

# Guia Docent

# 19/20

Facultat de Matemàtiques  
i Estadística

Curs Fourier



*Joseph Fourier*

21/03/1768 – 16/05/1830

Grau en Matemàtiques



Curs 2019-2020

1768-1830



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Facultat de Matemàtiques i Estadística

# Grau Matemàtiques

## Sumari

---

### ➤ Català

✚ Informació general

✚ Assignatures Grau Matemàtiques

### ➤ Español

✚ Información general

✚ Asignaturas Grado Matemáticas

### ➤ English

✚ General Information

✚ Subjects Degree in Mathematics

# Grau en Matemàtiques

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.

Aquest grau s'imparteix a la [Facultat de Matemàtiques i Estadística](#)

---

## DADES GENERALS

---

- 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 2019-2020**  
12,854
- Horaris/torns**  
Matí
- Preus i beques**  
Preu aproximat per curs, 2.326 €. [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](#)

---

## ACCÉS

---

- Places nou ingrés**  
50
- Places canvi d'estudis**  
5
- Nota de tall del curs 2019-2020**  
12,854. [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**  
Els documents expedits per estats no membres de la Unió Europea ni signataris de l'Acord sobre l'espai econòmic

europèu han d'estar [legalitzats per via diplomàtica](#) o amb la postil·la corresponent.

---

## 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](#)

---

## 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'acreditat la competència en una tercera llengua per obtenir el títol de grau. [Certifica el teu nivell d'idiomes](#).

Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME)

---

## PLA D'ESTUDIS

---

Assignatures	crèdits ECTS	Tipus
<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 Parcial	7.5	Obligatòria
Estadística	7.5	Obligatòria
Geometria Diferencial	7.5	Obligatòria
Models Matemàtics de la Física	7.5	Obligatòria
<b>SETÈ QUADRIMESTRE</b>		
Àlgebra Abstracta	3	Optativa
Algorísmia i Complexitat	6	Optativa
Anàlisi de Sèries Temporals	6	Optativa
Combinàtoria i Teoria de Grafs	6	Optativa
Criptologia	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 Equacions Diferencials	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 Sèries Temporals No Lineals	6	Optativa
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
Modelització Computacional	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

## 200001 - CV - Càlcul en una Variable

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JOSE BURILLO PUIG

Altres: Primer quadrimestre:  
SANTIAGO BOZA ROCHO - M-A, M-B  
JOSE BURILLO PUIG - M-A, M-B  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - M-A, M-B

Segon quadrimestre:  
JOSE BURILLO PUIG - 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.
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

## 200001 - CV - Càlcul en una Variable

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

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

<p>Introducció al càlcul</p>	<p>Dedicació: 26h Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 16h</p>
<p>Descripció: Nombres, funcions, derivades, integrals i aplicacions</p>	
<p>Successions</p>	<p>Dedicació: 52h Grup gran/Teoria: 12h Grup petit/Laboratori: 8h Aprentatge autònom: 32h</p>
<p>Descripció: Conceptes bàsics sobre funcions y successions Conceptes bàsics sobre límits. Teorema de la convergència monòtona El nombre e Successions parcials, límit superior i límit inferior Successions de Cauchy</p>	
<p>Funcions contínues i límits</p>	<p>Dedicació: 26h Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 16h</p>
<p>Descripció: Funcions contínues. Límits de funcions Teorema de Bolzano Teorema de Weierstrass Continuïtat uniforme</p>	

## 200001 - CV - Càlcul en una Variable

Derivades	Dedicació: 52h Grup gran/Teoria: 12h Grup petit/Laboratori: 8h Aprenentatge autònom: 32h
Descripció: Definició de derivada. Funcions derivables. Propietats de la derivada Teoremes de Rolle, de Cauchy i del Valor Mig Regla de l'Hopital Polinomi de Taylor	
Integrals	Dedicació: 39h Grup gran/Teoria: 9h Grup petit/Laboratori: 6h Aprenentatge autònom: 24h
Descripció: La integral de Riemann El Teorema Fonamental del Càlcul Càlcul de primitives	

### Sistema de qualificació

Es farà un examen parcial (P) i un examen final (F)  
 La nota de l'assignatura (N), es calcularà segons la fórmula  

$$N = \max (F ; 0.4P + 0.6F)$$

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

### Bibliografia

Bàsica:

Rudin, W. Principios de Análisis Matemático. 3a ed. McGraw-Hill,

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.

Strang, Gilbert. Calculus [en línia]. Wellesley-Cambridge Press, Disponible a: <<http://ocw.mit.edu/resources/res-18-001-calculus-online-textbook-spring-2005/index.htm>>.

## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: MARTA CASANELLAS RIUS

Altres: Primer quadrimestre:  
MARTA CASANELLAS RIUS - M-A, M-B  
JESUS FERNANDEZ SANCHEZ - M-B  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
JORDI GUARDIA RUBIES - M-A  
JAUME MARTI FARRE - M-A, M-B

Segon quadrimestre:  
MARTA CASANELLAS RIUS - REF  
JAUME MARTI FARRE - REF

### Capacitats prèvies

L'alumne ha de dominar els coneixements de matemàtiques de batxillerat i tenir destresa en la resolució de problemes de matemàtiques de nivell de batxillerat.

### 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.

## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

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 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. També s'introduirà l'alumnat en l'ús de programari per a efectuar càlculs d'àlgebra lineal.

### 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'adquisició dels coneixements bàsics d'àlgebra lineal (espais vectorials, matrius, sistemes d'equacions lineals, 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; estudi profund de  $\mathbb{R}^n$  i iniciació a altres espais vectorials;
- estudi de les aplicacions lineals, dels endomorfismes; diagonalització.
- introducció a les nocions geomètriques bàsiques relacionades amb l'espai  $\mathbb{R}^n$  (producte escalar estàndard, projecció ortogonal, bases ortonormals...)
- estudi algebraic i geomètric de la descomposició en valors singulars
- comprensió dels conceptes de descomposició de matrius, de la seva interpretació geomètrica, i de les seves aplicacions en la resolució de problemes

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 l'alumnat en el desenvolupament del llenguatge abstracte;
- introduir l'alumnat a problemes interdisciplinars que es resolen amb àlgebra lineal.
- i iniciar l'estudiant en l'ús de l'àlgebra lineal com a instrument per a modelitzar i resoldre problemes.

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

## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

solucions.

- Reconèixer espais vectorials, subespais vectorials i aplicacions lineals. Adquirir destresa amb l'estudi de  $R^n$  i saber treballar amb altres espais vectorials
- 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. Entendre la necessitat de transformar una matriu a una forma predeterminada. Discutir i trobar la forma diagonal d'una matriu, tant en el cas real com en el cas complex. Saber treballar amb tipus concrets de matrius.
- Entendre la descomposició en valors singulars i saber utilitzar-la en diferents contextos

### 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

<p>Matrius, sistemes lineals i determinants</p>	<p>Dedicació: 25h</p> <p>Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció: Definició i operacions amb matrius; transformacions elementals, forma esglaonada; determinant (expansió de Laplace), rang. Sistemes lineals, eliminació Gaussiana, Cramer, Teorema de Rouché-Frobenius. Matriu adjunta i matriu inversa</p>	
<p>Espais vectorials</p>	<p>Dedicació: 37h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 22h 30m</p>
<p>Descripció: L'espai <math>R^n</math>: vectors, combinacions lineals; subespais, intersecció i suma, generadors; independència lineal; bases, dimensió, coordenades, canvi de base; fórmula de Grassmann, suma directa, extensió de bases. Cossos i altres espais vectorials (espais de matrius, de polinomis, de funcions, espais sobre cossos finits). Espai quocient.</p>	
<p>Aplicacions lineals</p>	<p>Dedicació: 25h</p> <p>Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció: Definició, exemples i propietats. Nucli i imatge, rang. Matriu d' una aplicació lineal; composició d' aplicacions; canvi de base i aplicacions lineals. Subespais invariants d' endomorfismes. Teorema d' isomorfisme. Espai dual i aplicació dual.</p>	
<p>Diagonalització</p>	<p>Dedicació: 37h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 22h 30m</p>
<p>Descripció: Valors i vectors propis; polinomi característic, multiplicitat algebraica i geomètrica. Primer teorema de descomposició; criteris de diagonalització. Polinomis anul·ladors, teorema de Cayley-Hamilton, polinomi mínim. Matrius de Markov, teorema de Perron-Frobenius i aplicacions.</p>	

## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

<p>Ortogonalitat</p>	<p>Dedicació: 37h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 22h 30m</p>
<p>Descripció:</p> <p>Producte escalar estàndard; norma, distància, angles, subespai ortogonal, projecció ortogonal. Bases ortonormals i Gram-Schmidt. Teorema espectral. Matrius ortogonals i normes de matrius. Teorema fonamental de l' àlgebra lineal: descomposició en valors singulars; interpretació geomètrica i algebraica i aplicacions. Altres productes escalars.</p>	

### Sistema de qualificació

L'avaluació de l'assignatura es realitzarà mitjançant l'avaluació continuada i un examen final. La nota d'avaluació continuada s'obté 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:

$$\text{Nota} = \max\{\text{nota examen final}; 70\% \text{ nota examen final} + 25\% \text{ nota examen parcial} + 5\% \text{ valoració d'altres activitats}; 95\% \text{ examen final} + 5\% \text{ valoració d'altres activitats}\}.$$

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als qui hagin suspès i reemplaçarà el 100% de la nota de l'assignatura.

## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

### Bibliografia

#### Bàsica:

Friedberg, Stephen H; Insel, Arnold J; Spence, Lawrence E. Linear algebra. 4th ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Education, cop. 2003. ISBN 0131202669.

Poole, David. Álgebra lineal: una introducción moderna. 2004.

Strang, Gilbert. Introduction to linear algebra. 5th ed. Wellesley: Cambridge Press, cop. 2016. ISBN 978-09802327-7-6.

#### Complementària:

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

Jeronimo, G.; Sabia, J.; Tesauri, S. Álgebra 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/)>.

Lay, David C; García Hernández, Ana Elizabeth; Alfaro Pastor, Javier. Álgebra lineal y sus aplicaciones. 4a ed. México [etc.]: Pearson Educación, 2012. ISBN 978-607-32-1398-1.

