: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10231792&p00>>. ISBN 9788847007512.

Peral, Ireneo. Primer curso de ecuaciones en derivadas parciales. Argentina: Addison-Wesley, 1995. ISBN 0201653575.

#### Complementary:

Pinchover, Yehuda ; Rubinstein, Jacob. Introduction to partial differential equations. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. ISBN 978052161323X.

Strauss, W.A. Partial differential equations: an introduction. 2nd ed. New York: Wiley, 2008.

## 200151 - ALN - Numerical Linear Algebra

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: MARIA MERCEDES OLLE TORNER  
Others: Segon quadrimestre:  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
JOSE TOMAS LAZARO OCHOA - B  
MARIA MERCEDES OLLE TORNER - A, B  
JUAN RAMON PACHA ANDUJAR - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### General:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
8. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.



## 200151 - ALN - Numerical Linear Algebra

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                               |                     |        |        |
|-------------------------------|---------------------|--------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h    | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h     | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h    | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 7h 30m | 4.00%  |
|                               | Self study:         | 105h   | 56.00% |

## 200151 - ALN - Numerical Linear Algebra

### Content

|  |   |
|--|---|
| Introduction and errors  | Learning time: 12h<br>Theory classes: 12h |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Exact arithmetics and finite arithmetics</li> <li>· Truncation error, rounding error and inherent error</li> <li>· Absolute error and relative error. Correct significant digits</li> <li>· Error propagation. Conditioning of a problem</li> <li>· Introduction to numerical methods and programming language</li> </ul>   |   |
| Linear systems of equations: direct methods  | Learning time: 10h<br>Theory classes: 10h |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Basic concepts (symmetry, positive definiteness, orthogonality)</li> <li>· Systems with trivial solution (diagonal matrices D and triangular matrices L, U)</li> <li>· Methods of Gaussian elimination, application to the computation of the determinant</li> <li>· Factorisation methods: LU, Cholesky (LLT), generalised versions (LDU, LDLT)</li> <li>· Conditioning of a linear system. Condition number of a matrix</li> <li>· Orthogonalisation methods (QR), over-determined systems</li> </ul> |   |
| Linear systems of equations: iterative methods   | Learning time: 7h<br>Theory classes: 7h   |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction and preconditioning</li> <li>- Convergence of an iterative method</li> <li>- Method of Jacobi, Gauss-Seidel and over-relaxation</li> </ul>   |   |
| Eigenvalues and eigenvectors   | Learning time: 12h<br>Theory classes: 12h |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Basic concepts</li> <li>· Power methods (direct and inverse)</li> <li>· Other methods: Jacobi, Hyman, QR</li> </ul>   |   |

## 200151 - ALN - Numerical Linear Algebra

### Qualification system

There will be two practical assignments (to be done in pairs) and they are essential to have a final grade of the course. There will be a practical exam (with grade AC), a partial exam in the middle of the semester and a final one (both consisting of a theoretical part and some problems).

The final grade is

$$\text{NOTA} = 0.15\text{AC} + 0.85\max(\text{FINALEX}, 0.2\text{PARTIALEX} + 0.8\text{FINALEX})$$

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Bibliography

Basic:

Grau Sánchez, M.; Noguera, M. Càlcul numèric. Barcelona: Edic. UPC, 1993. ISBN 8476532563.

Bonet, C. et al. Càlcul numèric. Barcelona: Edit. UPC, 1994.

Aubanell, A.; Benseny, A.; Delshams, A. Eines bàsiques de càlcul numèric. Barcelona: Pub. de la UAB, 1991. ISBN 847929230X.

Complementary:

Mathews, J.H.; Fink, K.D. Métodos numéricos con MATLAB. 3ª ed. Prentice Hall, 2000. ISBN 8483221810.

Golub, G.H.; Van Loan, C.F. Matrix computations. 4th ed. The Johns Hopkins University Press, 2013. ISBN 9781421407944.

Quarteroni, A.; Saleri, F. Scientific computing with MATLAB and Octave. 3rd ed. Springer-Verlag, 2010. ISBN 9783642124297.

Kincaid, D.; Cheney, W. Análisis numérico : las matemáticas del cálculo científico. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994. ISBN 0201601303.

Press, W.H. et al. Numerical recipes: the art of scientific computing. 3rd ed. Cambridge: Cambridge university, 2007.

Stoer, J.; Bulirsch, R. Introduction to numerical analysis. 3rd ed. Springer-Verlag, 2010. ISBN 9781441930064.

## 200152 - PM - Mathematical Programming

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA  
Others: Primer quadrimestre:  
JORDI CASTRO PÉREZ - A, B  
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - A, B  
MARÍA PAZ LINARES HERREROS - A, B

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generical:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
8. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.





## 200152 - PM - Mathematical Programming

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |

## 200152 - PM - Mathematical Programming

### Content

|   |   |
|---|---|
| <p>Introduction</p>   | <p>Learning time: 23h 30m<br/>Theory classes: 4h 30m<br/>Practical classes: 3h<br/>Self study : 16h</p>                             |
| <p>Description:<br/>The Mathematical Programming. Building methodology of Mathematical Programming models. The paper of the models in the decision making process. Main types of Mathematical Programming: linears, integers, network flows, nonlinear, stochastics, etc.</p>   |   |
| <p>Linear Programming</p>   | <p>Learning time: 47h 30m<br/>Theory classes: 13h 30m<br/>Practical classes: 6h<br/>Laboratory classes: 3h<br/>Self study : 25h</p> |
| <p>Description:<br/>Definition and examples of linear programming problems. The geometry of linear programming: feasible sets, convex sets and polyhedrons; optimal solutions, extreme points and basic solutions. The primal simplex algorithm: development, convergence and computational complexity. Duality theory: definition of the dual problem and examples, duality theorems. Duality and the max flow - min cut theorem. Dual simplex algorithm: development and convergence. Sensitivity analysis.</p> |   |
| <p>Integer Linear Programming</p>   | <p>Learning time: 18h 30m<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 8h 30m</p>                              |
| <p>Description:<br/>Definition of linear integer programming problem and examples. Linear relaxation. Valid, strong and ideal formulations. Algorithms for linear integer programming: branch and bound, Gomory's cutting planes, branch and cut.</p>   |   |

## 200152 - PM - Mathematical Programming

|  |  |
|--|--|
| Unconstrained Nonlinear Programming  | Learning time: 28h 30m<br>Theory classes: 7h 30m<br>Practical classes: 5h<br>Self study : 16h  |
| Description:<br>Nonlinear optimization models. Existence and characterization of the optimization problems solutions. First and second order conditions. Line search methods: curve fitting, Armijo-Goldstein conditions. Basic methods of descent: the gradient method and Newton method. |  |
| Constrained Nonlinear Programming  | Learning time: 34h 30m<br>Theory classes: 11h 30m<br>Practical classes: 7h<br>Self study : 16h |
| Description:<br>Constrained Nonlinear Programming Problems. Lagrangian function. Kuhn-Tucker conditions. Reduced gradient method.  |  |

### Qualification system

There will be a non eliminatory midterm exam (ExP), a final exam (ExF), and a mark for practical assignments (Pr).

The final mark NF of the course will be:

$$NF = \max\{ExF, 0.8 ExF + 0.2 Pr, 0.6 ExF + 0.2 ExP + 0.2 Pr\}$$

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

If the student fails, the extra evaluation will only consist of a resit exam (neither Pr nor ExP/ExF will be considered).

### Bibliography

Basic:

Bertsimas, Dimitris ; Tsitsiklis, John Tsitsiklis. Introduction to linear optimization. Belmont: Athena Scientific, 1997. ISBN 1886529191.

Nocedal, Jorge ; Wright, Stephen J. Numerical optimization [on line]. 2nd ed. Springer Science + Business Media, 2006 [Consultation: 10/07/2012]. Available on: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-40065-5>>. ISBN 9780387400655.

Wolsey, Laurence A. Integer programming. New York [etc.]: John Wiley & Sons, 1998. ISBN 0471283665.

Fourer, Robert ; Gay, David M. ; Kernighan, Brian W. AMPL : a modeling language for mathematical programming. 2nd edition. Pacific Grove, CA: Thomson/Brooks/Cole, 2003. ISBN 0534388094.

## 200153 - CN - Numerical Calculus

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
751 - DECA - Department of Civil and Environmental Engineering  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: SONIA FERNANDEZ MENDEZ  
Others: Primer quadrimestre:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - A, B  
ABEL GARGALLO PEIRO - A, B  
ESTHER SALA LARDIES - A, B

### Opening hours

Timetable: To be announced at the beginning of the term.

### Prior skills

Numerical linear algebra  
Programming  
Differential and integral calculus

### Degree competences to which the subject contributes

Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

Generical:

5. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
6. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
7. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
8. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
9. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.

## 200153 - CN - Numerical Calculus

10. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
11. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

Transversal:

4. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

Teaching activity consists of five hours per week, of which three in a standard classroom and two in a computer room. Classes in standard classrooms focus on derivations and more theoretical presentation, but always motivated by applications. The solutions of assigned problems and exercises are also carried out in these classes. Classes in the computer room are focused on coding and using numerical methods, and in illustrating the application of numerical techniques in computational engineering. The progress of practical assignments is also checked. All information relative to organisation and evolution of the module, and all teaching material is uploaded in the teaching intranet.

### Learning objectives of the subject

This module has two main goals: (1) to offer a global overview of the role of numerical methods in the solution of usual problems in mathematics, physics and engineering, and (2) to provide a solid background in the numerical solution of problems in scientific computing, complementing the contents of the module Numerical Linear Algebra.

Students should gain capacity to:

- Know and understand the possibilities, and the limitations, of numerical methods for the solution of problems in mathematics, physics and engineering.
- Understand the need to assure the quality of the output of interest, and be able to control the error in the numerical solution.
- Know and understand the basic numerical techniques for root finding and nonlinear systems of equations, as well as functional approximation and numerical integration.
- Know the fundamentals and understand the basic concepts of the numerical solution of differential equations.
- Choose and use an appropriate numerical method for the solution of a specific problem, identifying its advantages and drawbacks.
- Code numerical methods efficiently in a programming language (Matlab / Octave).
- Analyse in a critical manner the results obtained (accuracy in the output of interest, adequacy of the numerical method and the mathematical model, interpretation of results).
- Present results in a clear and concise way.

## 200153 - CN - Numerical Calculus

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |

## 200153 - CN - Numerical Calculus

### Content

|   |  |
|---|--|
| <p>1. Root finding</p>  | <p>Learning time: 23h 30m<br/>Theory classes: 6h<br/>Laboratory classes: 4h<br/>Self study : 13h 30m</p> |
| <p>Description:<br/>General expression of an iterative scheme. Methods: bisection, secant and Newton. Consistency and convergence (order and rate). Convergence analysis of functional iteration methods, application to the analysis of Newton method. Hybrid methods. Effect of rounding errors on an iterative scheme.</p>   |  |
| <p>2. Nonlinear systems of equations</p>  | <p>Learning time: 23h 30m<br/>Theory classes: 6h<br/>Laboratory classes: 4h<br/>Self study : 13h 30m</p> |
| <p>Description:<br/>Introduction. Nonlinear problems in physics and engineering. Newton method. Convergence of Newton method. Numerical differentiation for the approximation of the jacobian matrix. Introduction to quasi-Newton methods. Broyden method.</p>   |  |
| <p>3. Functional approximation</p>  | <p>Learning time: 47h<br/>Theory classes: 12h<br/>Laboratory classes: 8h<br/>Self study : 27h</p>        |
| <p>Description:<br/>General overview: motivation, approximant types, approximation criteria.<br/>Polynomial interpolation: fundamental theorem of algebra, existence and uniqueness of solution.<br/>Lagrange interpolation. Runge phenomenon.<br/>Piecewise interpolation (splines): characterization as a vectorial space, C0 linear, C1 cubic, C2 cubic and natural splines. Convergence and adaptivity properties.<br/>Least squares approximation: general expression and normal equations for vectorial spaces, orthogonality property. Ill-conditioning of the normal equations. Families of orthogonal polynomials: problem statement and properties.</p> |  |

## 200153 - CN - Numerical Calculus

|  |   |
|--|---|
| <p>4. Numerical integration</p>  | <p>Learning time: 36h<br/>Theory classes: 9h<br/>Laboratory classes: 6h<br/>Self study : 21h</p>  |
| <p>Description:<br/>General expression and order of a quadrature. Newton-Cotes quadratures; derivation of the trapezoidal rule and Simpson rule, error formula for equispaced points.<br/>Gauss quadratures: derivation of the quadratures, commonly used families. Composite quadratures. Convergence and adaptive quadratures. Multiple integration.</p>   |   |
| <p>5. Introduction to numerical methods for differential equations</p>   | <p>Learning time: 47h<br/>Theory classes: 12h<br/>Laboratory classes: 8h<br/>Self study : 27h</p> |
| <p>Description:<br/>Initial value problems. Methods based in approximating the derivatives (Euler, backward Euler, other). Analysis of convergence and stability. Runge-Kutta methods: general expression, optimal explicit methods.<br/>Boundary value problems. Introduction and applications. The shooting method. Fundamentals of the finite element method (FEM): weighted residuals, weak form, piecewise interpolation. Computational aspects: numerical integration and solution of linear systems of equations.</p> |   |

### Qualification system

The module is graded based on exams (E) and team practical assignments (TP).