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

#### Altres recursos:

\*Transparències publicades al campus virtual

\*Llistes de problemes publicades al campus virtual

\* Strang, G., Linear algebra, curs en vídeo: <https://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-06-linear-algebra-spring-2010/>



## 200003 - FM - Fonaments de la Matemàtica

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: JAUME MARTI FARRE

Altres: Primer quadrimestre:  
MARIA LUZ ALBEROLA PEREZ - M-A  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A  
JAUME MARTI FARRE - M-A  
JOSÉ LUIS RUIZ MUÑOZ - M-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:

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

## 200003 - FM - Fonaments de la Matemàtica

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>Formalisme matemàtic: enunciats i demostracions</p>	<p>Dedicació: 28h 45m Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 16h 45m</p>
<p>Descripció: Proposicions lògiques. Taules de veritat. Tautologies i contradiccions. Equivalència lògica. Expressions amb quantificadors. Predicats i variables. Enunciats i demostracions. Tècniques de demostració: implicació, equivalències, enunciats amb quantificadors. Inducció. Sumatoris i productoris. Progressió aritmètica i geomètrica.</p>	
<p>Conjunts i aplicacions</p>	<p>Dedicació: 28h 45m Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 16h 45m</p>
<p>Descripció: Conjunt i subconjunt. Inclusió i igualtat. Conjunt de les parts. Operacions: unió, intersecció, diferència, complementari, producte cartesià. Correspondència i aplicació. Imatges i antiimatges per una aplicació. Aplicació injectiva, exhaustiva i bijectiva. Composició d'aplicacions. Aplicació identitat. Inversa d'una aplicació.</p>	
<p>Relacions, operacions i estructures</p>	<p>Dedicació: 31h 30m Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 18h 30m</p>
<p>Descripció: Relacions binàries en un conjunt. Relacions d'equivalència. Classe d'equivalència. Conjunt quocient. Particions. Descomposició canònica d'una aplicació. Relacions d'ordre. Elements notables dels conjunts parcialment ordenats. Estructures algebraiques: grup, anell i cos. Cos ordenat. Àlgebra de Boole. El grup simètric. Permutació, cicles i transposicions. Descomposició en cicles i en transposicions. Ordre i signe d'una permutació.</p>	
<p>Conjunts de nombres. Numerabilitat</p>	<p>Dedicació: 16h 45m Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprentatge autònom: 9h 45m</p>
<p>Descripció: Conjunts equipotents. Conjunts finits i infinits. Cardinal. Conjunts de nombres: naturals, enters, racionals, reals. Conjunts numerables i enumerables.</p>	

## 200003 - FM - Fonaments de la Matemàtica

<p>El cos dels nombres complexos</p>	<p>Dedicació: 16h 45m</p> <p>Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprentatge autònom: 9h 45m</p>
<p>Descripció: El cos dels nombres complexos. Part real i part imaginària. La unitat imaginària. Parell ordenat i forma binòmica. El conjugat. Mòdul i argument. Expressió trigonomètrica i expressió polar. Potències i arrels. Exponencial d'un nombre complex. Expressió exponencial d'un nombre complex. Expressió matricial d'un nombre complex.</p>	
<p>Aritmètica</p>	<p>Dedicació: 28h 45m</p> <p>Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 16h 45m</p>
<p>Descripció: L'anell dels nombre enters. Elements invertibles. Divisors. Relació de divisibilitat. Teorema de la divisió euclidiana. Nombre primer. Teorema Fonamental de l'Aritmètica. Màxim comú divisor i mínim comú múltiple. Identitat de Bézout i algorisme d'Euclides. Equacions diofàntiques. Congruències. Relació de congruència. L'anell d'enters modulars. Elements invertibles i divisors de zero. Equacions amb congruències.</p>	
<p>Polinomis</p>	<p>Dedicació: 28h 45m</p> <p>Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 16h 45m</p>
<p>Descripció: Polinomi amb una indeterminada. Igualtat de polinomis. Estructura algebraica. Divisió euclidiana i factorització. Divisors d'un polinomi. Polinomis primers. Teorema de descomposició factorial. Màxim comú divisor. Algorisme d'Euclides i identitat de Bézout. Funcions polinomials. Arrels d'un polinomi. Multiplicitat d'una arrel. Teorema Fonamental de l'Àlgebra. Polinomis primers amb coeficients complexos, reals o racionals. Polinomis amb coeficients en <math>\mathbb{Z}_p</math>. Fraccions racionals. Estructura algebraica. Fraccions simples (complexes i reals). Descomposició de fraccions racionals en fraccions simples.</p>	

## 200003 - FM - Fonaments de la Matemàtica

### Sistema de qualificació

L'avaluació de l'assignatura es realitzarà mitjançant l'avaluació continuada i un examen final. La nota d'avaluació continuada s'obtindrà 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 pels estudiants suspesos.

### Bibliografia

#### Bàsica:

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

Rosen, Kenneth H. Matemática discreta y sus aplicaciones [en línia]. 5a ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2004. Disponible a: <[http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=4143](http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4143)>. ISBN 9788448140731.

#### Complementària:

Pla, Josep. Introducció a la metodologia de la matemàtica. 1<sup>a</sup> edició. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona, 2006. ISBN 978-84-475-3065-6.

Cunningham, D.W. A logical introduction to proof. 2013. Springer, ISBN 978-1-4899-9099-0.

Houston, Kevin. How to think like a mathematician. 1a edició. Cambridge University Press, 2009. ISBN 9780521719780.

## 200004 - CD - Càlcul Diferencial

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: ENRIC VENTURA CAPELL

Altres: Segon quadrimestre:  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
ÓSCAR RIVERO SALGADO - M-B  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - M-A  
ENRIC VENTURA CAPELL - M-A, M-B

### 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</p> <p>Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h 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</p> <p>Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h 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: 34h</p> <p>Grup gran/Teoria: 8h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 20h</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: 41h Grup gran/Teoria: 10h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 25h</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: 33h Grup gran/Teoria: 8h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 20h</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: 32h Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 20h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>	

### Sistema de qualificació

Nota Final= Màx(Examen Final,  $0,7 \cdot$ Examen Final+ $0,3 \cdot$ 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.

## 200004 - CD - Càlcul Diferencial

### 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: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: MIGUEL ANGEL BARJA YAÑEZ  
Altres: Segon quadrimestre:  
MIGUEL ANGEL BARJA YAÑEZ - M-A, M-B  
JESUS FERNANDEZ SANCHEZ - M-A  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
ANA RIO DOVAL - M-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. 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 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 euclidiana (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 Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprenentatge autònom: 10h
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 7h Aprenentatge autònom: 13h 20m
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 3h 30m Aprenentatge autònom: 13h 20m
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 10h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprenentatge autònom: 1h
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 8h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 13h 20m
Descripció: Sistemes de referència adaptats. Punts i rectes rellevants. Classificació afí i mètrica. Estudi particular de còniques i quàdriques no degenerades. Polaritat. Estudi de propietats afins i mètriques.	

**Sistema de qualificació**

Es proposa una avaluació continuada voluntària, (AC) basada en la entrega periòdica d'exercicis i la participació a classe de problemes.

Es realitzarà també un examen parcial (EP) a meitat de quadrimestre.

L'examen final (EF) constarà d'una part de problemes i una part teòrica de síntesi o reflexió.

La nota final serà el resultat de:  $NF = \max \{0.1 AC + 0.2 EP + 0.7 EF; 0.2 EP + 0,8 EF; EF\}$

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: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: ANDRES MARCOS ENCINAS BACHILLER  
Altres: Primer quadrimestre:  
ANGELES CARMONA MEJIAS - CFIS, M-A, M-B  
ANDRES MARCOS ENCINAS BACHILLER - CFIS, M-A, M-B  
JAIME FRANCH BULLICH - CFIS, M-A, M-B  
JOSE ANTONIO LUBARY MARTINEZ - CFIS, M-A, M-B

### 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 Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 25h</p>
<p>Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 12h Grup mitjà/Pràctiques: 8h Aprentatge autònom: 40h 30m</p>
<p>Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 5h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprentatge autònom: 16h</p>
<p>Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 5h Activitats dirigides: 25h</p>
<p>Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 6h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprentatge autònom: 19h
Descripció: Repàs d'àlgebra multilinear. 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 [en línia]. 5a ed. Madrid: Addison Wesley, 2004 Disponible a: <[http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=7634](http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=7634)>. 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: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JORDI CORTADELLA FORTUNY  
Altres: Primer quadrimestre:  
M. JOSE BLESÀ AGUILERA - M-A, M-B  
JORDI CORTADELLA FORTUNY - M-A, M-B  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
SALVADOR ROURA FERRET - M-A, M-B

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

## 200011 - INF - Informàtica

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. 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

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'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.

- Conèixer els algorismes bàsics amb dades elementals i estructurades (nombres primers, mcd, recorreguts, cerques, ordenació, matrius...).

- Aplicar el mètode inductiu per resoldre problemes complexos.

## 200011 - INF - Informàtica

- 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</p> <p>Grup gran/Teoria: 2h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprentatge autònom: 9h 30m</p>
<p>Descripció:</p> <p>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</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 20h</p>
<p>Descripció:</p> <p>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</p> <p>Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 10h Aprentatge autònom: 24h</p>
<p>Descripció:</p> <p>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</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 19h</p>
<p>Descripció:</p> <p>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</p> <p>Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 10h Aprentatge autònom: 24h</p>
<p>Descripció:</p> <p>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</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 18h</p>
<p>Descripció:</p> <p>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 Grup gran/Teoria: 3h 30m Aprentatge autònom: 8h
Descripció: 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.]. Programació 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'algorítmica. 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  
749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
748 - FIS - Departament de Física  
Curs: 2019  
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:  
JOSEP ELGUETA MONTO - M-A  
NARCISO ROMAN ROY - M-A

### Horari d'atenció

Horari: Es fixarà el primer dia de classe.

### Capacitats prèvies

Coneixements càlcul d'una i varies 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 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. 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 gravitatori.

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. Treball i Energía.</p>	<p>Dedicació: 37h 30m Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 22h 30m</p>
<p>Descripció: 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. Canvis de sistema de referència.</p>	<p>Dedicació: 12h 30m Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprentatge autònom: 7h 30m</p>
<p>Descripció: Principi de relativitat galileiana. Equacions del moviment en sistemes de referència en rotació. Teorema de Coriolis. Segona llei de Newton en sistemes no inercials. Exemples: desviació de la vertical i pèndol de Foucault</p>	
<p>3. Dinàmica d'un sistema de partícules. Sòlid Rígid.</p>	<p>Dedicació: 26h 30m Grup gran/Teoria: 5h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 16h</p>
<p>Descripció: Moviment del centre de masses. Teoremes de conservació: moment lineal, moment angular i energia. El problema de dos cossos. Sòlid rígid. Tensor d'inèrcia. Equacions dinàmiques.</p>	
<p>4. Camp gravitatori</p>	<p>Dedicació: 30h Grup gran/Teoria: 8h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 18h</p>
<p>Descripció: Teoria del camp gravitatori, equació de Poisson. 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 Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprenentatge autònom: 16h 30m
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprenentatge autònom: 10h 30m
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 5h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprenentatge autònom: 13h 30m
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 3h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprenentatge autònom: 8h
Descripció: 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.

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

José, Jorge V.; Saletan, Eugene J. Classical dynamics : a contemporary approach. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. ISBN 0521636361.

#### Complementària:

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

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.

## 200101 - FVC - Funcions de Variable Complexa

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JORDI VILLANUEVA CASTELLTORT

Altres: Segon quadrimestre:  
INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA - M-A, M-B  
JOSE TOMAS LAZARO OCHOA - CFIS  
MARIA TERESA MARTINEZ-SEARA ALONSO - CFIS, M-A, M-B  
JORDI VILLANUEVA CASTELLTORT - CFIS, M-A, M-B

### 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

El pla complex	Dedicació: 5h Grup gran/Teoria: 0h Grup mitjà/Pràctiques: 5h
Descripció: Nombres complexos (representació, propietats bàsiques, successions, sèries). El pla complex i la seva topologia.	
Funcions holomorfes.	Dedicació: 16h Grup gran/Teoria: 10h Grup mitjà/Pràctiques: 6h
Descripció: Funcions de variable complexa. Derivació. Derivació complexa. Condicions de Cauchy-Riemann. Sèries de potències. Funcions holomorfes. Exemples.	
Teoria local de Cauchy	Dedicació: 16h Grup gran/Teoria: 10h Grup mitjà/Pràctiques: 6h
Descripció: Integral de línia. Teorema de Cauchy local. Fórmula integral de Cauchy. Zeros de funcions analítiques. Conseqüències.	
Teoria global de Cauchy	Dedicació: 18h Grup gran/Teoria: 10h Grup mitjà/Pràctiques: 8h
Descripció: Índex d'una corba respecte a un punt. Homologia. Teorema de Cauchy global. Singularitats aïllades. Sèries de Laurent. Teorema dels residus i aplicacions.	
Aplicacions conformes i funcions harmòniques	Dedicació: 14h Grup gran/Teoria: 10h Grup mitjà/Pràctiques: 4h
Descripció: Transformacions conformes. Teorema de Riemann. Principi de reflexió de Schwarz. Funcions harmòniques. Problema de Dirichlet.	

## 200101 - FVC - Funcions de Variable Complexa

Altres temes	Dedicació: 5h Grup gran/Teoria: 5h
Descripció: En funció del temps disponible: Rudiments de dinàmica complexa. Linealització d'aplicacions holomorfes entorn d'un punt fix. Conjugació a rotació d'aplicacions del cercle holomorfes.	

### Sistema de qualificació

Hi haurà un examen parcial (EP) a mig quadrimestre i un examen final (EF).  
La nota final de l'assignatura (NF) es calcularà segons la fórmula  $NF = \max( EF ; 0.3 * EP + 0.7 * EF )$ .

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

### Bibliografia

#### Bàsica:

- 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.
- Ortega Cerdà, J. Anàlisi complexa [en línia]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Matemàtica Aplicada I, 1997 Disponible a: <[https://ocw.upc.edu/curs\\_publicat/10023/2014/1/apunts](https://ocw.upc.edu/curs_publicat/10023/2014/1/apunts)>.

#### Complementària:

- Stein, E. M. ; Shakarchi, R. Complex analysis. Princeton University Press, 2003.
- 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. 3a ed. 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: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JUAN JOSÉ RUE PERNA  
Altres: Segon quadrimestre:  
SANTIAGO BOZA ROCHO - M-A  
ÓSCAR RIVERO SALGADO - M-B  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - M-A, M-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. 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

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 dependents 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</p> <p>Grup gran/Teoria: 12h Grup mitjà/Pràctiques: 8h Aprentatge autònom: 28h 30m</p>
<p>Descripció: Sucessions i sèries de funcions: convergència puntual i uniforme. Teorema de Stone-Weierstrass. Famílies equicontínues.</p>	
<p>Mesura i integració de Lebesgue a <math>\mathbb{R}^n</math>.</p>	<p>Dedicació: 62h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 15h Grup mitjà/Pràctiques: 10h Aprentatge autònom: 37h 30m</p>
<p>Descripció: Conjunts mesurables i funcions mesurables. Integració de funcions mesurables. Convergència dominada. Teorema de Fubini. Integrals dependents de paràmetres. Espais <math>L_p</math>.</p>	
<p>Sèries de Fourier.</p>	<p>Dedicació: 48h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 12h Grup mitjà/Pràctiques: 8h Aprentatge autònom: 28h 30m</p>
<p>Descripció: Sèries de Fourier a <math>L_2</math>. Sèries de Fourier de funcions periòdiques. Convergència puntual i uniforme de sèries de Fourier.</p>	

### Sistema de qualificació

Lliurament de problemes/activitats (PR, 10%), examen quadrimestral (EP, 30%) i examen final (EF, 60%). La nota de l'examen final prevaldrà si és superior a la ponderada al curs. Es considerarà el màxim de totes les possibilitats:

MAX (EF, 0.7\*EF+0.3\*EP, 0.9\*EF+0.1\*PR, 0.6\*EF+0.3\*EP+0.1\*PR)

Addicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos. En aquest cas no es considerarà l'avaluació contínua realitzada durant el curs.

## 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.
- Stein, Elias M; Shakarchi, Rami. Fourier analysis : an introduction. Princeton (N.J.): Princeton University Press, 2003. ISBN 9780691113845.

#### 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.
- Tao, Terence. An Introduction to Measure Theory [en línia]. 1. American Mathematical Society, 2011 Disponible a: <<https://doi.org/10.1007/978-88-7642-386-4>>. ISBN 978-0-8218-6919-2.

## 200111 - AMG - Àlgebra Multilineal i Geometria

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: PEDRO PASCUAL GAINZA  
Altres: Primer quadrimestre:  
FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE - M-A  
PEDRO PASCUAL GAINZA - CFIS, M-A, M-B  
ENRIC VENTURA CAPELL - CFIS, M-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 i de les classes de Problemes és 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>Forma canònica de Jordan</p>	<p>Dedicació: 5h Grup gran/Teoria: 3h Grup petit/Laboratori: 2h</p>
<p>Descripció: Es complementa l'anàlisi de la diagonalització de matrius fet a l'Àlgebra Lineal amb la introducció de la forma canònica de Jordan.</p>	
<p>-Àlgebra multilineal</p>	<p>Dedicació: 18h Grup gran/Teoria: 11h Grup mitjà/Pràctiques: 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: 19h 10m Grup gran/Teoria: 11h 40m Grup mitjà/Pràctiques: 7h 30m</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>	

## 200111 - AMG - Àlgebra Multilineal i Geometria

<p>-Projectivitats</p>	<p>Dedicació: 18h Grup gran/Teoria: 11h Grup petit/Laboratori: 7h</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>	
<p>-Quàdriques</p>	<p>Dedicació: 17h Grup gran/Teoria: 10h Grup mitjà/Pràctiques: 7h</p>
<p>Descripció:</p> <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 projectivitas. 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.

## 200111 - AMG - Àlgebra Multilineal i Geometria

### 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: 2019  
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:  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - M-A, M-B  
BERNAT PLANS BERENGUER - M-B  
ANA RIO DOVAL - M-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 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.

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/Teoria: 15h Grup mitjà/Pràctiques: 10h 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/Teoria: 12h Grup mitjà/Pràctiques: 8h 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/Teoria: 12h Grup mitjà/Pràctiques: 8h 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 Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 15h
Descripció: Mòdul, homomorfisme, mòdul lliure, matrius. Analogia amb els espais vectorials. Forma normal de Smith d'una matriu sobre un DIP. Factors invariants. Teorema de classificació dels mòduls finitament generats sobre DIP. Factors invariants i divisors elementals. 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: 2019  
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 XAVIER GRACIA SABATE - M-A, M-B  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - CFIS, M-A, M-B  
JORDI QUER BOSOR - CFIS, M-A, M-B

### 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.
10. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat

## 200121 - TOP - Topologia

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 Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprenentatge autònom: 5h
Descripció: Boles obertes i tancades. Conjunts oberts. Aplicacions contínues. Distàncies equivalents.	
Espais topològics	Dedicació: 24h Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprenentatge autònom: 12h
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprenentatge autònom: 12h
Descripció: Subespais. Productes d'espais topològics. Espais quocient. Exemples: superfícies topològiques.	
Compacitat	Dedicació: 14h Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprenentatge autònom: 7h
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprenentatge autònom: 7h
Descripció: Espais connexos. Components connexos. Continuitat i connexió. Teorema del valor intermedi. Espais arccnexusos. Components arccnexusos.	
Introducció a l'homotopia	Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprenentatge autònom: 10h
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprenentatge autònom: 11h
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprenentatge autònom: 11h
Descripció: 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 i examen final.

La nota de l'assignatura serà el màxim entre la nota de l'examen final i la suma ponderada de les notes del parcial i del final amb pesos del 30% i 70%, respectivament.