#### Exams

- Partial exam (EP)
- Final exam (EF)

Mark E is a weighted arithmetic mean of exams:

$$E = \max(0.3 EP + 0.7 EF, EF)$$

#### Practical assignments

Practical assignments (TP1 and TP2) are carried out in teams of two or three people. To be graded, it is mandatory to submit the two assignments in the due date. All team members are responsible of the whole report, and must know all its aspects. Questions in exams relative to practical assignments may be considered as a validation of the assignments.

Mark TP is an arithmetic mean of practical assignments:

$$TP = 0.5 TP1 + 0.5 TP2$$

#### Final mark

The final mark in the module (NF) is a weighted geometric mean of exams (E) and practical assignments (TP):

$$NF = E^{(3/4)} TP^{(1/4)}$$



## 200153 - CN - Numerical Calculus

### Bibliography

#### Basic:

- Deuflhard, P.; Bornemann, F. Scientific computing with ordinary differential equations. Springer, 2010.
- Hoffman, Joe D.. Numerical methods for engineers and scientists. 2a ed. Marcel Dekker, 2001. ISBN 824704436.
- Isaacson, E.; Keller, H.B.. Analysis of numerical methods. Dover Publications, 1994.
- Quarteroni, A.; Saleri, F. Scientific computing with MATLAB and Octave [on line]. Springer, 2006 Available on: <<http://dx.doi.org/10.1007/3-540-32613-8>>.
- Ralston, A.; Rabinowitz, P. A first course in numerical analysis. Dover, 2001.
- Quarteroni, A.; Saleri, F. Scientific computing with MATLAB and Octave. 3rd ed. Heidelberg: Springer, 2010.

#### Complementary:

- Dennis, J.E.; Schnabel, R.B. Numerical methods for unconstrained optimization and nonlinear equations. SIAM, 1996.
- Kincaid, D.; Cheney, W. Análisis numérico : las matemáticas del calculo científico. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.
- Recktenwald, G.W. Numerical methods with MATLAB : implementations and applications. Prentice Hall, 2000.
- Shampine, L.W. Numerical solution of ordinary differential equations. Chapman & Hall, 1994.
- Stoer, J.; Bulirsch, R. Introduction to numerical analysis. 3rd ed. Springer-Verlag, 2010. ISBN 9781441930064.

## 200161 - MD - Discrete Mathematics

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: MARCOS NOY SERRANO

Others: Segon quadrimestre:  
SIMEON MICHAEL BALL - A  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - A, B  
MARCOS NOY SERRANO - A, B  
ENRIC VENTURA CAPELL - B

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generical:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
8. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

## 200161 - MD - Discrete Mathematics

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                               |                     |        |        |
|-------------------------------|---------------------|--------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h    | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h     | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h    | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 7h 30m | 4.00%  |
|                               | Self study:         | 105h   | 56.00% |

## 200161 - MD - Discrete Mathematics

### Content

|   |   |
|---|---|
| <p>1. Combinatorics</p>   | <p>Learning time: 72h<br/>Theory classes: 15h<br/>Practical classes: 11h<br/>Self study : 46h</p> |
| <p>Description:</p> <p>1.1 Enumerative Combinatorics</p> <p>The pigeonhole principle. Principles of counting. Counting selections. Binomial numbers. Multinomial numbers. Principle of inclusion and exclusion. Set partitions. Integer partitions.</p> <p>1.2 Recursions and Generating Functions</p> <p>Solving recursions. Sequences, formal power series and generating functions. Linear recurrence relations. Partitions and generating functions. Catalan numbers.</p> |   |
| <p>2. Discrete Probability</p>  | <p>Learning time: 25h<br/>Theory classes: 6h<br/>Practical classes: 4h<br/>Self study : 15h</p>   |
| <p>Description:</p> <p>Discrete probability spaces. Conditional probability and independent events. Discrete random variables. Expectation and variance. Markov and Chebyshev's and inequalities. Introduction to the probabilistic method.</p>   |   |

## 200161 - MD - Discrete Mathematics

|  |   |
|--|---|
| <h3>3. Graph Theory</h3>   | <p>Learning time: 64h<br/>Theory classes: 16h<br/>Practical classes: 10h<br/>Self study : 38h</p> |
| <p>Description:</p> <p>3.1 Graphs</p> <p>Definitions and examples. Isomorphism of graphs. Walks, trails and paths. Connected graphs. Distance in graphs. Cut-sets. k-connectivity. Whitney's inequalities.</p> <p>3.2 Trees</p> <p>Characterization of trees. Spanning trees. Enumeration of trees.</p> <p>3.3 Eulerian and Hamiltonian Graphs</p> <p>Eulerian circuits. Eulerian graphs. Characterization of Eulerian graphs. Hamiltonian cycles. Hamiltonian graphs. Some necessary and sufficient conditions for hamiltonicity.</p> <p>3.4 Planarity, Coloring and Matchings</p> <p>Planar graphs. Euler's formula. The Crossing Lemma. Graph coloring. Chromatic number. Matchings. Matchings in bipartite graphs.</p> |   |

### Qualification system

The subject assessment will be based on a midterm exam P and a final exam F. The final grade will be  $0.4P+0.6F$ .

The final exam will assess the topics not covered in the midterm; it will be possible to take an exam over the whole course material the day of the final exam.

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

## 200161 - MD - Discrete Mathematics

### Bibliography

#### Basic:

Biggs, Norman L. Matemàtica discreta. Barcelona: Vicens-Vives, 1994. ISBN 8431633115.

Comellas Padró, Francesc [et al.]. Matemàtica discreta [on line]. Barcelona: Edicions UPC, 2001 Available on: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36194>>. ISBN 8483014564.

Durrett, Rick. Elementary probability for applications [on line]. Cambridge: Cambridge University Press, 2009 Available on: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10338530>>. ISBN 9780521867566.

Matousek, J.; Nešetřil, J. Invitación a la matemática discreta. Barcelona: Reverté, 2008. ISBN 9788429151800.

West, Douglas Brent. Introduction to graph theory. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2001. ISBN 0130144002.

#### Complementary:

Chartrand, G.; Lesniak-Foster, L. Graphs & digraphs. 5th ed. London: Chapman & Hall/CRC, 2011. ISBN 1584883901.

Aigner, M.; Ziegler, G. M. El libro de las demostraciones. Tres Cantos: Nivola, 2005. ISBN 8495599953.

Brunat, Josep M. Combinatòria i teoria de grafs. 3a ed. Barcelona: Edicions UPC, 1997. ISBN 8483012162.

Diestel, Reinhard. Graph theory. 3rd ed. Berlin: Springer, 2005. ISBN 3540261826.

Gimbert, Joan [et al.]. Apropament a la teoria de grafs i als seus algorismes. Lleida: Edicions de la Universitat de Lleida, 1998. ISBN 8489727651.

Graham, Ronald L.; Knuth, D. E.; Patashnik, O. Concrete mathematics: : a foundation for computer science. 2nd ed. Reading, MA: Addison-Wesley, 1994. ISBN 0201558025.

Lovász, L.; Pelikán, J. and Vesztergombi, K. Discrete mathematics: elementary and beyond [on line]. New York: Springer, 2003 Available on: <<http://link.springer.com/book/10.1007/b97469>>. ISBN 0387955844.

Mitzenmacher, M.; Upfal, E. Probability and computing: randomized algorithms and probabilistic analysis. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. ISBN 0521835402.

Loehr, Nicholas A. Bijective combinatorics. Boca Raton, FL: Chapman & Hall, 2011. ISBN 9781439848845.

## 200162 - ALGO - Algorithmics

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 723 - CS - Department of Computer Science  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: SALVADOR ROURA FERRET

Others: Primer quadrimestre:  
AMALIA DUCH BROWN - A, B, C  
ENRIC RODRIGUEZ CARBONELL - A, B, C  
SALVADOR ROURA FERRET - A, B, C

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

1. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
2. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
3. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generical:

4. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
5. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
6. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
8. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
9. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
10. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

## 200162 - ALGO - Algorithmics

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |



## 200162 - ALGO - Algorithmics

### Content

#### COST OF ALGORITHMS

Degree competences to which the content contributes:

Description:

Asymptotic Notation. Analysis of the cost of recursive and iterative algorithms. Recurrences.

#### ALGORITHMIC TECHNIQUES

Degree competences to which the content contributes:

Description:

Brute force. Divide-and-conquer. Greedy algorithms. Dynamic programming.

#### USE OF BASIC DATA STRUCTURES

Degree competences to which the content contributes:

Description:

Stacks and queues. Priority queues. Sets and maps.

#### IMPLEMENTATION OF BASIC DATA STRUCTURES

Degree competences to which the content contributes:

Description:

Heaps. Hash tables. Balanced search trees. MF-sets.

#### ALGORITHMS ON GRAPHS

Degree competences to which the content contributes:

Description:

Representation. Breadth-first search and depth-first search, connectivity. Optimal paths. Minimum spanning trees.

## 200162 - ALGO - Algorithmics

### Qualification system

The final subject mark will be worked out as  $2T/5 + 2L/5 + P/5$ , where T is the theory mark, L is the laboratory mark and P is the mark of the projects. The three marks are obtained independently.

To calculate the theory mark, two conventional exams on paper will be done, a midterm and a final exam, assessing the student knowledge on the subject as well as his problem solving skills. Be PT and FT their respective marks. Then,  $T = \text{Maximum}(PT/3 + 2FT/3, FT)$ .

For the laboratory mark, the students will be asked to do two exams on the computer, in which they will have to program the solution to some diverse algorithmical problems. It will be especially taken into account that the proposed program is correct, efficient, clear and that it uses the proper algorithmic schemes and data structures. Be PL the midterm laboratory exam mark and FL the final laboratory exam mark. Then,  $L = \text{Maximum}(PL/3 + 2FL/3, FL)$ .

Additionally, there will be a projects mark, worked out from the average of the marks of the projects handed over during the term.

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

## 200162 - ALGO - Algorithmics

### Bibliography

#### Basic:

Cormen, T.H. [et al.]. Introduction to algorithms. 3rd ed. Cambridge: MIT Press, 2009. ISBN 9780262033848.

Dasgupta S.; Papadimitriou C.; Vazirani U. Algorithms. Boston: Mc Graw Hill Higher Education, 2006. ISBN 9780073523408.

Josuttis, Nicolai M. The C++ standard library : a tutorial and handbook. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1999. ISBN 0201379260.

Sedgewick, R. Algorithms in C++. Parts 1-5: fundamentals, data structures, sorting, searching, and graph algorithms. 3rd ed. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 2002. ISBN 9780201726848.

Skiena, Steven S. The Algorithm design manual [on line]. 2nd ed. London: Springer, 2012 Available on: <<http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-84800-070-4>>. ISBN 9781848000698.

#### Complementary:

Knuth, Donald E. The Art of computer programming. Vol. 1. 3rd ed. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1998. ISBN 0201896834.

Knuth, Donald E. The Art of computer programming. Vol. 3. 3rd ed. Reading (Mass.): Addison-Wesley, 1998. ISBN 0201038218.

Meyers, Scott. Effective C++ : 55 specific ways to improve your programs and designs. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2005. ISBN 0321334876.

Meyers, Scott. More effective C++ : 35 new ways to improve your programs and designs. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1996. ISBN 020163371X.

Skiena, S.S.; Revilla, M. Programming challenges : the programming contest training manual [on line]. New York: Springer, 2003 Available on: <<http://link.springer.com/book/10.1007/b97559>>. ISBN 0387001638.

Stroustrup, Bjarne. Programming : principles and practice using C++. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2009. ISBN 9780321543721.

Weiss, Mark Allen. Data structures and algorithm analysis in C++. 4th ed. Upper Saddle River: Pearson Education, 2014. ISBN 9780273769385.

## 200171 - MMF - Mathematical Models in Physics

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 748 - FIS - Department of Physics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Spanish

### Teaching staff

Coordinator: ALVARO MESEGUER SERRANO  
Others: Segon quadrimestre:  
BLAS ECHEBARRIA DOMINGUEZ - A, B  
ALVARO MESEGUER SERRANO - A, B

### Prior skills

The course "Mathematical Models of Physics" is the second general physical content and the first block of matter "modeling" Math Grade FME . This subject is based on the knowledge of the subject of Physics in Q4 and expands its own theoretical formulations of classical mathematical physics using mathematical tools, mainly from multivariable calculus, that the student knows at this point. The course should also provide a base to discuss real systems such as in "Mathematical models of technology" and in different subjects as "Dynamical systems and analysis" and "Numerical methods and engineering."

### Degree competences to which the subject contributes

Specific:

1. CE-1. Propose, analyze, validate and interpret simple models of real situations, using the mathematical tools most appropriate to the goals to be achieved.
2. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
3. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
4. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

Generical:

5. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
6. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
7. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
8. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
9. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
10. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
11. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these

## 200171 - MMF - Mathematical Models in Physics

objects in different contexts.

12. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.

13. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

Transversal:

14. EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION. Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.

15. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT. Being aware of and understanding the complexity of social and economic phenomena that characterize the welfare society. Having the ability to relate welfare to globalization and sustainability. Being able to make a balanced use of techniques, technology, the economy and sustainability.

16. TEAMWORK. Being able to work as a team player, either as a member or as a leader. Contributing to projects pragmatically and responsibly, by reaching commitments in accordance to the resources that are available.

17. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES. Managing the acquisition, structure, analysis and display of information from the own field of specialization. Taking a critical stance with regard to the results obtained.

18. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

The course is designed for a total of 65 teaching hours (13 weeks) in 39 hours of theory sessions and 26 hours of practical sessions (problems). Both in the theoretical and, above all, in the practice sessions, we try to involve the students in their development, inviting them to solve the problems proposed and even to develop a theoretical section. In the sessions of problems, besides the exercises to be discussed in class, other ones will be delivered to the students. Some of them will be required, and the others could be delivered voluntarily. These exercises would be discussed in the tutorial hours or, exceptionally, in class.

Another objective is to habituate the students to use English bibliography.

Catalan and Spanish will be both used in the courses.

### Learning objectives of the subject

The general objective of the course is that students assume that mathematics is the real language of physics, and it is not a collection of tricks difficult to justify, and that, starting from certain postulates, it is possible to derive rigorous laws, so that if the results make conflicting predictions with experiment, the postulates must be changed.

The central objective is to familiarize with the basic ideas of four fields of classical physics and their mathematical formulations. The student will have the conceptual tools to enter independently in these fields and to interact with physicists and engineers.

The mechanical part concerns with the Euler-Lagrange and Hamilton equations, and the principles of symmetry and its relation with conservation laws. The block of Electromagnetism presents the Maxwell equations in integral and differential form, and discuss their Lorentz invariance to link it with special relativity. Finally, the part of Continuous Media, besides of introducing the concept of balance of various quantities and the material derivative, focuses on fluid mechanics, culminating in the Navier-Stokes equation and some of its solutions and their stability.

The more detailed objectives are:

- Understanding the Lagrangian and Hamiltonian formulation of mechanics.
- To use the calculus of variations to introduce the variational principles of mechanics.

## 200171 - MMF - Mathematical Models in Physics

- To apply the Lagrangian and Hamiltonian formulations for complex mechanical problems.
- To describe Electromagnetism with Maxwell's equations in integral and differential form.
- To obtain the wave equations of Electromagnetism.
- To describe the Lorentz transformations.
- Understanding the Lorentz invariance of Maxwell's equations.
- To apply the equations of Special Relativity to simple kinematic problems.
- Understanding the Eulerian formulation of fluid mechanics.
- Understanding the development of various conservation laws of fluid mechanics, in differential and integral form.
- Understanding the application of the Navier-Stokes equation and its solutions.
- To apply the equations of fluid mechanics to systems and problems.

### Study load

|                               |                     |          |        |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Total learning time: 187h 30m | Hours large group:  | 45h      | 24.00% |
|                               | Hours medium group: | 0h       | 0.00%  |
|                               | Hours small group:  | 30h      | 16.00% |
|                               | Guided activities:  | 0h       | 0.00%  |
|                               | Self study:         | 112h 30m | 60.00% |

## 200171 - MMF - Mathematical Models in Physics

### Content

|   |  |
|---|--|
| <p><b>CLASSICAL MECHANICS</b></p>   | <p>Learning time: 15h<br/>Theory classes: 9h<br/>Practical classes: 6h</p>   |
| <p>Description:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Foundations of mechanics. Dynamical systems. Fundamental principles. Galilean invariance principle.</li> <li>2. Preliminary concepts. Dynamical systems: configuration and state spaces. Constraints. Generalized coordinates and velocities.</li> <li>3. Calculus of variations. Three basic examples of the calculus of variations, Hamilton's variational principle. Euler-Lagrange equations. Some applications.</li> <li>4. Lagrangian formalism. Lagrangian systems. Mechanical Lagrangians and conservative systems. Invariants of motion, symmetries and Noether's theorem.</li> <li>5. Hamiltonian formalism. Legendre transformation. Generalized momenta. Hamiltonian function. Hamilton equations. Hamilton-Jacobi Principle of least action. Poisson brackets. Constants of motion and conservation laws. Canonical transformations.</li> <li>6. Examples and applications. Study of harmonic and nonlinear oscillators: numerical computation.</li> </ol> |  |
| <p><b>ELECTROMAGNETIC FIELD AND SPECIAL RELATIVITY</b></p>  | <p>Learning time: 17h<br/>Theory classes: 10h<br/>Practical classes: 7h</p>  |
| <p>Description:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Electromagnetism. Maxwell equations in the vacuum: classical differential form. Maxwell equations in integral form: fundamental laws of electromagnetism. Electromagnetic potentials. Electromagnetic wave equation: solutions and properties. Covariant form of Maxwell equations: four-potentials and electromagnetic tensor. Variational formulation of Maxwell equations.</li> <li>2. Fundamentals of special relativity. Pre-relativistic classical mechanics and Maxwell equations. Postulates of special relativity. Space-time and Minkowsky's metric. Lorentz and Poincaré transformations. Relativistic kinematics: addition of speeds. Relativistic invariance of Maxwell's equation.</li> </ol>   |  |
| <p><b>FLUID DYNAMICS</b></p>  | <p>Learning time: 32h<br/>Theory classes: 19h<br/>Practical classes: 13h</p> |
| <p>Description:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Euler equations. Balance of mass. Balance of momentum. Transport theorem. Incompressible flows. Streamlines and stationary flows. Bernoulli's theorem.</li> <li>2. Rotation and vorticity. Circulation of a flow. Kelvin's circulation theorem. Local structure of a vector field in <math>\mathbb{R}^3</math>. Stream function. Irrotational flows: complex potential.</li> <li>3. The Navier-Stokes equations: Viscosity. Newtonian fluids. The equations of Navier-Stokes. Reynolds number.</li> <li>4.- Hydrodynamic stability: numerical computation</li> </ol>  |  |

## 200171 - MMF - Mathematical Models in Physics

### Qualification system

At the end of the first two parts of the course there is a first partial exam, with a 45% weight in the final qualification of the subject.

After finishing the course, students can choose to perform a second partial exam of the two remaining parts, weighting 45% of the final grade, or a final exam of the entire course, whose value would be, in this case, 90% of the final grade. The remaining 10% will come from the correction of the problems submitted by the students during the course.

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Bibliography

#### Basic:

Jackson, J.D. Classical electrodynamics. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. ISBN 047143132X.

Chorin, A. ; Marsden J.E. A mathematical introduction to fluid mechanics. 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 1992. ISBN B10834722.

Saletan, E.J. ; Cromer, A.H. Theoretical mechanics. New York: John Wiley & Sons, 1971.

Acheson, D. J. Elementary fluid dynamics. Oxford : New York: Clarendon Press ; Oxford University Press, 1990. ISBN 0198596790.

Paterson, A. R. A First course in fluid dynamics. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1983. ISBN 0521274249.

Drazin, P. G. Introduction to hydrodynamic stability. Cambridge, UK [etc.]: Cambridge University Press, 2002. ISBN 0521009650.

Wiggins, Stephen. Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos. 2nd ed. New York [etc.]: Springer-Verlag, cop. 2003. ISBN 0387001778.

Kuznetsov, Yuri A. Elements of applied bifurcation theory. 3rd ed. New York: Springer, cop. 2004. ISBN 0387219064.

#### Complementary:

Feynman, Richard P. The Feynman lectures on physics. New York: Basic Books, cop. 2010. ISBN 9780465023820.

Landau, L.D.; Lifshitz, E.M. The classical theory of fields. 4th rev. English ed. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, cop.2010. ISBN 9780750627689.

Goldstein, Herbert ; Safko, Joh ; Poole, Charles P. Classical mechanics. 3rd ed. San Francisco [etc.]: Addison-Wesley, cop. 2002. ISBN 0201657023.

Smith, James H. Introduction to special relativity. Dover, 2012. ISBN 9780486688954.



## 200172 - MMT - Mathematical Models in Technology

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 9 Teaching languages: English

### Teaching staff

Coordinator: JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ

Others: Primer quadrimestre:  
MARIA LUZ ALBEROLA PEREZ - A  
TIMOTHY MYERS - A  
JORDI SALUDES CLOSA - A  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

5. CE-1. Propose, analyze, validate and interpret simple models of real situations, using the mathematical tools most appropriate to the goals to be achieved.
6. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
7. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
8. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

#### Generical:

1. CB-1. Demonstrate knowledge and understanding in Mathematics that is founded upon and extends that typically associated with Bachelor's level, and that provides a basis for originality in developing and applying ideas, often within a research context.
2. CB-2. Know how to apply their mathematical knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader or multidisciplinary contexts related to Mathematics.
3. CB-3. Have the ability to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgements with incomplete or limited information, but that include reflecting on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgements.
4. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
9. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
10. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
11. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
12. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
13. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

## 200172 - MMT - Mathematical Models in Technology

14. **ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION:** Knowing about and understanding how businesses are run and the sciences that govern their activity. Having the ability to understand labor laws and how planning, industrial and marketing strategies, quality and profits relate to each other.

15. **SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT.** Being aware of and understanding the complexity of social and economic phenomena that characterize the welfare society. Having the ability to relate welfare to globalization and sustainability. Being able to make a balanced use of techniques, technology, the economy and sustainability.

16. **EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION.** Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.

17. **TEAMWORK.** Being able to work as a team player, either as a member or as a leader. Contributing to projects pragmatically and responsibly, by reaching commitments in accordance to the resources that are available.

18. **EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES.** Managing the acquisition, structure, analysis and display of information from the own field of specialization. Taking a critical stance with regard to the results obtained.