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: 2019  
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 - M-A, M-B  
MARIA IMMACULADA GALVEZ CARRILLO - M-A  
CARLES PADRO LAIMON - M-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 distribuïran 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 Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 4h Aprenentatge autònom: 8h
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 4h Aprenentatge autònom: 10h
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 4h Aprenentatge autònom: 10h
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 2h Grup petit/Laboratori: 4h Aprenentatge autònom: 6h
Descripció: 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

5. Equacions fonamentals de les superfícies	Dedicació: 12h Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 2h Aprenentatge autònom: 6h
Descripció: Isometries, isometries locals. Símbols de Christoffel. Fórmula de Gauss i Teorema Egregi. Equacions de compatibilitat de Codazzi-Mainardi. Teorema de Bonnet.	
6. Geometria sobre les superfícies	Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 4h Aprenentatge autònom: 10h
Descripció: 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.	
7. Alguns resultats globals	Dedicació: 16h Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 2h Aprenentatge autònom: 8h
Descripció: 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.	
8. Introducció a les varietats diferencials	Dedicació: 14h Grup gran/Teoria: 5h Grup petit/Laboratori: 2h Aprenentatge autònom: 7h
Descripció: Varietats diferencials, funcions diferenciables. Espai tangent, diferencial d'una funció. Valors regulars i subvarietats. Exemples.	

## 200122 - GD - Geometria Diferencial

### Sistema de qualificació

La qualificació de l'assignatura s'obté 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.

### Bibliografia

Bàsica:

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

Pascual Gainza, Pere. Geometria diferencial de corbes i superfícies [en línia]. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, 2017. Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2117/104841>>. ISBN 9788498806441.

Shifrin, Theodore. Differential geometry: A First Course in curves and surfaces [en línia]. University of Georgia, 2016. Disponible a: <<http://alpha.math.uga.edu/shifrin/ShifrinDiffGeo.pdf>>.

Complementària:

Hitchin, Nigel. Geometry of Surfaces [en línia]. 2013. University of Oxford, Disponible a: <<https://people.maths.ox.ac.uk/hitchin/hitchinnotes/hitchinnotes>>.

Bär, Christian. Elementary Differential Geometry [en línia]. Cambridge University Press, 2010. Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10392882>>. ISBN 9780521721493.

Palais, Richard S. A Modern Course on Curves and Surfaces [en línia]. Apunts, Brandeis University, 2003. Disponible a: <<http://vmm.math.uci.edu/math32/LectureNotes/AllTheNotes.pdf>>.

Topogonov, Victor Andreevich. Differential geometry of curves and surfaces: A Concise Guide [en línia]. Birkhäuser, Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/b137116>>. ISBN 978-0817643843.

Milnor, John. Morse Theory. Princeton U.P., 1969.

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 galeries <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: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: JUAN JOSÉ RUE PERNA  
Altres: Primer quadrimestre:  
ANNA DE MIER VINUÉ - M-B  
SONIA PEREZ MANSILLA - M-A  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - M-A, M-B

### 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.
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

## 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

Espais de probabilitat i variables aleatòries.	Dedicació: 23h 30m  Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprenentatge autònom: 15h 30m
Descripció: - Fenòmens aleatoris, resultats i esdeveniments. - Probabilitat. - Probabilitat condicionada. - Independència. - Espais producte. - Variables aleatòries i les seves distribucions. - Vectors aleatoris. Independència de variables aleatòries. - Convergència de variables aleatòries	
Variables aleatòries (I): variables discretes	Dedicació: 36h  Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprenentatge autònom: 22h 30m
Descripció: - Funció de probabilitat. - Independència. - Esperança i moments. - Models de variables aleatòries discretes. - Processos de ramificació (arbres de Galton-Watson) - Distribució conjunta. Covariància i correlació. Independència. - Distribucions condicionades i esperança condicionada. - Sumes de variables aleatòries.	
Variables aleatòries (II): variables contínues	Dedicació: 48h  Grup gran/Teoria: 12h Grup mitjà/Pràctiques: 8h Aprenentatge autònom: 28h
Descripció: - Funció de densitat. - Esperança i moments. - Models de variables aleatòries contínues. - Distribucions conjunta i marginals. Independència. Distribucions condicionades. - Funcions de variables aleatòries. - Normal multivariant i distribucions associades.	

## 200131 - TP - Teoria de la Probabilitat

Funcions generadores i les seves aplicacions.	Dedicació: 36h Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 22h 30m
Descripció: <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>	
Convergències de variables aleatòries.	Dedicació: 36h Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 22h 30m
Descripció: <ul style="list-style-type: none"><li>- Successions de variables aleatòries.</li><li>- Tipus de convergències i les seves relacions.</li><li>- Lleis dels grans nombres.</li><li>- Convergència en distribució. Teorema del límit central.</li></ul>	

**Sistema de qualificació**

Lliurament de problemes/activitats (PR, 10%), examen quadrimestral (EP, 30%) i examen final (EF, 60%). La nota de l'examen final prevaldrà si és superior a la ponderada al curs. Es considerarà el màxim de totes les possibilitats:

$$\text{MAX} (EF, 0.7*EF+0.3*EP, 0.9*EF+0.1*PR, 0.6*EF+0.3*EP+0.1*PR)$$

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos. En aquest cas no es considerarà l'avaluació contínua realitzada durant el curs.

## 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: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatoria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JOSEP ANTON SÁNCHEZ ESPIGARES  
Altres: Segon quadrimestre:  
MARTA PÉREZ CASANY - M-B  
JOSEP ANTON SÁNCHEZ ESPIGARES - M-A, M-B  
JORDI VALERO BAYA - M-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</p> <p>Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 3h Aprentatge autònom: 11h</p>
<p>Descripció:</p> <p>1.1. Estadística descriptiva. 1.2. Població i mostra. 1.3. Distribucions lligades a la Normal.</p> <p>Activitats vinculades: Classes de teoria, tres sessions de laboratori.</p> <p>Objectius específics: Realitzar estadística descriptiva uni i bivariant.</p>	
<p>2. ESTIMACIÓ PUNTUAL</p>	<p>Dedicació: 30h</p> <p>Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 20h</p>
<p>Descripció:</p> <p>2.1. Mètode dels moments. 2.2. Mètode de màxima versemblança. 2.3. Estimació Bayesiana.</p> <p>Activitats vinculades: Classes de teoria, sessions de problemes.</p> <p>Objectius específics: 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/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 16h</p>
<p>Descripció:</p> <p>3.1. Propietats d'estimadors: biaix, variància, error quadràtic mig, suficiència, consistència, eficiència. 3.2. Teorema de Cramér-Rao. Informació de Fisher. 3.3. Propietats asimptòtiques del màxim versemblant.</p> <p>Activitats vinculades: Classes de teoria, sessions de problemes.</p> <p>Objectius específics: Derivar propietats d'estimadors.</p>	
<h3>4. PROVES D'HIPÒTESI</h3>	<p>Dedicació: 37h</p> <p>Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 5h 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. 4.2. Criteri de Neyman Pearson per hipòtesis simples. 4.3. Extensió de Newman Pearson per hipòtesis unilaterals. 4.4. Test de la Raó de versemblança monòtona. 4.5 Test de la raó de versemblança generalitzat. 4.6 Prova <math>\chi^2</math> per a taules de contingència i bondat d'ajust.</p> <p>Activitats vinculades: Classes de teoria, sessions de problemes.</p> <p>Objectius específics: Dissenyar proves d'hipòtesis.</p>	

## 200132 - EST - Estadística

<p>5. ESTIMACIÓ PER INTERVAL.</p>	<p>Dedicació: 8h 10m</p> <p>Grup gran/Teoria: 2h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprentatge autònom: 4h 10m</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Interval de confiança</li> <li>5.2. Interval associat a quantitats pivotals.</li> <li>5.3. Interval associat 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'interval de confiança.</p>	
<p>6. MODEL LINEAL</p>	<p>Dedicació: 60h</p> <p>Grup gran/Teoria: 13h Grup petit/Laboratori: 7h 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> </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 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. Els entregables seràn tasques que s'hauran de lliurar al professor i que l'estudiant tindrà aproximadament una setmana per a realitzar.

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

$$NAC = 0.5 * N_{Final} + 0.25 * N_{Parcial} + 0.25 * N_{Entregables}$$

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

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos. Pel alumnes que assisteixin a l'examen extraordinari, la nota final serà el màxim de la nota de fi de curs (NF) i de la de l'examen extraordinari.

### 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: 2019  
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 - M-A, M-B  
MARCEL GUARDIA MUNARRIZ - M-A, M-B  
PAU MARTIN DE LA TORRE - M-A, M-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 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.

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</p> <p>Grup gran/Teoria: 18h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 36h</p>
<p>Descripció: 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</p> <p>Grup gran/Teoria: 0h Grup mitjà/Pràctiques: 10h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció: 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</p> <p>Grup gran/Teoria: 10h Grup mitjà/Pràctiques: 10h Aprentatge autònom: 30h</p>
<p>Descripció: 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</p> <p>Grup gran/Teoria: 11h Grup mitjà/Pràctiques: 0h Aprentatge autònom: 16h 30m</p>
<p>Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 15h
Descripció: 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 eliminatori (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  
981 - CRM - Centre de Recerca en Matemàtica  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: XAVIER CABRE VILAGUT  
Altres: Segon quadrimestre:  
XAVIER CABRE VILAGUT - M-A, M-B  
GYULA CSATO - M-B  
TOMÁS SANZ PERELA - M-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 abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat

## 200142 - EDPS - Equacions en Derivades Parcial

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

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/Teoria: 8h Grup mitjà/Pràctiques: 6h 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/Teoria: 10h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 8h 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/Teoria: 10h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 8h 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 Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprenentatge autònom: 15h
Descripció: 9. L'equació lineal del transport (ones viatgeres, característiques, estabilitat). 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).	
L'equació d'ones	Dedicació: 36h Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprenentatge autònom: 22h 30m
Descripció: 11. Tipus d'ones. Dispersió. Equació de la corda vibrant (derivació; energia; separació de variables). 12. L'equació d'ones a $\mathbb{R}$ (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. 13. L'equació d'ones a $\mathbb{R}^3$ i $\mathbb{R}^2$ (fórmules de Kirchoff i de Poisson; principi de Huygens).	