19. **SELF-DIRECTED LEARNING.** Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                           |                     |         |        |
|---------------------------|---------------------|---------|--------|
| Total learning time: 225h | Hours large group:  | 34h 30m | 15.33% |
|                           | Hours medium group: | 0h      | 0.00%  |
|                           | Hours small group:  | 28h 30m | 12.67% |
|                           | Guided activities:  | 0h      | 0.00%  |
|                           | Self study:         | 162h    | 72.00% |

## 200172 - MMT - Mathematical Models in Technology

### Content

|   |   |
|---|---|
| <p>Modelling Laboratory</p>   | <p>Learning time: 130h<br/>Laboratory classes: 31h 30m<br/>Self study : 98h 30m</p> |
| <p>Description:<br/>In the laboratory sessions, the students divide into groups of 4-6 people and study a different problem each group. The problems are realistic technological problems. About each problem partial presentations along the semester and a final presentation, together with a final report, have to be done.</p> |   |
| <p>Seminar</p>  | <p>Learning time: 95h<br/>Theory classes: 31h 30m<br/>Self study : 63h 30m</p>      |
| <p>Description:<br/>In the seminar sessions the students have to make individual presentations about texts related to mathematical modelling. Some seminar sessions are also devoted to invite external visitors, focussing on entrepreneurship experiences in the technological area.</p>  |   |

### Qualification system

A 60% of the total mark comes from attending and participating in the seminar, and also from the obtained results. The other 40% will come from a written exam about the modelling subjects exposed at the seminar.

Completion of the corresponding unit of the subject "Ús solvent de la informació" will be required for the assesment of the course.

### Bibliography

#### Basic:

Howison, Sam. Practical applied mathematics : modelling, analysis, approximation. New York: Cambridge University Press, 2005. ISBN 0521603692.

Fowler, A.C. Mathematical models in the applied sciences. New York: Cambridge University Press, 1997. ISBN 0521467039.

Friedman, A.; Litman, W. Industrial mathematics : a course in solving real-world problems. Philadelphia: SIAM, 1994. ISBN 0898713242.

Cumberbatch, E.; Fitt, A. Mathematical modeling: case studies from industry. New York: Cambridge University Press, 2001. ISBN 9780521011730.

Taylor, A. B. Mathematical models in applied mechanics. Oxford: The Clarendon Press, 2001. ISBN 0198515596.

## 200201 - TG - Galois Theory

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JORDI QUER BOSOR  
Others: Primer quadrimestre:  
JORDI QUER BOSOR - A

### Prior skills

Contents of Algebraic Structures: permutation groups, simple groups, Jordan-Hölder theorem, solvable groups, p-groups, polynomial rings, fields.

### Requirements

The course Algebraic Structures of 3rd year.

### Degree competences to which the subject contributes

Specific:

3. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
4. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.
5. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.

Generical:

1. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
2. To have developed those learning skills necessary to undertake further interdisciplinary studies with a high degree of autonomy in scientific disciplines in which Mathematics have a significant role.
6. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
7. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
8. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
9. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
10. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

Transversal:

11. EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION. Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.
12. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-

## 200201 - TG - Galois Theory

appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

Theory sessions where the teacher presents the contents of the course and problems sessions where the students and the professor solve the proposed problems..

### Learning objectives of the subject

Basic concepts and results of Galois theory and its applications to the resolution by radicals of polynomial equations and to the geometric constructions with ruler and compass.

### Study load

|                           |                     |     |        |
|---------------------------|---------------------|-----|--------|
| Total learning time: 150h | Hours large group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Hours medium group: | 0h  | 0.00%  |
|                           | Hours small group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Guided activities:  | 0h  | 0.00%  |
|                           | Self study:         | 90h | 60.00% |

## 200201 - TG - Galois Theory

### Content

|  |  |
|--|--|
| Fields and extensions  | Learning time: 50h<br>Theory classes: 10h<br>Laboratory classes: 10h<br>Self study : 30h |
| Description:<br>Fields. Extensions. Finite, simple, finitely generated, algebraic, transcendent extensions. Lattice of subextensions. Extension of embeddings, K-embeddings, K-automorphisms, conjugation. Normal extensions. Normal closure. Algebraic closure. Separability. Separable and purely inseparable extensions. Degree of separability.                                |  |
| Galois Theory  | Learning time: 50h<br>Theory classes: 10h<br>Laboratory classes: 10h<br>Self study : 30h |
| Description:<br>Galois extensions, Galois group, Galois correspondence. Artin theorem and fundamental theorem of Galois theory. Examples: quadratic and multiquadratic extensions, cyclotomic extensions, extensions of finite fields, ... Galois group of a polynomial. Examples: degrees 2, 3 and 4. Symmetric polynomials, discriminant, resolvent and resultant. Applications. |  |
| Applications   | Learning time: 50h<br>Theory classes: 10h<br>Laboratory classes: 10h<br>Self study : 30h |
| Description:<br>Resolution of the cubic and the quartic equations: formulas by Tartaglia and Cardano. Cyclic extensions. Hilbert's 90 theorem. Artin-Schreier extensions. Characterization of the polynomial equations solvable by radicals. Impossibility of resolution of the general quintic. Characterization of the numbers constructible by rule and compass.                |  |

### Qualification system

Every student can obtain up to 5 points by solving problems in the problem sessions and giving them in written form. Moreover, there will be a final exam.

The course mark will be computed as  $AC + (10 - AC) * NF / 10$ , with AC is the mark obtained in problem sessions and NF is the mark of the final exam.

## 200201 - TG - Galois Theory

### Bibliography

#### Basic:

Artin, Emil. Galois theory. Publicación Mineola, Nueva York: Dover Publications, 1998. ISBN 0486623424.

Escofier, Jean-Pierre. Galois theory. New York: Springer-Verlag, 2001. ISBN 0387987657.

Fraleigh, John B. A First course in abstract algebra. 7th ed. Reading, Mass. [etc.]: Pearson Education, 2014. ISBN 9781292024967.

#### Complementary:

Hungerford, Thomas W.. "A Counterexample in Galois Theory". American mathematical monthly [on line]. V. 97, núm. 1 (1990), p. 54-57 Available on: <<http://search.proquest.com/publication/47349>>.

Lang, Serge. Algebra. 3rd ed. Reading, Mass: Addison Wesley, 1993. ISBN 0201555409.

Lidl, Rudolf ; Niederreiter, Harald ; Cohn, P.M. Finite fields. 2nd ed. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1997. ISBN 0521392314.

Rotman, Joseph J. Galois theory. New York [etc.]: Springer-Verlag, 1998. ISBN 0387973052.

Stewart, Ian. Galois theory. 3rd ed. London [etc.]: Chapman and Hall, 2004. ISBN 1584883936.

## 200202 - TOPA - Algebraic Topology

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: AGUSTIN ROIG MARTI  
Others: Segon quadrimestre:  
MARTA CASANELLAS RIUS - A  
MARIA IMMACULADA GALVEZ CARRILLO - A  
AGUSTIN ROIG MARTI - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

3. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
4. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.
5. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.

#### Generical:

1. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
2. To have developed those learning skills necessary to undertake further interdisciplinary studies with a high degree of autonomy in scientific disciplines in which Mathematics have a significant role.
6. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
7. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
8. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
9. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
10. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION. Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.
12. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.



## 200202 - TOPA - Algebraic Topology

### Teaching methodology

Half of the time will be devoted to the presentation by the teacher of the contents of the subject and the other half will be devoted to the discussion and resolution of problems related to the contents.

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                           |                     |     |        |
|---------------------------|---------------------|-----|--------|
| Total learning time: 150h | Hours large group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Hours medium group: | 0h  | 0.00%  |
|                           | Hours small group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Guided activities:  | 0h  | 0.00%  |
|                           | Self study:         | 90h | 60.00% |

## 200202 - TOPA - Algebraic Topology

### Content

|   |   |
|---|---|
| 1. Algebraic background   | Learning time: 12h<br>Theory classes: 2h<br>Practical classes: 4h<br>Self study : 6h    |
| Description:<br>Classification algorithm for finitely generated abelian groups. Exact sequences of abelian groups. Complexes of abelian groups. Morphisms of complexes. Homology of a complex. Homotopy between morphisms of complexes. Long exact sequence of homology groups. Non-commutative groups, centre, commutator, free group, free product of groups. |   |
| 2. Singular Homology  | Learning time: 50h<br>Theory classes: 14h<br>Practical classes: 13h<br>Self study : 23h |
| Description:<br>Singular chain complex and singular homology of a topological space. Functoriality. $H_0$ and arcwise-connection. Homotopy of continuous maps. Mayer-Vietoris sequence. Homology of spheres. Relative homology. Excision theorem. Application: separation and non-separation theorems.  |   |
| 3. Fundamental group  | Learning time: 50h<br>Theory classes: 14h<br>Practical classes: 13h<br>Self study : 23h |
| Description:<br>Fundamental group of a topological space. Functoriality. Homotopy invariance. Fundamental group of the circle. Seifert-Van Kampen's theorem. Hurewicz's isomorphism. Application: torus knots.  |   |

### Qualification system

The final grade will be that given by the following formula:

$$N = \max\{E, 0.2 \cdot AC + 0.8 \cdot E\}$$

where E is the grade obtained in a global exam which will take place at the end of the semester and AC is the grade obtained in a midterm exam.

## 200202 - TOPA - Algebraic Topology

### Bibliography

#### Basic:

Massey, William S. A basic course in algebraic topology. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 038797430X.

Navarro, V.; Pascual, P. Topologia algebraica. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona, 1999. ISBN 8483381230.

Castellet, Manuel. Introducció a la topologia algebraica. UAB, 1994.

Vick, James W. Homology theory. An introduction to algebraic topology. 2nd. ed. New York [etc.]: Springer-Verlag, cop. 1994. ISBN 0387941266.

Hatcher, Allen. Algebraic topology. Cambridge University Press, 2002.

## 200203 - VD - Differentiable Manifolds

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE  
Others: Primer quadrimestre:  
FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE - A  
MIGUEL ANDRES RODRIGUEZ OLMOS - A

### Prior skills

All the capacities included in the subjects of Linear Algebra, Multilinear Algebra, Calculus, Differential Calculus, Integral Calculus, Topology, Differential Geometry and Ordinary Differential Equations.

### Requirements

Having passed the subjects listed in the section on previous skills.

### Degree competences to which the subject contributes

Specific:

3. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
4. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.
5. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.

Generical:

1. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
2. To have developed those learning skills necessary to undertake further interdisciplinary studies with a high degree of autonomy in scientific disciplines in which Mathematics have a significant role.
6. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
7. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
8. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
9. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
10. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

Transversal:

11. EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION. Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.

## 200203 - VD - Differentiable Manifolds

12. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

The course content will be presented and developed in the lectures. Most topics will be presented by the instructors, but there may be some specially selected sessions devoted to student presentations.

A list of problems will be designed to help students to deepen and extend their command of concepts and techniques presented in the lectures. Some problems will be solved in class and others by the students, who will deliver their solutions. These solutions will form part of the assessment process. Some of the problems solved in class will be presented by students.

### Learning objectives of the subject

The main objectives of the course are:

- To understand and master the basic concepts of differential geometry: differentiable manifolds, differentiable mappings, tangent and cotangent spaces, tangent mapping, submanifolds, vector fields and differential 1-forms, tensor fields, etc..
- To perform basic calculations with the objects mentioned in both coordinate form and intrinsically.
- To understand the geometric interpretation of the objects studied and relate them to previously studied subjects, such as differential calculus, integral calculus, linear and multilinear algebra, differential geometry of curves and surfaces and differential equations, as well as those implemented in parallel such as topology or algebraic geometry.

Furthermore, at the end of the course, students should:

- Be able to find appropriate literature and understand the scientific literature on the subject.
- Be able to apply the concepts studied in other areas, such as theoretical mechanics, control theory, mathematical physics or geometry of dynamical systems.
- Be aware of the wide range of fields and problems where the results of differential geometry can be applied.
- Be able to join a research group on these topics and their applications.

### Study load

|                           |                     |     |        |
|---------------------------|---------------------|-----|--------|
| Total learning time: 150h | Hours large group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Hours medium group: | 0h  | 0.00%  |
|                           | Hours small group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Guided activities:  | 0h  | 0.00%  |
|                           | Self study:         | 90h | 60.00% |

## 200203 - VD - Differentiable Manifolds

### Content

Basic topics.