### 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: 2019  
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:  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
JOSE TOMAS LAZARO OCHOA - M-A  
MARIA MERCEDES OLLE TORNER - M-A, M-B  
JUAN RAMON PACHA ANDUJAR - M-A, M-B

### 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. 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

- 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 Grup gran/Teoria: 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 Grup gran/Teoria: 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 Grup gran/Teoria: 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 Grup gran/Teoria: 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  
 $NOTA=0.2AC+0.8\max(EFINAL,0.2EPARC+0.8EFINAL)$

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

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Bonet, C. et al. Càlcul numèric. Barcelona: Edit. UPC, 1994.
- Grau Sánchez, M.; Noguera, M. Càlcul numèric. Barcelona: Edic. UPC, 1993. ISBN 8476532563.
- 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. 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 - Programació Matemàtica

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JORDI CASTRO PÉREZ  
Altres: Primer quadrimestre:  
JORDI CASTRO PÉREZ - M-A, M-B  
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - M-A, M-B  
MARÍA PAZ LINARES HERREROS - M-A, M-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/Teoria: 4h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprentatge autònom: 16h</p>
<p>Descripció: 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/Teoria: 13h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 6h Grup petit/Laboratori: 3h Aprentatge autònom: 25h</p>
<p>Descripció: 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/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 8h 30m</p>
<p>Descripció: 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/Teoria: 7h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 16h</p>
<p>Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 11h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 7h Aprentatge autònom: 16h
Descripció: 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: 2019  
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 - M-A, M-B  
ABEL GARGALLO PEIRO - M-A, M-B  
ESTHER SALA LARDIES - M-A, M-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/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 13h 30m</p>
<p>Descripció: 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/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 13h 30m</p>
<p>Descripció: 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/Teoria: 12h Grup petit/Laboratori: 8h Aprentatge autònom: 27h</p>
<p>Descripció: Plantejament general: motivació, tipus i criteris d'aproximació. Interpolació polinòmica: teorema fonamental de l'àlgebra, existència i unicitat de solució. Interpolació de Lagrange. Fenòmen de Runge. Interpolació seccional (splines): caracterització com a espai vectorial, splines lineal C0, cúbic C1, cúbic C2 i natural. Propietats de convergència i adaptativitat. Aproximació per mínims quadrats: plantejament general i equacions normals per a espais vectorials, propietat d'ortogonalitat. Malcondicionament de les equacions normals. Famílies de polinomis ortogonals: plantejament i propietats.</p>	

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

4. Integració numèrica	Dedicació: 36h Grup gran/Teoria: 9h Grup petit/Laboratori: 6h Aprentatge autònom: 21h
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 12h Grup petit/Laboratori: 8h Aprentatge autònom: 27h
Descripció: 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. Introducció als mètodes numèrics per a la resolució d'equacions en derivades parcials: diferències finites 1D, conceptes bàsics del mètode dels elements finits.	

### Sistema de qualificació

L'assignatura s'avalua mitjançant exàmens (E) i exercicis proposats a classe (A), amb una mitjana ponderada

$$NF = 0.9E + 0.1A$$

on la nota d'exàmens es calcula com

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

amb un examen parcial (EP) i un examen final (EF).

A la convocatòria extraordinària E és la nota de l'examen extraordinari.

L'entrega dels exercicis no és obligatòria. Només s'avaluaran els exercicis entregats en les dates fixades.

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Deuffhard, 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  
723 - CS - Departament de Ciències de la Computació  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: ORIOL SERRA ALBO  
Altres: Segon quadrimestre:  
ALBERT ATSERIAS PERI - M-B  
SIMEON MICHAEL BALL - M-A  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
ORIOL SERRA ALBO - M-A, M-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

## 200161 - MD - Matemàtica Discreta

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 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

<p>1. Combinatòria</p>	<p>Dedicació: 72h</p> <p>Grup gran/Teoria: 15h Grup mitjà/Pràctiques: 11h Aprentatge autònom: 46h</p>
<p>Descripció:</p> <p>1.1 Combinatòria enumerativa. Principis enumeratius. Seleccions, paraules i distribucions. Propietats dels nombres binomials. Nombres multinomials. Doble compteig, Principi del colomar i Principi d'Inclusió i Exclusió. Particions de conjunts i d'enters. Estimació asimptòtica.</p> <p>1.2 Successions recurrents i funcions generadores. 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>	
<p>2. Probabilitat discreta</p>	<p>Dedicació: 25h</p> <p>Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció:</p> <p>Espais de probabilitat discrets. Independència i probabilitat condicionada. Variables aleatòries. Models aleatoris discrets. Esperança i variància. Desigualtats de Markov i Txebyshv. Introducció al mètode probabilístic.</p>	
<p>3. Teoria de grafs</p>	<p>Dedicació: 64h</p> <p>Grup gran/Teoria: 16h Grup mitjà/Pràctiques: 10h Aprentatge autònom: 38h</p>
<p>Descripció:</p> <p>3.1 Introducció. Recorreguts. Definicions bàsiques. Isomorfisme de grafs. Recorreguts. Grafs connexos. Distància i diàmetre. Conjunts de tall. k-connectivitat.</p> <p>3.2 Arbres. Definició i caracterització d'arbres. Arbres generadors. Nombre d'arbres generadors.</p> <p>3.3 Grafs eulerians i hamiltonians. Circuits i grafs eulerians. Caracterització dels grafs eulerians. Cicles i grafs hamiltonians. Teoremes de suficiència.</p> <p>3.4 Aparellaments, coloració i planaritat. Emparellaments. Emparellaments en grafs bipartits. Coloració de grafs. Nombre cromàtic. Grafs planaris. Fórmula d'Euler. Lema dels encreuaments.</p>	



## 200161 - MD - Matemàtica Discreta

### Sistema de qualificació

L'avaluació es basarà en un examen parcial eliminatori 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.

### Bibliografia

#### Bàsica:

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.

Cameron, Peter J. Combinatorics : topics, techniques, algorithms. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. ISBN 978-0521457613.

#### Complementària:

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

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 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.

Bondy, J. A; Murty, U. S. R. Graph theory. New York: Springer, cop. 2008. ISBN 9781846289699.

## 200162 - ALGO - Algorísmia

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 723 - CS - Departament de Ciències de la Computació  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: SALVADOR ROURA FERRET

Altres: Primer quadrimestre:  
ALBERT ATSERIAS PERI - M-A, M-B, M-C  
ENRIC RODRIGUEZ CARBONELL - M-A, M-B, M-C  
SALVADOR ROURA FERRET - M-A, M-B, M-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 voraçs. 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: 2019  
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 - M-A  
ALVARO MESEGUER SERRANO - M-A

### 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 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.
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. 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 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 Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 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 Grup gran/Teoria: 10h Grup mitjà/Pràctiques: 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 Grup gran/Teoria: 19h Grup mitjà/Pràctiques: 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: 2019  
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 - M-A  
TIMOTHY MYERS - M-A  
JORDI SALUDES CLOSA - M-A  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - M-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 reduïts i estudien un problema diferent cada grup. El problema són 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. 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 professionals i d'emprenedoria 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'emprenedoria 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 Grup petit/Laboratori: 31h 30m 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 Grup gran/Teoria: 31h 30m 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 professionals i 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: 2019  
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 - M-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 Grup gran/Teoria: 10h Grup petit/Laboratori: 10h Aprentatge autònom: 30h
Descripció: Cossos. Extensions. Extensions finites, simples, finitament generades, algebraiques, transcendents. Reticle de subextensions. Extensió d'immersions, K-immersions, K-automorfismes, conjugació Extensions normals. Clausura normal. Clausura algebraica. Separabilitat. Extensions separables i purament inseparables. Grau de separabilitat.	
Teoria de Galois	Dedicació: 50h Grup gran/Teoria: 10h Grup petit/Laboratori: 10h Aprentatge autònom: 30h
Descripció: Extensions de Galois, grup de Galois, correspondència de Galois. Teorema d'Artin i teorema fonamental de la teoria de Galois. Exemples: extensions quadràtiques i multiquadràtiques, extensions ciclotòmiques, extensions de cossos finits, ... Grup de Galois d'un polinomi. Exemples: graus 2, 3 i 4. Polinomis simètrics, discriminant, resolvent i resultant. Aplicacions.	
Aplicacions	Dedicació: 50h Grup gran/Teoria: 10h Grup petit/Laboratori: 10h Aprentatge autònom: 30h
Descripció: Resolucions de la cúbica i la quàrtica: fórmules de Tartaglia i Cardano. Extensions cíclics. Teorema 90 de Hilbert. Extensions d'Artin-Schreier. Caracterització de les equacions polinòmiques resolubles per radicals. Impossibilitat de resolució de la quintica general. 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: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JAUME AMOROS TORRENT  
Altres: Segon quadrimestre:  
JAUME AMOROS TORRENT - M-A  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - M-A

### Horari d'atenció

Horari: S'anunciarà a classe i a Atenea.

### 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.
- \* Calcular amb Matlab/Octave.

### 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.

## 200202 - TOPA - Topologia 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 a 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

\* Familiaritzar a l'alumne amb el càlcul de l'homologia (grups i generadors) en un ventall ampli d'espais topològics i versions de l'homologia, a mà i a màquina.

\* Mostrar aplicacions geomètriques de l'homologia, tant d'abast teòric com aplicat al reconeixement d'imatges i l'Anàlisi Topològica de Dades.

### 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

#### Temari

Dedicació: 120h

Grup gran/Teoria: 30h

Grup mitjà/Pràctiques: 30h

Aprenentatge autònom: 60h

#### Descripció:

Tema 1: Poliedres

Poliedres simplicials, nus, estrella, morfismes.

Homologia simplicial. Orientació i signe. Interpretació dels grups zero i u.

Teoria 3h, problemes 4h, treball personal 5h

Tema 2: Àlgebra homològica

Complexes de cadenes. Morfismes. Homotopies. Invariància homotòpica de l'homologia.

Lema de la serp, successió exacta llarga d'homologia. Casos de Mayer-Vietoris simplicial i homologia relativa.

Teoria 6h, problemes 8h, treball personal 16h

Tema 3: Homologia singular i celular

Homologia singular. Mayer-Vietoris, adjunció celular.

Homologia celular. Künneth.