Learning time: 60h

Theory classes: 30h

Practical classes: 30h

Description:

- 1 - Differentiable manifolds. Tangent bundle. Vector fields and flows. Lie derivative. Submanifolds and differentiable mappings.
- 2 - Introduction to Lie groups and Lie algebras. Classical Lie groups and Lie algebras.
- 3 - Tangent distributions and foliations. Frobenius theorem and applications.
- 4 - Riemannian geometry. Levi-Civita connection. Covariant derivatives. Geodesics and exponential mapping. Curvature. Hopf-Rinow theorem.
- 5 - Cotangent bundle. Differential forms. Tensor fields. Introduction to the de Rham cohomology. Pfaff systems.

### Qualification system

The evaluation of the work done by students will include a final exam and lecture presentations and solved problems that have been delivered during the course.

In the case of a small group, it will be considered the possibility of replacing the written exam by personal work and oral presentations. In particular, the submissions of parts of the various topics, solved problems, as well as scientific or bibliographical research will be considered as potential supplementary evaluation activities.

## 200203 - VD - Differentiable Manifolds

### Bibliography

#### Basic:

Conlon, Lawrence. Differentiable manifolds. 2nd ed. Boston: Birkhauser, 2003. ISBN 0817641343.

Carmo, Manfredo Perdigão do. Riemannian Geometry. Boston: Birkhäuser, 1992. ISBN 0817634908.

Lee, John M., 1950-. Introduction to Smooth Manifolds. 2nd. New York: Springer, cop. 2013.

Lee, John M., 1950-. Riemannian manifolds: an introduction to curvature [on line]. New York: Springer, 1997 Available on: <<http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb98852>>. ISBN 038798271X.

Tu, Loring W. An introduction to manifolds [on line]. 2nd ed. New York: Universitext, Springer, 2010 Available on: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-48101-2>>. ISBN 9780387480985.

#### Complementary:

Abraham, R.; Marsden, J.; Ratiu, T. Manifolds, tensor analysis and applications. 2nd ed. New York [etc.]: Springer-Verlag, 1988. ISBN 0387967907.

Aubin, Thierry. A course in differential geometry. Providence, RI: American Mathematical Society, 2001. ISBN 082182709X (CART.).

Boothby, William Munger. An introduction to differentiable manifolds and riemannian geometry. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1986. ISBN 012116053X.

Wasserman, Robert H. Tensors and manifolds with applications to physics. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2004. ISBN 0198510594.

Lafontaine, Jacques. Introduction aux variétés différentielles. Presses Universitaires de Grenoble, 1996.

Warner, Frank W. Foundations of differentiable manifolds and lie groups. Springer, 1983.

Gadea, Pedro M. ; Muñoz Masqué, Jaime ; Mykytyuk, Ihor V.. Analysis and algebra on differentiable manifolds. 2nd. London: Springer, 2013. ISBN 978-94-007-5951-0.

#### Others resources:

##### Hyperlink

Pàgina amb informació i materials del curs

<http://www-ma4.upc.edu/xgracia/vardif/>

## 200204 - GA - Algebraic Geometry

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA  
Others: Segon quadrimestre:  
JESUS FERNANDEZ SANCHEZ - A  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

3. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
4. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.
5. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.

#### Generical:

1. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
2. To have developed those learning skills necessary to undertake further interdisciplinary studies with a high degree of autonomy in scientific disciplines in which Mathematics have a significant role.
6. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
7. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
8. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
9. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
10. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION. Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.
12. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

(Section not available)



## 200204 - GA - Algebraic Geometry

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                           |                     |     |        |
|---------------------------|---------------------|-----|--------|
| Total learning time: 150h | Hours large group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Hours medium group: | 0h  | 0.00%  |
|                           | Hours small group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Guided activities:  | 0h  | 0.00%  |
|                           | Self study:         | 90h | 60.00% |

## 200204 - GA - Algebraic Geometry

### Content

|  |  |
|--|--|
| Algebraic plane curves   | Learning time: 37h 30m<br>Theory classes: 7h 30m<br>Laboratory classes: 7h 30m<br>Self study : 22h 30m |
| Description:<br>Affine and projective algebraic sets. Hilbert's Nullstellensatz. Algebraic curves. Smooth and singular points. Tangent cone. Intersection theory of plane curves. Resultant and intersection multiplicity. Bézout's theorem. Plucker formules. Cremona transformations.<br>Af+Bg Noether's theorem. Group structure of the smooth cubic. |  |
| Singularities of plane curves  | Learning time: 37h 30m<br>Theory classes: 7h 30m<br>Laboratory classes: 7h 30m<br>Self study : 22h 30m |
| Description:<br>Branches of a curve in a point. Fraactional series. Puisseux series and factorization. Parametrization of branches and interesection multiplicity.   |  |
| Riemann surfaces   | Learning time: 37h 30m<br>Theory classes: 7h 30m<br>Laboratory classes: 7h 30m<br>Self study : 22h 30m |
| Description:<br>Riemann surfaces. Morphisms between Riemann surfaces. Degree and ramification. Differential forms. Topological interpretation of the genus. Analytical interpretation of the genus. Desingularization of plane curves: the Riemann surface associated to a plane curve. Riemann-Hurwitz formula. Hyperelliptic curves.                   |  |
| The Riemann-Roch theorem   | Learning time: 37h 30m<br>Theory classes: 7h 30m<br>Laboratory classes: 7h 30m<br>Self study : 22h 30m |
| Description:<br>Linear series and divisors. Associate divisors to a function and to a differential form. Canonical linear series: degree and dimension. Riemann-Roch theorem. Applications: ellyptic curves, low genus curves, the canonical embedding, Weierstrass points, Jacobian of a curve.   |  |

## 200204 - GA - Algebraic Geometry

### Qualification system

Work in Problem classes, projects during the term and a final work or examn. The student can request a final exam. The qualification of the course will be based on the work done by the student in the class of problems, the elaboration of some small project during the course (continuous assessment , up to 60% of the overall mark) , and a final test , which will consist of an exam or the preparation of a project. Students may decide to perform only a final exam.

### Bibliography

#### Basic:

Casas Alvero, Eduardo. Singularities of plane curves. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. ISBN 0521789591.

Fulton, William. Curvas algebraicas. Barcelona, etc: Reverté, 1971. ISBN B10488923.

Griffiths, Phillip A. Introduction to algebraic curves. 1989. Providence (R.I.): American Mathematical Society, ISBN 0821845306.

Kirwan, Frances Clare. Complex algebraic curves. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1992. ISBN 0521423538.

Gibson, Christopher G. Elementary geometry of algebraic curves : an undergraduate introduction. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1998. ISBN 0521646413.

#### Complementary:

Miranda, Rick. Algebraic curves and Riemann surfaces. [Providence]: American Mathematical Society, 1995. ISBN 0821802682.

Seidenberg, A. Elements of the theory of algebraic curves. Reading, Mass: Addison-Wesley, 1968.

## 200211 - AF - Functional Analysis

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ  
Others: Segon quadrimestre:  
MATTEO COZZI - A  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

8. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.
9. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.
10. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
11. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
12. CE-1. Propose, analyze, validate and interpret simple models of real situations, using the mathematical tools most appropriate to the goals to be achieved.

#### Generical:

3. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.
4. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
5. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
6. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
7. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
13. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
14. To have developed those learning skills necessary to undertake further interdisciplinary studies with a high degree of autonomy in scientific disciplines in which Mathematics have a significant role.

#### Transversal:

1. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.
2. EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION. Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.

## 200211 - AF - Functional Analysis

### Teaching methodology

Theory: the classes will consist of presentations by the professor of definitions, statements, demonstrations and examples. Emphasis on relationships between concepts apparently different for the student will be made.

Problems: Presentation of solutions to a collection previously proposed to the student. Also, resolution of some problems by the students themselves.

Among the objectives of the course, more importance will be given to problem solving and to the ability to relate with other areas of mathematics than the mere acquisition of theoretical knowledge.

### Learning objectives of the subject

section not available

### Study load

|                           |                     |     |        |
|---------------------------|---------------------|-----|--------|
| Total learning time: 150h | Hours large group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Hours medium group: | 0h  | 0.00%  |
|                           | Hours small group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Guided activities:  | 0h  | 0.00%  |
|                           | Self study:         | 90h | 60.00% |

## 200211 - AF - Functional Analysis

### Content

|   |  |
|---|--|
| <p>Banach Spaces</p>  | <p>Learning time: 30h<br/>Theory classes: 6h<br/>Laboratory classes: 6h<br/>Self study : 18h</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Banach spaces</li> <li>- Examples</li> <li>- Linear operators and norm</li> <li>- Fundamental theorems on linear bounded operators (open mapping, closed graph, uniform boundedness)</li> </ul>  |  |
| <p>Hilbert spaces</p>   | <p>Learning time: 45h<br/>Theory classes: 9h<br/>Laboratory classes: 9h<br/>Self study : 27h</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scalar product</li> <li>- Projections</li> <li>- Representation theorems: Riesz-Frechet, Lax-Milgram</li> <li>- Adjoints in Hilbert spaces</li> <li>- Orthonormal bases</li> </ul>   |  |
| <p>Applications</p>   | <p>Learning time: 45h<br/>Theory classes: 9h<br/>Laboratory classes: 9h<br/>Self study : 27h</p> |
| <p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Motivation; boundary value problems in dimension one.</li> <li>- Sobolev spaces</li> <li>- Weak/classical solutions in dimension one and in n dimensions</li> <li>- Existence/uniqueness and regularity issues</li> <li>- Laplace and heat equations</li> <li>- Introduction to nonlinear equations</li> </ul> |  |

## 200211 - AF - Functional Analysis

|  |  |
|--|--|
| Compact operators  | Learning time: 30h<br>Theory classes: 6h<br>Laboratory classes: 6h<br>Self study : 18h |
| Description: <ul style="list-style-type: none"><li>- Properties</li><li>- Spectrum</li><li>- Fredholm alternative</li><li>- Self-adjoint compact operators</li></ul> |  |

## Qualification system

There will be a partial exam, that will determine 35% of the final grade, and a final exam with 50%. The remaining 15% is evaluated from the assignments and expositions in class.

## Bibliography

## Basic:

Salsa, Sandro. Partial differential equations in action: from modelling to theory [on line]. Milan [etc.]: Springer, 2008 Available on: < <http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10231792&p00>>. ISBN 9788847007512.

Brézis, H. (Haim). Análisis funcional: teoría y aplicaciones. Madrid: Alianza, 1984. ISBN 8420680885.

Evans, Lawrence C. Partial differential equations. Providence, Rhode Island: American Mathematical Society, cop. 1998. ISBN 0821807722.

Rakotoson, Jean-Emile ; Rakotoson, Jean-Michel. Analyse fonctionnelle appliquée aux équations aux dérivées partielles. 1999.

## Complementary:

Hirsch, F. ; Lacombe, G. Elements of functional analysis. New York [etc.]: Springer, cop. 1999. ISBN 0387985247.

Stein, E. ; Schakarchi, R. Real analysis: measure theory, integration and Hilbert spaces. Princeton Lectures in Mathematics, 2005.

## 200212 - TCL - Control Theory

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: English

### Teaching staff

Coordinator: JAIME FRANCH BULLICH  
Others: Segon quadrimestre:  
JAIME FRANCH BULLICH - A  
JOSEP MARIA OLM MIRAS - A

### Prior skills

Linear algebra, elementary calculus in one and multiple variables, differential equations.  
It is advisable but not compulsory to have some knowledge on differential geometry.

### Degree competences to which the subject contributes

Specific:

3. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
4. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.
5. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.
13. CE-1. Propose, analyze, validate and interpret simple models of real situations, using the mathematical tools most appropriate to the goals to be achieved.
14. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.

Generical:

1. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
2. To have developed those learning skills necessary to undertake further interdisciplinary studies with a high degree of autonomy in scientific disciplines in which Mathematics have a significant role.
6. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
7. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
8. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
9. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
10. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

Transversal:



## 200212 - TCL - Control Theory

11. EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION. Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.

12. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

We distinguish between lectures and problem solving sessions.

- In lectures, using a minimum number of basic concepts, the theory of linear systems will be presented. Of course, we will resort to examples both to motivate and to illustrate the theoretical results.
- At problem solving sessions, students will apply theoretical results to solve problems, eventually having to resort to their knowledge.