Teoria 4h, problemes 4h, treball personal 6h

Tema 4: Homologia de varietats

Varietats llises i varietats simplicials. Homologia local, homologia de grau màxim.

Intersecció. Dualitat de Poincaré.

Descomposició celular associada a una funció de Morse.

Teoria 5h, problemes 6h, treball personal 8h

Tema 5: Anàlisi topològica de dades

Codis de barres i homologia persistent.

Aplicacions: reconeixement d'imatges, estructura de les imatges naturals.

Teoria 8h, problemes 4h, treball personal 12h

Dedicació dels 5 temes:

Teoria 26h

Problemes 26h

Treball personal 47h

Pràctica de càlcul per ordinador: 4h teoria, 4h problemes, 13h treball personal.

## 200202 - TOPA - Topologia Algebraica

### Sistema de qualificació

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

$$N = \max \{ 0.5 \cdot E + 0.2 \cdot \text{PAR} + 0.3 \cdot \text{PRAC}, 0.7 \cdot E + 0.3 \cdot \text{PRAC} \}$$

on E serà la nota obtinguda per l'estudiant en un examen global que es farà al final del quadrimestre, PAR serà la nota obtinguda en un examen parcial que es farà cap a la meitat del quadrimestre, i PRAC serà la nota d'una pràctica de l'assignatura que l'estudiant desenvoluparà al llarg del quadrimestre.

### Bibliografia

#### Bàsica:

Edelsbrunner, Herbert; Harer, John. Computational Topology : an introduction. AMS, 2010. ISBN 978-0-8218-4925-5.

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

#### Complementària:

Milnor, John. Morse Theory. Princeton U.P., 1963.

Munkres, James R. Elements of algebraic topology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1984.

Ghrist, Robert. Elementary applied topology. 1.0. Amazon, 2014. ISBN 978-1502880857.

Ghrist, Robert. "Barcodes: the persistent topology of data". Bulletin of the American Mathematical Society (New Series) [en línia]. Disponible a: <[http://www.ams.org/journals/bull/all\\_issues.html](http://www.ams.org/journals/bull/all_issues.html)>.

## 200203 - VD - Varietats Diferenciables

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE  
Altres: Primer quadrimestre:  
JAIME FRANCH BULLICH - M-A  
FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE - M-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 avaluables. 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 Grup gran/Teoria: 30h Grup mitjà/Pràctiques: 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, L. Differentiable manifolds. 2nd ed. Boston: Birkhauser, 2008. ISBN 978-0817647667.

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: 2019  
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 - M-A  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - M-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 a 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 Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup petit/Laboratori: 7h 30m Aprentatge autònom: 22h 30m</p>
<p>Descripció: Conjunts algebraics afins i projectius. El Nullstellensatz de Hilbert. Corbes algebraiques. Punts llisos i singulars. Con tangents. Teoria d'intersecció de corbes planes. Resultant i multiplicitat d'intersecció. El Teorema de Bézout. Fórmules de Plücker. 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 Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup petit/Laboratori: 7h 30m Aprentatge autònom: 22h 30m</p>
<p>Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup petit/Laboratori: 7h 30m Aprentatge autònom: 22h 30m</p>
<p>Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup petit/Laboratori: 7h 30m Aprentatge autònom: 22h 30m</p>
<p>Descripció: 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: 2019  
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:  
JUAN CARLOS FELIPE NAVARRO - M-A  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - M-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 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.
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 Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 6h Aprenentatge autònom: 18h
Descripció: - Espais de Banach - Exemples - Operadors lineals i norma - Resultats bàsics sobre operadors lineals i fitats (aplicació oberta, gràfica tancada, acotació uniforme)	
Espais de Hilbert	Dedicació: 45h Grup gran/Teoria: 9h Grup petit/Laboratori: 9h Aprenentatge autònom: 27h
Descripció: - Producte escalar - Teorema de la projecció - Teoremes de representació: Riesz-Frechet, Lax-Milgram - Adjunts en espais de Hilbert - Bases ortonormals	
Aplicacions	Dedicació: 45h Grup gran/Teoria: 9h Grup petit/Laboratori: 9h Aprenentatge autònom: 27h
Descripció: - Motivació; problemes de contorn en dimensió 1. - Espais de Sobolev - Solucions febles/fortes en dimensió 1 i dimensió n - Problemes d'existència/unicitat i regularitat - Ecuacions de Laplace i de la calor - Introducció a les ecuacions no lineals	

## 200211 - AF - Anàlisi Funcional

Operadors compactes	Dedicació: 30h Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 6h Aprentatge autònom: 18h
Descripció: - Propietats - Espectre - Alternativa de Fredholm - 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'avalua a partir de les entregues i exposicions de problemes realitzats durant el curs. La nota final, calculada així, es podrà veure incrementada, segons el desenvolupament del 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). Anàlisi funcional: teoria 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: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Anglès

### Professorat

Responsable: JOSEP MARIA OLM MIRAS  
Altres: Primer quadrimestre:  
JAIME FRANCH BULLICH - M-A  
JOSEP MARIA OLM MIRAS - M-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 Grup gran/Teoria: 4h
Sistemes lineals: versió espai d'estats	Dedicació: 6h Grup gran/Teoria: 6h
Sistemes lineals: versió entrada-sortida	Dedicació: 6h Grup gran/Teoria: 6h
Estabilitat	Dedicació: 4h Grup gran/Teoria: 4h
Resposta temporal	Dedicació: 6h Grup gran/Teoria: 6h
Diseny de controladors	Dedicació: 4h Grup gran/Teoria: 4h
Sistemes no lineals: controlabilitat i observabilitat	Dedicació: 6h Grup gran/Teoria: 6h
Linealització de sistemes. Platitud. Disseny de controladors	Dedicació: 6h Grup gran/Teoria: 6h

## 200212 - TCL - Teoria de Control

Control en mode de lliscament	Dedicació: 6h Grup gran/Teoria: 6h
Control adaptatiu	Dedicació: 5h Grup gran/Teoria: 5h
Presentació i defensa de treballs	Dedicació: 7h Grup gran/Teoria: 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: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JOAQUIM PUIG SADURNI  
Altres: Primer quadrimestre:  
AMADEU DELSHAMS I VALDES - M-A  
GEMMA HUGUET CASADES - M-A  
JOAQUIM PUIG SADURNI - M-A

### Capacitats prèvies

Coneixements bàsics sobre la teoria d'equacions diferencials ordinàries (desenvolupats a l'assignatura d'Equacions Diferencials).

Coneixements bàsics sobre la resolució numèrica d'equacions diferencials ordinàries (desenvolupats a l'assignatura de Càlcul Numèric).

### 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.



## 200213 - SD - Sistemes Dinàmics

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 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 a ampliar aquest coneixement.

### Metodologies docents

L'assignatura consta de quatre hores setmanals que es distribuïran en dues hores setmanals enfocades a aspectes teòrics, explicats a la secció de continguts, i dues a aplicacions, sessions de problemes i sessions de pràctiques.

A les classes pràctiques s'alternaran problemes que per la seva rellevància els farà el/la professor/a a la pissarra, sessions de pràctiques amb programari específic per a sistemes dinàmics, que s'explicarà de forma autocontinguda i sessions de problemes prèviament seleccionats perquè els realitzin els/les alumnes a la pissarra i posteriorment els entreguin de forma escrita.

Per afavorir l'aprenentatge autònom dels/les estudiants, se'ls assignarà, atenent a les seves preferències, un projecte d'ampliació que pot tenir caràcter teòric, numèric o mixt. El treball s'haurà d'exposar, davant de la resta d'estudiants, en unes sessions extraordinàries al final de curs.

Hi haurà un examen de repàs de continguts a final de curs on hi podran aparèixer tant preguntes teòriques curtes com problemes similars als fets a classe.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Com a objectius d'aprenentatge es vol que, un cop cursada l'assignatura, el/la estudiant tingui al seu abast un conjunt de tècniques i resultats que li permetin abordar els aspectes bàsics de la descripció i anàlisi de sistemes dinàmics, ja siguin discrets o modelats a través d'equacions diferencials. Addicionalment es vol que tingui una visió àmplia de les diferents línies d'aplicacions i recerca que tenen els sistemes dinàmics (com ara la mecànica celeste, l'estudi d'objectes invariants o la biologia matemàtica) i que tingui eines bàsiques per a la seva simulació i estudi quantitatiu a través d'eines computacionals.

### 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 Unidimensional</p>	<p>Dedicació: 17h</p> <p>Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció: Aplicacions de l'interval. Tipus d'òrbites. Estudi de la família quadràtica. Dinàmica simbòlica. Shift de Bernouilli. Caos en aplicacions de l'interval. Definicions. Exponents de Lyapunov.</p>	
<p>Sistemes Lineals</p>	<p>Dedicació: 17h</p> <p>Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció: Sistemes lineals. Classificació de sistemes lineals. Sistemes lineals no autònoms. Estabilitat i conjugació de sistemes periòdics.</p>	
<p>Objectes invariants de fluxos i difeomorfismes</p>	<p>Dedicació: 59h</p> <p>Grup gran/Teoria: 10h Grup petit/Laboratori: 10h Aprentatge autònom: 39h</p>
<p>Descripció: Punts crítics de camps i punts fixos de difeomorfismes. Òrbites periòdiques de camps. Aplicació de Poincaré. Exponents de Lyapunov. Punts hiperbòlics. Varietats estable i inestable. Conjugació i equivalència. Teorema del redreçament del flux. Teorema de Hartman. Punts no hiperbòlics. Teorema de la varietat central</p>	
<p>Fluxos en el pla</p>	<p>Dedicació: 17h</p> <p>Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció: Sistemes plans. Teorema de Poincaré-Bendixson. Sistemes de Liénard. Cicles límits i aplicacions en biologia. Introducció a la teoria de bifurcacions</p>	

## 200213 - SD - Sistemes Dinàmics

Dinàmica Global	Dedicació: 40h Grup gran/Teoria: 8h Grup petit/Laboratori: 8h Aprentatge autònom: 24h
Descripció: Varietats invariants globals. Punts homoclínic i heteroclínic. La ferradura de Smale. Teorema homoclínic de Smale. Escissió de separatrís. Mètode de Poincaré-Melnikov-Arnol'd. Aplicacions.	

**Sistema de qualificació**

Hi haurà un examen a final de curs on hi podran aparèixer tant preguntes teòriques curtes com problemes similars als fets a classe.

La nota de l'examen correspondrà a un 35% de la nota final.

S'avaluarà l'exposició oral i la resolució escrita dels problemes assignats, així com la participació en les sessions pràctiques d'ordinadors. Aquesta nota correspondrà a un 25% 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 de com a màxim de dues persones.

## 200213 - SD - Sistemes Dinàmics

### 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.
- Strogatz, Steven H. Nonlinear dynamics and chaos : with applications to physics, biology, chemistry and engineering. Cambridge: Perseus, 1994. ISBN 978- 0738204536.
- Meiss, J. D. Differential dynamical systems. Philadelphia: Society for Industrial & Applied Mathematics, 2007. ISBN 978-0-89871-635-1.
- Robinson, Clark. Dynamical systems : stability, symbolic dynamics, and chaos. 2nd ed. Boca Raton, Fla., [etc.]: CRC Press, 1999. ISBN 0849384958.
- Wiggins, Stephen. Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos. 2nd ed. New York [etc.]: Springer-Verlag, cop. 2003. ISBN 978-0-387-00177-7.

## 200223 - MF - Matemàtica Financera

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2019  
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 - M-A  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - M-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: 2019  
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 - M-A  
MARIA JOSE SERNA IGLESIAS - M-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 en particular de 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.

5. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

GM-CE1. CE-1. Proposar, analitzar, validar i interpretar models de situacions reals senzilles, mitjançant les eines matemàtiques més adients als objectius que es vol aconseguir.

GM-CE3. 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:

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.

GM-CB1. 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.

GM-CB2. 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.

## 200231 - AIC - Algorísmia i Complexitat

GM-CB3. 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.

### 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.

#### 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.

#### 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

## 200231 - AIC - Algorísmia i Complexitat

Algorísmica I Complexitat	Dedicació: 5h Grup gran/Teoria: 2h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprentatge autònom: 1h
<p>Descripció: Repas breu de les tècniques bàsiques d'esquemes algorísmics: dividir i vencer, greedy I PD Complexitat I Randomització d'algorismes Algorismes numèrics i criptografia Hashing I Criptohashing: Blockchain Complexitat II</p> <p>Objectius específics: Donar una introducció a l'algorísmia i complexitat avançades</p>	

### 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.

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: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Anglès

### Professorat

Responsable: SIMEON MICHAEL BALL  
Altres: Primer quadrimestre:  
SIMEON MICHAEL BALL - M-A  
ORIOI SERRA ALBO - M-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 EFICACIÓ 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 Grup gran/Teoria: 5h Grup petit/Laboratori: 5h Aprenentatge autònom: 15h
Descripció: Descripció: Classes combinatòries i funcions generadores ordinàries. Operacions. Classes etiquetades i funcions generadores exponencials. Paràmetres i distribucions discretes.	
2. Enumeració amb simetries	Dedicació: 15h Grup gran/Teoria: 3h Grup petit/Laboratori: 3h Aprenentatge autònom: 9h
Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 6h Aprenentatge autònom: 18h
Descripció: Descripció: Quadrats llatins. Teorema de Hall. Permanents. Ortogonalitat. Espais lineals. Plans projectius i afins. Geometries projectives. Nombres gaussians.	
4. Connectivitat de grafs	Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 4h Aprenentatge autònom: 12h
Descripció: Descripció: Estructura dels grafs 2-connexos i 3-connexos. Aplicació: teorema de Kuratowski. Teorema de Menger.	

## 200232 - CITG - Combinàtoria i Teoria de Grafs

<p>5. Aparellaments</p>	<p>Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 12h</p>
<p>Descripció: Descripció: Aparellaments en grafs bipartits. Teorema de Tutte. Teorema de Petersen.</p>	
<p>6. Coloracions</p>	<p>Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 12h</p>
<p>Descripció: Descripció: Teorema de Brooks. Coloracions d'arestes: teorema de Vizing. Llista-coloracions. Teorema de Galvin.</p>	
<p>7. Teoria extremal de grafs</p>	<p>Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 12h</p>
<p>Descripció: Descripció: Grafs complets: teorema de Turán. Teorema d'Erdos-Stone. Grafs bipartits complets. Cicles parells.</p>	

### 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 (Parcial + 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: 2019  
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 - M-A  
MARIA ROSA MASSA ESTEVE - M-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.

## 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. Les relacions entre les diferents contribucions assenyalen el camí.

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.

Les capacitats a adquirir es dedueixen d'aquests objectius.

### 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 Grup gran/Teoria: 5h Grup petit/Laboratori: 5h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció: Les tauletes cuneïformes. Els papirs egipcis. El paper Rhind. La ciència grega. Els Pitagòrics. El problema de la incommensurabilitat. 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 Grup gran/Teoria: 5h Grup petit/Laboratori: 5h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció: Els inicis de l'àlgebra. Mohamed Ben Musa al-Khwarizmi (850 dC.). Els inicis de la trigonometria plana i primers desenvolupaments trigonomètrics. Càlcul i mercaderies a la matemàtica medieval. Geometria i art. Leon Battista Alberti (1404-1472) i Leonardo da Vinci (1452-1519). L'Art Major a la Península Ibèrica. 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 Grup gran/Teoria: 5h Grup petit/Laboratori: 5h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció: 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). 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 Grup gran/Teoria: 5h Grup petit/Laboratori: 5h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció: 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 Grup gran/Teoria: 5h Grup petit/Laboratori: 5h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció: El càlcul de Newton i Leibniz. Debats sobre els fonaments del càlcul. Sèries de potències: Newton i el teorema general del binomi (1664-1665). 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 Grup gran/Teoria: 5h Grup petit/Laboratori: 5h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció: 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). La notació E i d. Introducció a la integració de funcions reals d'Euler (1768). Cauchy (1823) i el teorema fonamental del càlcul.</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.
- 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.
- Katz, Victor (ed.). The Mathematics of Egypt, Mesopotamia, China, India and Islam: a sourcebook Nou llibre. Princeton University Press, 2007. ISBN 9780691114859.
- Stedall, Jacqueline. The history of mathematics: a very short introduction. 2012. ISBN 9780199599684.

#### Complementària:

- 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.
- 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.
- Baron, Margaret E.. The Origins of infinitesimal calculus. New York, 1987.
- Grattan-Guinness, I. Companion encyclopedia of the history and philosophy of the mathematical sciences. London: New York : Routledge, 1994. ISBN 9780415037853.

## 200246 - AABS - Àlgebra Abstracta

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 3 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JOSE BURILLO PUIG  
Altres: Primer quadrimestre:  
JOSE BURILLO PUIG - M-A  
ENRIC VENTURA CAPELL - M-A

### Capacitats prèvies

Uns mínims conceptes d'àlgebra, estructures, subestructures, homomorfismes. Les capacitats apreses a les assignatures de Fonaments de la Matemàtica i Estructures Algebraiques són perfectament adequades.

### Requisits

Encara que no seria estrictament necessari, és molt recomanable haver cursat prèviament l'assignatura d'Estructures Algebraiques.

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

#### Específiques:

- GM-CE2. 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.
- GM-CE4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
- GM-CE6. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

#### Genèriques:

- GM-CB5. 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.
- GM-CG1. 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.
- GM-CB4. 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.
- GM-CG2. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
- GM-CG3. 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.
- GM-CG4. 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.
- GM-CG6. 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:

## 200246 - AABS - Àlgebra Abstracta

04 COE. 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.

07 AAT. 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

Dues hores setmanals de teoria i problemes combinats. Hi haurà problemes per entregar i corregir.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Com a continuació de l'assignatura d'Estructures Algebraiques, on s'introdueixen els grups i s'estudien els grups finits, aquí s'estudien els grups infinits mitjançant l'eina fonamental, que són les presentacions. Es defineix el concepte de presentació, generadors i relacions, com trobar-les per a un grup donat, i els exemples més bàsics, tant per grups finits com infinits. Finalment, es defineixen els diferents tipus de productes de grups i es calculen les seves presentacions. A la segona part del curs, s'estudien els subgrups del grup lliure mitjançant ls grafs de Stallings

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 75h	Hores grup gran:	15h	20.00%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	15h	20.00%
	Hores activitats dirigides:	0h	0.00%
	Hores aprenentatge autònom:	45h	60.00%



## 200246 - AABS - Àlgebra Abstracta

### Continguts

<p><b>Grups</b></p>	<p>Dedicació: 10h</p> <p>Grup gran/Teoria: 2h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprentatge autònom: 6h</p>
<p>Descripció: Grups, subgrups, subgrups normals, classes laterals.</p> <p>Objectius específics: Introducció als grups i la seva estructura, amb els primers conceptes elementals. El concepte clau de subgrup normal i les classes laterals.</p>	
<p><b>Grups lliures</b></p>	<p>Dedicació: 15h</p> <p>Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció: Grups lliures i la seva propietat universal. Existència. Paraules reduïdes, existència i unicitat.</p> <p>Objectius específics: Entendre el grup lliure com a grup bàsic del qual tot altre grup és quocient. Demostrar que el grup lliure existeix. Definir les paraules reduïdes i demostrar que estan en bijecció amb els elements.</p>	
<p><b>Presentacions</b></p>	<p>Dedicació: 15h</p> <p>Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció: Presentacions. Generadors. Clausura normal. Relacions. Presentacions dels grups més comuns.</p> <p>Objectius específics: Estudi detallat de la presentació com a eina fonamental per l'estudi dels grups infinits. Sistemes de generadors d'un grup. La clausura normal d'un subconjunt, subgrup de relacions. Presentacions dels grups més habituals: simètrics, diedrals, abelians lliures, lliures, nilpotents, grups de trenes.</p>	

## 200246 - AABS - Àlgebra Abstracta

Subgrups del grup lliure

Dedicació: 35h

Grup gran/Teoria: 7h

Grup mitjà/Pràctiques: 7h

Aprentatge autònom: 21h

Descripció:

Estudi dels subgrups del grup lliure en base als grafs de Stallings. Bijecció entre subgrups i grafs. Resolució del problema de la paraula i del membership problem. Subgrups d'índex finit. Core grafs. Qüestions algorísmiques sobre el grup lliure.