### Learning objectives of the subject

1. To identify a control system and to distinguish among state variables, inputs and outputs.
2. To apply to control systems the existence and uniqueness theorems of differential equations.
3. To compute controllability and observability matrices, and to decide the controllability and observability of a system.
4. To compute different canonical forms and to use them in controllers design.
5. To compute transfer functions and matrices, and to use them in controllers design.
6. To understand and to use frequency methods in order to find the responses to different inputs.
7. To design PID controllers.
8. To decide on the controllability and observability of nonlinear systems.
9. To linearize nonlinear systems and use it for controller design.
10. To know the basic concepts of sliding mode control and adaptive control.

### Study load

|                           |                     |     |        |
|---------------------------|---------------------|-----|--------|
| Total learning time: 150h | Hours large group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Hours medium group: | 0h  | 0.00%  |
|                           | Hours small group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Guided activities:  | 0h  | 0.00%  |
|                           | Self study:         | 90h | 60.00% |

## 200212 - TCL - Control Theory

### Content

|  |   |
|--|---|
| Introduction to control theory                       | Learning time: 4h<br>Theory classes: 4h |
| Linear systems: state space representation           | Learning time: 6h<br>Theory classes: 6h |
| Linear systems: input-output representation          | Learning time: 6h<br>Theory classes: 6h |
| Stability  | Learning time: 4h<br>Theory classes: 4h |
| Time-domain analysis                                 | Learning time: 6h<br>Theory classes: 6h |
| Controller design                                    | Learning time: 4h<br>Theory classes: 4h |
| Nonlinear systems: controllability and observability | Learning time: 6h<br>Theory classes: 6h |
| Linearization. Flatness. Controller design           | Learning time: 6h<br>Theory classes: 6h |

## 200212 - TCL - Control Theory

|  |   |
|--|---|
| Sliding mode control                         | Learning time: 6h<br>Theory classes: 6h |
| Adaptive control                             | Learning time: 5h<br>Theory classes: 5h |
| Presentation and defense of student projects | Learning time: 7h<br>Theory classes: 7h |

### Qualification system

- Students must deliver exercises on a periodic basis.
- Project presentation of a work chosen from a list proposed by the initiative of the student or faculty, and accepted by the instructor.

### Bibliography

#### Basic:

- Lewis, Andrew. A Mathematical approach to classical control [on line]. Preprint. [Consultation: 23/11/2012]. Available on: <http://www.mast.queensu.ca/~andrew/teaching/math332/notes.shtml>.
- Isidori, Alberto. Nonlinear Control Systems. 3rd ed. Springer-Verlag, 1995.
- Slotine, Jean-Jacques; Li, Weiping. Applied nonlinear control. Prentice-Hall, 1991.
- Khalil, Hassan. Nonlinear systems. 3rd. Prentice-Hall, 2002.

#### Complementary:

- Kailath, Thomas. Linear systems. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1980. ISBN 0135369614.

## 200213 - SD - Dynamical Systems

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA  
Others: Primer quadrimestre:  
INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA - A  
PABLO MARTIN DE LA TORRE - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

3. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
4. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.
5. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.
13. CE-1. Propose, analyze, validate and interpret simple models of real situations, using the mathematical tools most appropriate to the goals to be achieved.
14. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.

#### Generical:

1. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
2. To have developed those learning skills necessary to undertake further interdisciplinary studies with a high degree of autonomy in scientific disciplines in which Mathematics have a significant role.
6. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
7. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
8. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
9. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
10. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION. Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.
12. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

## 200213 - SD - Dynamical Systems

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                           |                     |     |        |
|---------------------------|---------------------|-----|--------|
| Total learning time: 150h | Hours large group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Hours medium group: | 0h  | 0.00%  |
|                           | Hours small group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Guided activities:  | 0h  | 0.00%  |
|                           | Self study:         | 90h | 60.00% |

## 200213 - SD - Dynamical Systems

### Content

|   |   |
|---|---|
| - Chaotic Dynamics                        | Learning time: 15h<br>Theory classes: 4h<br>Practical classes: 2h<br>Self study : 9h    |
| - The two-body problem                    | Learning time: 15h<br>Theory classes: 2h<br>Practical classes: 4h<br>Self study : 9h    |
| - Invariants of Flows and Diffeomorphisms | Learning time: 65h<br>Theory classes: 13h<br>Practical classes: 13h<br>Self study : 39h |
| - Linear Systems                          | Learning time: 15h<br>Theory classes: 3h<br>Practical classes: 3h<br>Self study : 9h    |
| - Global Dynamics                         | Learning time: 40h<br>Theory classes: 8h<br>Practical classes: 8h<br>Self study : 24h   |

### Qualification system

- Final exam (F).
- Resolution of the assigned problems (written report and oral presentation). (P)
- Project: written report and oral presentation. Discussion of other students projects. (T)

Final score:  $0.3 * F + 0.3 * P + 0.4 * T$

## 200213 - SD - Dynamical Systems

### Bibliography

#### Basic:

Devaney, Robert L. An Introduction to chaotic dynamical systems. 2nd ed. Reading, MA [etc.]: Westview, 2003. ISBN 813340853.

Sotomayor Tello, Jorge Manuel. Lições de equações diferenciais ordinárias. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), 1979. ISBN 9216050624.

Arrowsmith, D.K. ; Place, C.M. An Introduction to dynamical systems. Cambridge [England]: Cambridge University Press, 1990. ISBN 0521303621.

Guckenheimer, J. ; Holmes, P. Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations of vector fields. New York, NY [etc.]: Springer-Verlag, 1983. ISBN 0387908196.

Pollard, Harry. Mathematical introduction to celestial mechanics. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1966.

Meyer, Kenneth R. ; Hall, G.R. ; Offin, D. Introduction to Hamiltonian dynamical systems and the n-body problem. New York [etc.]: Springer-Verlag, 2009. ISBN 9780387097237.

## 200221 - MNEDOS - Numerical Methods for Odes

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
751 - DECA - Department of Civil and Environmental Engineering  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: English

### Teaching staff

Coordinator: JAUME SOLER VILLANUEVA  
Others: Primer quadrimestre:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - A  
JAUME SOLER VILLANUEVA - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

3. CE-1. Propose, analyze, validate and interpret simple models of real situations, using the mathematical tools most appropriate to the goals to be achieved.
4. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
5. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
6. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.
7. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.

#### Generical:

1. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
2. To have developed those learning skills necessary to undertake further interdisciplinary studies with a high degree of autonomy in scientific disciplines in which Mathematics have a significant role.
8. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
9. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
10. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
11. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

13. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Knowing about and understanding how businesses are run and the sciences that govern their activity. Having the ability to understand labor laws and how planning, industrial and marketing strategies, quality and profits relate to each other.
14. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT. Being aware of and understanding the complexity of social and economic phenomena that characterize the welfare society. Having the ability to relate welfare to globalization and



## 200221 - MNEDOS - Numerical Methods for Odes

- sustainability. Being able to make a balanced use of techniques, technology, the economy and sustainability.
15. EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION. Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.
16. TEAMWORK. Being able to work as a team player, either as a member or as a leader. Contributing to projects pragmatically and responsibly, by reaching commitments in accordance to the resources that are available.
17. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

(Section not available)

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                           |                     |     |        |
|---------------------------|---------------------|-----|--------|
| Total learning time: 150h | Hours large group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Hours medium group: | 0h  | 0.00%  |
|                           | Hours small group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Guided activities:  | 0h  | 0.00%  |
|                           | Self study:         | 90h | 60.00% |

## 200221 - MNEDOS - Numerical Methods for Odes

### Content

|   |  |
|---|--|
| <p>1. Introduction. Initial and boundary value problems. Discretization. Finite difference equations.</p>   | <p>Learning time: 13h<br/>Theory classes: 5h<br/>Laboratory classes: 2h<br/>Guided activities: 1h<br/>Self study : 5h</p>  |
| <p>2. Euler's method and its generalizations. Local discretization error. Order of a method. Consistent, convergent and stable methods.</p>                         | <p>Learning time: 29h<br/>Theory classes: 7h<br/>Laboratory classes: 2h<br/>Guided activities: 5h<br/>Self study : 15h</p> |
| <p>3. Runge-Kutta methods. Order conditions and Butcher's theory. Embedded methods and control of local error. Implicit methods. Stability. Numerical exemples.</p> | <p>Learning time: 29h<br/>Theory classes: 7h<br/>Laboratory classes: 2h<br/>Guided activities: 5h<br/>Self study : 15h</p> |
| <p>4. Linear multistep methods. Local error and order of the method. Stability. Implicit methods and Predictor-Corrector methods. Error estimation.</p>             | <p>Learning time: 29h<br/>Theory classes: 7h<br/>Laboratory classes: 2h<br/>Guided activities: 5h<br/>Self study : 15h</p> |
| <p>5. Stiff problems. Numerical exemples. Implicit Runge-Kutta implementation. Convergence and stability.</p>   | <p>Learning time: 29h<br/>Theory classes: 7h<br/>Laboratory classes: 2h<br/>Guided activities: 5h<br/>Self study : 15h</p> |

## 200221 - MNEDOS - Numerical Methods for Odes

|  |   |
|--|---|
| <p>6. Introduction to boundary value problems. The shooting method. Other methods.</p> | <p>Learning time: 19h<br/>Theory classes: 7h<br/>Laboratory classes: 2h<br/>Guided activities: 3h<br/>Self study : 7h</p> |
|--|---|

### Qualification system

The final mark is given as a number from 0 to 10 (less than 5: fail; 5 or higher: pass; 8 to 10: excellent) obtained as the sum of three marks:

- 1) Coursework and public presentation of part of it: up to 3 points.
- 2) Two short presentations given in class during the course: up to 1 point.
- 3) Written exams: up to 6 points.

### Regulations for carrying out activities

Attendance at a minimum of lessons is compulsory. Coursework and its public is compulsory as well as giving a short talk in class during the course.

### Bibliography

#### Basic:

- Lambert, J.D. Numerical methods for ordinary differential systems : the initial value problem. Chichester [etc.]: John Wiley, cop. 1991. ISBN 0471929905.
- Hairer, E.; Norsett, S.P.; Wanner, G. Solving ordinary differential equations I. 3rd. Springer, 2008. ISBN 978-3-540-56670-0.
- Dekker, K.; Verwer, J.G. Stability of Runge-Kutta methods for stiff nonlinear differential equations. 1a. Elsevier, 1984.

#### Complementary:

- García Merayo, Félix. Fortran 90 Lenguaje de programación. Madrid: Paraninfo, 1999. ISBN 8428325278.
- Kernighan, B.W.; Ritchie, D.M. The C programming language. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1988.
- Isaacson, E.; Keller, H.B. Analysis of numerical methods. New York: Dover, 1994. ISBN 0486680290.
- Ortega, James M. Numerical analysis : a second course. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, cop. 1990. ISBN 0898712505.
- Butcher, J. The Numerical analysis of ordinary differential equations : runge-kutta and general linear methods. Chichester [etc.]: John Wiley & Sons, 1987. ISBN 0471910465.

## 200222 - MNEDPS - Numerical Methods for Pdes

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
751 - DECA - Department of Civil and Environmental Engineering  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: English

### Teaching staff

Coordinator: SONIA FERNANDEZ MENDEZ  
Others: Primer quadrimestre:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - A  
JAUME SOLER VILLANUEVA - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

3. CE-1. Propose, analyze, validate and interpret simple models of real situations, using the mathematical tools most appropriate to the goals to be achieved.
4. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
5. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
6. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.
7. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.

#### Generical:

1. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
2. To have developed those learning skills necessary to undertake further interdisciplinary studies with a high degree of autonomy in scientific disciplines in which Mathematics have a significant role.
8. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
9. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
10. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
11. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

13. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Knowing about and understanding how businesses are run and the sciences that govern their activity. Having the ability to understand labor laws and how planning, industrial and marketing strategies, quality and profits relate to each other.
14. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT. Being aware of and understanding the complexity of social and economic phenomena that characterize the welfare society. Having the ability to relate welfare to globalization and

## 200222 - MNEDPS - Numerical Methods for Pdes

sustainability. Being able to make a balanced use of techniques, technology, the economy and sustainability.

15. EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION. Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.

16. TEAMWORK. Being able to work as a team player, either as a member or as a leader. Contributing to projects pragmatically and responsibly, by reaching commitments in accordance to the resources that are available.

17. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

Lectures, solution of exercises and computer laboratory sessions.

Lectures will be taught in English.

### Learning objectives of the subject

Solid theoretical basis in numerical methods for solving Partial Differential Equations (PDEs), with emphasis in the solution of second order PDEs that usually arise in applied sciences and engineering.

### Study load

|                           |                     |     |        |
|---------------------------|---------------------|-----|--------|
| Total learning time: 150h | Hours large group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Hours medium group: | 0h  | 0.00%  |
|                           | Hours small group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Guided activities:  | 0h  | 0.00%  |
|                           | Self study:         | 90h | 60.00% |

## 200222 - MNEDPS - Numerical Methods for Pdes

### Content

|  |  |
|--|--|
| Introduction and basic concepts  | Learning time: 3h<br>Theory classes: 3h                              |
| <p>Description:<br/>Problems in applied sciences and engineering usually solved with numerical methods for Partial Differential Equations (PDEs). 2nd order PDEs: classification, physical interpretation, basic concepts for the numerical solution, boundary conditions.</p>   |  |
| FDM solution of parabolic and elliptic problems  | Learning time: 15h<br>Theory classes: 9h<br>Laboratory classes: 6h   |
| <p>Description:<br/>Finite difference operators. Discretization of the onedimensional parabolic equation with the Finite Differences Method (FDM). Finite differences systems of equations. Convergence, stability and consistency analysis. Treatment of problems in several dimensions with FDM, and limitations in front of the Finite Element Method (FEM).</p>            |  |
| FEM solution of parabolic and elliptic problems  | Learning time: 24h<br>Theory classes: 10h<br>Laboratory classes: 14h |
| <p>Description:<br/>Strong form, weighted residuals and weak form for elliptic equations. Implementation of boundary conditions. Interpolation: mesh and splines. Numerical integration. Reference element and isoparametric transformation. Usual element types. Efficient implementation of a FEM code. Convergence properties. Time integration for transient problems.</p> |  |
| Problems with 1st order operators: convection  | Learning time: 8h<br>Theory classes: 4h<br>Laboratory classes: 4h    |
| <p>Description:<br/>1st order hyperbolic equations: time integration and stability. The convection-diffusion equation: numerical oscillations, analysis and Péclet number, introduction to FEM consistent stabilization techniques.</p>  |  |

## 200222 - MNEDPS - Numerical Methods for Pdes

|  |  |
|--|--|
| <p>Quality assesment and reliability: error estimation and adaptivity</p>  | <p>Learning time: 8h<br/>Theory classes: 2h<br/>Laboratory classes: 6h</p> |
| <p>Description:<br/>Basic concepts on quality assessment, verification &amp; validation, error estimation, output oriented error estimation, remeshing and adaptivity.</p> |  |

### Qualification system

Exams, exercises and computer laboratory tasks.

### Bibliography

#### Basic:

- Donea, J.; Huerta, A. Finite element methods for flow problems. Chichester: John Wiley & Sons, 2003. ISBN 0471496669.
- Elman, H.; Silvester, D.; Wathen A. Finite elements and fast iterative solvers : with applications in incompressible fluid dynamics. Oxford: Oxford University Press, 2005. ISBN 019852868X.
- Hoffman, Joe D. Numerical methods for engineers and scientists. 2nd ed. New York [etc.]: Marcel Dekker, 2001. ISBN 0824704436.
- Quarteroni, Alfio. Numerical models for differential problems. Milano: Springer-Verlag Milan, 2009. ISBN 9788847010710.
- Zienkiewicz, O.C. ; Taylor, R.L. The finite element method [on line]. 6th ed. Oxford, [etc.]: Butterworth Heinemann, 2006Available on: <<http://www.sciencedirect.com/science/book/9780750664318>>. ISBN 0750650494.

#### Complementary:

- Ames, William F. Numerical methods for partial differential equations. 3th ed. Boston [etc.]: Academic Press, 1992. ISBN 012056761X.
- Ainsworth, M. ; Oden, J.T. Posteriori error estimation in finite element. New York [etc.]: John Wiley & sons, 2000. ISBN 047129411X.
- Evans, G.; Blackledge, J.; Yardley, P. Numerical methods for partial differential equations. London [etc.]: Springer-Verlag, 1999. ISBN 354076125X.
- Johnson, Claes. Numerical solution of partial differential equations by the finite element method. Mineola, NY: Dover Publications, 2009. ISBN 9780486469003.
- Hughes, Thomas J. R. The finite element method: linear static and dynamic finite element analysis. Mineola, New York: Dover Publications, 1987. ISBN 0486411818.

## 200223 - MF - Financial Mathematics

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JOSEP JOAQUIM MASDEMONT SOLER  
Others: Segon quadrimestre:  
JOSEP JOAQUIM MASDEMONT SOLER - A  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

3. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
4. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.
5. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.

#### Generical:

1. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
2. To have developed those learning skills necessary to undertake further interdisciplinary studies with a high degree of autonomy in scientific disciplines in which Mathematics have a significant role.
6. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
7. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
8. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
9. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
10. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION. Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.
12. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

(Section not available)



## 200223 - MF - Financial Mathematics

### Learning objectives of the subject

The aim of this course is to introduce students to mathematical methods for evaluating modern financial products. The course is composed of three parts: the first one is devoted to describing financial products and their evaluation using arbitrage, the second one provides the mathematical foundations for discrete processes, and finally the third part is devoted to continuous processes and concludes with an introduction to the Black-Scholes model.

### Study load

|                           |                     |     |        |
|---------------------------|---------------------|-----|--------|
| Total learning time: 150h | Hours large group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Hours medium group: | 0h  | 0.00%  |
|                           | Hours small group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Guided activities:  | 0h  | 0.00%  |
|                           | Self study:         | 90h | 60.00% |

### Content

#### Financial Products and arbitrage

Degree competences to which the content contributes:

Description:

Introduction to futures and options. The concept of arbitrage and its use. Hedging with futures and options. Forward and future prices. Futures on interest rates. Swaps. Price properties of option prices on shares.

#### Discrete Models

Degree competences to which the content contributes:

Description:

The binomial tree model. The risk-neutral probability. Formalism for discrete markets. Information, measurability and filtrations. Portfolio strategy and self financing. Conditional expectation. Kolmogorov's theorem. Martingales.

#### Continuous Models

Degree competences to which the content contributes:

Description:

Random walk and opening towards continuous markets. Brownian motion. Itô's integral and calculus. Stochastic differential equations. Measure change theorems. Continuous self-financing strategies. The Black-Scholes model and formula.

### Qualification system

There will be a partial exam, that will not carry exemption for the final exam. The final mark will be obtained by means of  $\max(0.4x \text{ (partial exam)} + 0.6 \times \text{(final exam)}, \text{final exam})$ .

## 200223 - MF - Financial Mathematics

### Bibliography

#### Basic:

Baxter, M.; Rennie, A. Financial calculus : an introduction to derivative pricing. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1996. ISBN 0521552893.

Dotham, N. Prices in financial markets. New York (N.Y.) [etc.]: Oxford University Press, 1990. ISBN 0195053125.

Hull, John C. Options, futures and other derivatives. 8th ed. Prentice Hall, 2011. ISBN 978-0132777421.

Wilmott, Paul. Paul Wilmott introduces quantitative finance. Chichester [etc.]: John Willey & Sons, 2001.

Lamberton, D; Lapeyre, B. Introduction to stochastic calculus applied to finance. 2a ed. London [etc.]: Chapman and Hall, 2008. ISBN 978-1584886266.

#### Complementary:

Ikeda, N; Watanabe, S. Stochastic differential equations and diffusion processes. 2nd ed. Amsterdam ; New York: North Holland, 1989. ISBN 0444873783.

Rogers, L.C.G.; Williams, D. Diffusions, Markov processes, and martingales. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, cop. 2000. ISBN 0521775949.

Wilmott, P.; Howison, S.; Dewyne, J. The Mathematics of financial derivatives : a student introduction. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Williams, David. Probability with martingales. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2000. ISBN 0521406056.

## 200231 - AIC - Algorithmics and Compelxity

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 723 - CS - Department of Computer Science  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: English

### Teaching staff

Coordinator: JOSE MARIA DIAZ CORT  
Others: Primer quadrimestre:  
JOSE MARIA DIAZ CORT - A

### Prior skills

How efficiently can we solve fundamental problems such as Optimization, Integration, Rounding and Sampling in high dimension? Under appropriate convexity assumptions, which include the well-known cases of linear programming and computing the volume of a convex body, these general problems can be solved in time polynomial in the dimension, with sampling playing a central role. In this talk, we survey the state-of-the-art and the main ideas that led to it, including geometric random walks, simulated annealing, isoperimetric inequalities and concentration of measure.

### Requirements

The students are expected to have some knowledge of the basic algorithmic techniques, divide and conquer, greedy, linear programming dynamic programming. Also they are expected to have a mathematica maturity at the level of second year in the FME, basic calculus and algebra, based complex analysis.

They also should be able to program in any standard programming language

### Degree competences to which the subject contributes

Specific:

3. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
4. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.
5. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.

Generical:

1. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
2. To have developed those learning skills necessary to undertake further interdisciplinary studies with a high degree of autonomy in scientific disciplines in which Mathematics have a significant role.
6. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
7. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
8. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
9. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.

## 200231 - AIC - Algorithmics and Compelxity

10. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

Transversal:

11. EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION. Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.

12. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

2 hours of classroom teaching and 2 hours of homework solving band discussion .

### Learning objectives of the subject

The course aims to provide a solid background in algorithm and complexity, in preparation for either an industrial job or for graduate level work. The course will go over some know algorithmic techniques but using them to solve some real life problems. It also will introduce new data structures and algorithmic techniques: randomized techniques, heuristics and study the complexity of problems

### Study load

|                           |                     |     |        |
|---------------------------|---------------------|-----|--------|
| Total learning time: 150h | Hours large group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Hours medium group: | 0h  | 0.00%  |
|                           | Hours small group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Guided activities:  | 0h  | 0.00%  |
|                           | Self study:         | 90h | 60.00% |

## 200231 - AIC - Algorithmics and Compelxity

### Content

#### Introduction

Degree competences to which the content contributes:

#### Divide and conquer algorithms

Degree competences to which the content contributes:

#### Modular arithmetic and primality

Degree competences to which the content contributes:

#### Greedy algorithms

Degree competences to which the content contributes:

#### Recurrence relations

Degree competences to which the content contributes:

#### Dynamic programming

Degree competences to which the content contributes:

#### Linear programming

Degree competences to which the content contributes:

#### Complexity

Degree competences to which the content contributes:

#### Heuristic and approximation algorithms

Degree competences to which the content contributes:

## 200231 - AIC - Algorithmics and Compelxity

### Qualification system

- 4 quizzes (Q)
  - Final exam (F)
  - Homework (problem solving and participation ) (P)
- Course score:  $(P*0.15 + Q* 0.40 + F*0.45)$

### Regulations for carrying out activities

Each one hour quiz in classrom period. The final will be four hour at the end of the accademic semester

### Bibliography

Basic:

Moore, Cristopher ; Mertens, Stephan. The Nature of computation. New York: Oxford University Press, cop. 2011. ISBN 9780199233212.

Dasgupta, Sanjoy ; Papadimitriou, Christos ; Vazirani, Umesh. Algorithms. Boston: Mc Graw Hill Higher Educacion, 2008. ISBN 9780073523408.

Kleinberg, Jon ; Tardos, Éva. Algorithm Design. Boston: Pearson/Addison Wesley, 2014. ISBN 9781292023946.

## 200232 - CITG - Combinatorics and Graph Theory

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: English

### Teaching staff

Coordinator: ORIOL SERRA ALBO  
Others: Primer quadrimestre:  
SIMEON MICHAEL BALL - A  
ORIOL SERRA ALBO - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

3. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
4. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.
5. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.

#### Generical:

1. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
2. To have developed those learning skills necessary to undertake further interdisciplinary studies with a high degree of autonomy in scientific disciplines in which Mathematics have a significant role.
6. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
7. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
8. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
9. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
10. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION. Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.
12. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

### Teaching methodology

(Section not available)



## 200232 - CITG - Combinatorics and Graph Theory

### Learning objectives of the subject

(Section not available)

### Study load

|                           |                     |     |        |
|---------------------------|---------------------|-----|--------|
| Total learning time: 150h | Hours large group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Hours medium group: | 0h  | 0.00%  |
|                           | Hours small group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Guided activities:  | 0h  | 0.00%  |
|                           | Self study:         | 90h | 60.00% |



## 200232 - CITG - Combinatorics and Graph Theory

### Content

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1. The symbolic method         | Learning time: 25h<br>Theory classes: 5h<br>Laboratory classes: 5h<br>Self study : 15h |
| 2. Enumeration with symmetries | Learning time: 15h<br>Theory classes: 3h<br>Laboratory classes: 3h<br>Self study : 9h  |
| 3. Finite geometry             | Learning time: 30h<br>Theory classes: 6h<br>Laboratory classes: 6h<br>Self study : 18h |
| 4. Graph connectivity          | Learning time: 20h<br>Theory classes: 4h<br>Laboratory classes: 4h<br>Self study : 12h |
| 5. Matching                    | Learning time: 20h<br>Theory classes: 4h<br>Laboratory classes: 4h<br>Self study : 12h |
| 6. Graph coloring              | Learning time: 20h<br>Theory classes: 4h<br>Laboratory classes: 4h<br>Self study : 12h |

## 200232 - CITG - Combinatorics and Graph Theory

|                          |  |
|--------------------------|--|
| 7. Extremal graph theory | Learning time: 20h<br>Theory classes: 4h<br>Laboratory classes: 4h<br>Self study : 12h |
|--------------------------|--|

### Qualification system

- Midterm exam (contents 1, 2 and 3) (P)
- Final exam (either contents 4, 5, 6 and 7, or all the contents) (F)
- Final score:  $\text{Max} \{(P+F) / 2, F\}$

### Bibliography

#### Basic:

Flajolet, Philippe ; Sedgewick, Robert. Analytic combinatorics [on line]. Cambridge: Cambridge University Press, 2009 [Consultation: 01/06/2012]. Available on: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10277515>>. ISBN 9780521898065.

Cameron, Peter J. (Peter Jephson). Combinatorics : topics, techniques, algorithms. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

West, Douglas Brent. Introduction to graph theory. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, cop. 2001. ISBN 0130144002.

Diestel, Reinhard. Graph theory. 3rd ed. Berlin [etc.]: Springer, 2005. ISBN 3540261826.

#### Complementary:

Bollobás, Béla. Extremal graph theory. Mineola, N.Y: Dover Publications, cop. 2004. ISBN 0486435962.

Bondy, J. A. ; Murty U.S.R. Graph theory. New York: Springer, 2008. ISBN 9781846289699.

Lint, Jacobus Hendricus van ; Wilson R.M. A Course in combinatorics. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. ISBN 0521803403.

Lovász, László. Combinatorial problems and exercises. 2nd ed. Providence: AMS Chelsea Publishing, 2007. ISBN 9780821842621.

Wilson, Robin J. Introduction to graph theory. 5th ed. Harlow: Prentice-Hall, 2010.

## 200241 - HM - History of Mathematics

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2017  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: MARIA ROSA MASSA ESTEVE  
Others: Segon quadrimestre:  
MONICA BLANCO ABELLAN - A  
MARIA ROSA MASSA ESTEVE - A

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

3. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
4. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.
5. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.

#### Generical:

1. CB-4. Have the ability to communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously.
2. To have developed those learning skills necessary to undertake further interdisciplinary studies with a high degree of autonomy in scientific disciplines in which Mathematics have a significant role.
6. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
7. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
8. CG-3. Have the ability to define new mathematical objects in terms of others already know and ability to use these objects in different contexts.
9. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
10. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best action to extend this knowledge.

#### Transversal:

11. EFFICIENT ORAL AND WRITTEN COMMUNICATION. Communicating verbally and in writing about learning outcomes, thought-building and decision-making. Taking part in debates about issues related to the own field of specialization.
12. SELF-DIRECTED LEARNING. Detecting gaps in one's knowledge and overcoming them through critical self-appraisal. Choosing the best path for broadening one's knowledge.

## 200241 - HM - History of Mathematics

### Teaching methodology

In the course we will try to work whenever possible with primary or secondary historical sources specialist. The course is located within the line of historical research that attempts to understand the formation processes of mathematical concepts in their own context, in terms of mathematical knowledge and intent with which they worked more in terms of what will happen then.

The themes are usually developed as part of a presentation and discussion of the topic of the session and one of explanation and introduction to the next topic. The exhibition, at times, for some students following a script of questions on the topic, in attempts to clarify the comments after the doubts and problems that may have emerged in the readings. We present the major periods of history (six are considered) and the rest of the sessions are structured based on monographic presentations, some, by students, the rest by the teacher. Most activities are related to any mathematical text of the period treated. A significant part of the course is final projects that must be submitted in writing and orally defend the final session. These works, on an author or a text chosen by the students, allow them to practice certain procedures and learn mathematical concepts from a different perspective.

### Learning objectives of the subject

The aim of the course is to explore the past of mathematics showing how they emerged and how they developed over time concepts, theorems, and axiomatic methods that are exposed today in the texts under a pragmatic conception, logic and teaching often does not match the historical order in which they were invented or discovered. Through the course, students should develop an overview of the development of the mathematics. This aim is broken down into four specific objectives, which lay with different facets of this development:

1. Knowing the sources on which knowledge of mathematics in the past. This involves read and interpret a selection of classic texts in mathematics, and learn to locate and use the historical literature.
2. Recognize significant changes in the Mathematics discipline, which have affected the structure and classification, their methods, their concepts and their relationship to other sciences.
3. To reveal the cultural relations of mathematics (with politics, religion, philosophy, or culture, among other areas).
4. Get pupils to reflect on the development of mathematical thinking and transformation of natural philosophy.

### Study load

|                           |                     |     |        |
|---------------------------|---------------------|-----|--------|
| Total learning time: 150h | Hours large group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Hours medium group: | 0h  | 0.00%  |
|                           | Hours small group:  | 30h | 20.00% |
|                           | Guided activities:  | 0h  | 0.00%  |
|                           | Self study:         | 90h | 60.00% |

## 200241 - HM - History of Mathematics

### Content

|   |  |
|---|--|
| <p>Mathematics in the Antiquity</p>   | <p>Learning time: 25h<br/>Theory classes: 5h<br/>Laboratory classes: 5h<br/>Self study : 15h</p> |
| <p>Description:<br/>Cuneiform tablets. The Egyptian papyrus. The Rhind papyrus. The Pitagoric. Euclid's Elements (300 BC). The measurement of the universe in Aristarchus of Samos (ca. 210-230 BC). The quadrature of the circle in Archimedes (287 BC-212 BC). The Arithmetic by Diophantus of Alexandria (250-350).</p>  |  |
| <p>From Arab science to the Renaissance</p>   | <p>Learning time: 25h<br/>Theory classes: 5h<br/>Laboratory classes: 5h<br/>Self study : 15h</p> |
| <p>Description:<br/>Mohamed Ben Musa al-Khwarizmi (850 AD). The beginnings of plane trigonometry. Calculus and merchandise in medieval mathematics. Geometry and art. Leon Battista Alberti (1404-1472) and Leonardo da Vinci (1452-1519). The resolution of the third and fourth degree polynomial equations in Girolamo Cardano (1501-1576) and Rafael Bombelli (1526-1572).</p>  |  |
| <p>The birth of Modern Mathematics.</p>   | <p>Learning time: 25h<br/>Theory classes: 5h<br/>Laboratory classes: 5h<br/>Self study : 15h</p> |
| <p>Description:<br/>François Viète (1540-1603) and the Analytic Art. The symbolic language and the first mathematical courses: Pierre Hérigone (1580-1643). The algebrization of mathematics René Descartes (1596-1650) and analytical geometry. The arithmetical triangle by Blaise Pascal (1623-1662) First trigonometric developments. The birth of the logarithms. Harmonic series and the harmonic triangle by Pietro Mengoli (1627-1686).</p> |  |
| <p>Contributions preceding calculus.</p>  | <p>Learning time: 25h<br/>Theory classes: 5h<br/>Laboratory classes: 5h<br/>Self study : 15h</p> |
| <p>Description:<br/>Quadratures of Archimedes (about 250 BC). The theory of the indivisibles of Cavalieri (1635). Methods for tangents: Fermat (1629) and Descartes (1637).</p>   |  |

## 200241 - HM - History of Mathematics

|  |  |
|--|--|
| <p>Conceptual development of calculus in the eighteenth century</p>  | <p>Learning time: 25h<br/>Theory classes: 5h<br/>Laboratory classes: 5h<br/>Self study : 15h</p> |
| <p>Description:<br/>The Newton and Leibniz calculus. Gregory and the expansion of the binomial (1670). The method of Taylor's increase (1715). The Kerala School: Non-Western Roots of Development in series. First definitions of function: Johan Bernoulli (1718) and Leonhard Euler (1748,1755). Euler and the logarithmic and circular functions (1748).</p> |  |
| <p>Aritmetization and rigorous formulation of calculus</p>   | <p>Learning time: 25h<br/>Theory classes: 5h<br/>Laboratory classes: 5h<br/>Self study : 15h</p> |
| <p>Description:<br/>Limit definitions in D'Alembert (1765) and Cauchy (1821). Definitions of continuity: Euler (1748), Bolzano (1817), Cauchy (1821). The mean value theorem. The functions derived from Lagrange (1797) and Cauchy (1823). The fundamental theorem of calculus and the integration of Riemann (1854).</p>                                       |  |

### Qualification system

The final grade is obtained, with the activities done in class and the final project of the year, broken down as follows.

50% from written or oral practice made each week. Each week, students develop an activity. The activity consists of playing a demo of some text, a dossier prepared to fill (from a text) or a short summary of a text prepared with questions. Can answer them in writing or orally, can be completed, reviewed, or annotating the text in class, during practice. It assesses the clarity of explanations and our understanding of mathematical activity.

50% from the review made of an article, book, or book chapter or analysis of a significant demonstration of the text or history of mathematics. In the review, they should clearly exhibit the main ideas of selected text and its significance for the history of mathematics. In the evaluation (written and oral presentation) will assess the clarity in the exposition of the ideas of the author chose, as well as the ability to connect with the text reviewed the history of mathematics that have been developed. In case of any demonstration will also analyze the level of mathematical understanding.

## 200241 - HM - History of Mathematics

### Bibliography

#### Basic:

- Rommevaux, S. [et al.]. Pluralité de l'algèbre à la Renaissance. Paris: Honoré Champion, 2012. ISBN 9782745323989.
- Fauvel, John; Gray, Jeremy eds. The History of mathematics : a reader. [London]: Macmillan Press, 1987. ISBN 0333427904.
- Stedall, Jacqueline. Mathematics emerging : a sourcebook 1540 - 1900 [on line]. Oxford: Oxford University Press, 2008 [Consultation: 31/05/2012]. Available on: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10273010>>. ISBN 9780191527715.
- Katz, Victor; Hunger Parshall, Karen. Taming the unknown: A History of Algebra from Antiquity to the Early twentieth century. Princeton University Press, 2014. ISBN 9780691149059.
- Stedall, Jacqueline. The history of mathematics: a very short introduction. 2012. ISBN 9780199599684.

#### Complementary:

- Katz, Victor (ed.). The Mathematics of Egypt, Mesopotamia, China, India and Islam: a sourcebook Nou llibre. Princeton University Press, 2007. ISBN 9780691114859.
- Serres, Michel; Bensaude-Vincent, Bernadette. Historia de las ciencias. 2a ed. Madrid: Cátedra, cop. 1998. ISBN 8437609887.
- Grattan-Guinness, I. The Norton history of the mathematical sciences : the rainbow of mathematics. New York [etc.]: W. W. Norton & Company, 1998. ISBN 0393046508.
- Chemla, Karine. The History of mathematical proof in ancient traditions. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. ISBN 9781107012219.
- Stedall, Jacqueline A. From Cardano's great art to Lagrange's reflections : filling a gap in the history of algebra u llibre. Zürich: European Mathematical Society, 2011. ISBN 9783037190920.