### Sistema de qualificació

Els problemes presentats seran avaluats, així com un procés d'avaluació final, bé un treball relacionat amb l'assignatura o bé un examen.

### Bibliografia

Bàsica:

Bogopolskij, Oleg Vladimirovic. Introduction to group theory. Zürich: European Mathematical Society, cop. 2008. ISBN 9783037190418.

Lyndon, Roger C; Schupp, Paul E. Combinatorial group theory. Berlin: Springer, 1977. ISBN 9783540411581.

## 200247 - MODC - Modelització Computacional

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental  
749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Anglès

### Professorat

Responsable: SONIA FERNANDEZ MENDEZ  
Altres: Segon quadrimestre:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - M-A  
JOSE JAVIER MUÑOZ ROMERO - M-A  
PABLO SAEZ VIÑAS - M-A

### Horari d'atenció

Horari: Veure versió en anglès.

### Capacitats prèvies

Veure versió en anglès.

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

#### Específiques:

- GM-CE2. 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.
- GM-CE1. CE-1. Proposar, analitzar, validar i interpretar models de situacions reals senzilles, mitjançant les eines matemàtiques més adients als objectius que es vol aconseguir.
- GM-CE3. 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.
- GM-CE4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
- GM-CE6. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

#### Genèriques:

- GM-CB5. 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.
- GM-CG1. 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.
- GM-CB4. 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.
- GM-CG2. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
- GM-CG3. 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.

## 200247 - MODC - Modelització Computacional

GM-CG4. 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.

GM-CG6. 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:

04 COE. 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.

05 TEQ. 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.

07 AAT. 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.

01 EIN. 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.

02 SCS. 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.

### Metodologies docents

Veure versió en anglès.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

.Veure versió en anglès.

### 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%

## 200247 - MODC - Modelització Computacional

### Continguts

Verificació i validació de models computacionals	Dedicació: 2h Grup gran/Teoria: 2h
<p>Descripció: Exemples de models computacionals i la rellevància de la seva validació (correspondència entre model i fenòmens reals) i verificació (avaluació de la qualitat de la solució numèrica) en la modelització computacional i en experiments de laboratori.</p>	
Simulació de sistemes de partícules	Dedicació: 15h Grup gran/Teoria: 15h
<p>Descripció: Modelització de la interacció entre partícules amb potencial associat. Simulació de sistemes amb diferents escales: configuracions de partícules de cadena (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=_dQJBBkIpQQ">https://www.youtube.com/watch?v=_dQJBBkIpQQ</a>) o molècules (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ILFEqKI3sm4">https://www.youtube.com/watch?v=ILFEqKI3sm4</a>), cel·la monocapa sistemes o sistemes multicèntrics, com a aproximació a la simulació de sistemes amb gran quantitat de partícules (<a href="http://sbel.wisc.edu/Animations">http://sbel.wisc.edu/Animations</a>). Plantejament del sistema d'EDOs i solució numèrica. Anàlisi de propietats d'estabilitat dels algorismes d'integració temporal. Extensió a problemes amb restriccions (conservació de volum, contacte, etc.). Anàlisi de sistemes amb canvi de veïns.</p>	
El Laplaciana en modelització computacional	Dedicació: 13h Grup gran/Teoria: 13h
<p>Descripció: Modelització matemàtica amb operador de Laplace i aplicacions: equació de calor, flux en un mitjà porós, potencial de flux, potencial elèctric. Derivació de l'EDP i les condicions de contorn per a cada aplicació (modelització). Conceptes bàsics sobre la solució numèrica amb el mètode d'elements finits (MEF): forma feble, discretització, implementació en Matlab. Avaluació de la qualitat de la solució numèrica. Solució de problemes particulars amb l'aplicació de la vida real. Discretització i integració del temps per a problemes transitoris.</p>	
El MEF per la simulació de fluxes cel·lulars	Dedicació: 15h Grup gran/Teoria: 15h
<p>Descripció: Modelització del flux d'actina en una cèl·lula viva: equació de transició de convecció-difusió-reacció. Condicions de contorn. Tècniques de discretització i estabilització del FEM per als problemes dominats per la convecció. Anàlisi de l'efecte del flux d'actina en la migració cel·lular. Visiteu <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xtpaymWR22E">https://www.youtube.com/watch?v=xtpaymWR22E</a></p>	

## 200247 - MODC - Modelització Computacional

Transport de contaminants	Dedicació: 15h Grup gran/Teoria: 15h
<p>Descripció: Solució numèrica d'un problema de transport de contaminants en l'aire, vegeu <a href="https://www.youtube.com/watch?v=LsVQj8fifIU">https://www.youtube.com/watch?v=LsVQj8fifIU</a>. Modelització computacional de filtres de carbó activat (AC): flux d'aire en el filtre, adsorció i desorció en els grans de AC, problema de reacció de convecció-difusió (no lineal) a escala de filtre, consulteu <a href="https://www.youtube.com/watch?v=LsVQj8fifIU">https://www.youtube.com/watch?v=LsVQj8fifIU</a> Aplicació al disseny d'un filtre de CA per a un automòbil: efecte de cambres d'aire, parets interiors, etc. Introducció als volums finits i mètodes discontinus de Galerkin per a problemes amb fronts verticals.</p>	

### Sistema de qualificació

50% evaluació continuada (exercicis, treballs pràctics, presentacions orals) + 50% examen

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Hairer, E; Lubich, Christian; Wanner, Gerhard. Geometric Numerical Integration [Recurs electrònic] : structure-Preserving Algorithms for Ordinary Differential Equations [en línia]. Berlin, Heidelberg: Springer, 2006 Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/3-540-30666-8>>. ISBN 978-3-540-30666-5.
- Griebel, Michael; Zumbusch, Gerhard W; Knapek, Stephan. Numerical simulation in molecular dynamics [Recurs electrònic] : Numerics, Algorithms, Parallelization, Applications [en línia]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007 Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-68095-6>>. ISBN 978-3-540-68095-6.
- Quarteroni, Alfio. Numerical models for differential problems [Recurs electrònic] [en línia]. Milano: Springer Milan, 2009 Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-88-470-1071-0>>. ISBN 978-88-470-1071-0.
- Donea, Jean M; Huerta, Antonio. Finite element methods for flow problems [en línia]. Chichester: John Wiley & Sons, cop. 2003 Disponible a: <<http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0470013826>>. ISBN 978-0-471-49666-3.
- Rodríguez-Ferran, A., Sarrate, J. and Huerta, A.. "Numerical modelling of void inclusions in porous media". International Journal for Numerical Methods in Engineering [en línia]. 2004 [Consulta: 31/05/2018]. Disponible a: <[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1097-0207](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1097-0207)>.
- Mogilner, A. ; Edelstein-Keshet, L. "Regulation of actin dynamics in rapidly moving cells: a quantitative analysis.". Biophysical Journal [en línia]. [Consulta: 31/05/2018]. Disponible a: <<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT=318&pmid=36123&clientId=41459>>.
- Pollard TD ; Cooper JA. "Actin, a central player in cell shape and movement.". Science [en línia]. doi: 10.1126/science.1175862 [Consulta: 31/05/2018]. Disponible a: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19965462>>.
- Pérez-Foguet, A.; Casoni, E.; Huerta, A. "Dimensionless analysis of HSDM and application to simulation of breakthrough curves of highly adsorbent porous media.". Journal of environmental engineering (ASCE) [en línia]. 10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000665 [Consulta: 31/05/2018]. Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2117/26352>>.

## 200248 - MNED - Mètodes Numèrics per a Equacions Diferencials

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Anglès

### Professorat

Responsable: JAUME SOLER VILLANUEVA  
Altres: Primer quadrimestre:  
ESTHER SALA LARDIES - M-A  
JAUME SOLER VILLANUEVA - M-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.
14. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials

## 200248 - MNED - Mètodes Numèrics per a Equacions Diferencials

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. 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'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

L'objectiu d'aquesta assignatura és proporcionar una base teòrica i pràctica sòlida en mètodes numèrics per a la resolució d'equacions diferencials tant ordinàries (EDO) com en derivades parcials (EDP), que permeti a l'estudiant seguir assignatures de modelització i d'aplicació de les equacions diferencials a les ciències i l'enginyeria.

Capacitats a adquirir:

- Familiarització amb els mètodes Runge-Kutta i Lineals Multipàs per a les EDO i de Diferències Finites i Elements Finites per a les EDP.
- Visió general dels aspectes computacionals més importants que apareixen en la resolució numèrica de problemes descrits mitjançant equacions diferencials.
- 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.





## 200248 - MNED - Mètodes Numèrics per a Equacions Diferencials

### 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%

## 200248 - MNED - Mètodes Numèrics per a Equacions Diferencials

### Continguts

<p>1. Equacions ordinàries. Nocions bàsiques. Error de truncament i ordre d'un mètode. Convergència</p>	<p>Dedicació: 15h</p> <p>Grup gran/Teoria: 3h Grup petit/Laboratori: 3h Activitats dirigides: 2h Aprentatge autònom: 7h</p>
<p>Descripció: Problemes de valor inicial i de valor a la frontera. Els mètodes d'Euler, Euler millorat i Euler implícit. Error de truncament local i global. Ordre d'un mètode. Estimació numèrica de l'ordre. Convergència.</p>	
<p>2. Mètodes de Runge-Kutta i lineals multipàs. Implementació</p>	<p>Dedicació: 24h</p> <p>Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 6h Activitats dirigides: 3h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció: Mètodes de Runge-Kutta. Generalitats sobre mètodes lineals multipàs. Mètodes d'Adams-Bashforth i Adams-Moulton. Mètodes BDF. Mètodes predictor-corrector. Condicions de consistència, estabilitat i convergència. Estimació de l'error local i adaptació del pas. Implementacions comercials i freeware.</p>	
<p>3. Problemes stiff</p>	<p>Dedicació: 18h</p> <p>Grup gran/Teoria: 3h Grup petit/Laboratori: 3h Activitats dirigides: 3h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció: Problemes stiff. Regió d'estabilitat absoluta d'un mètode. Mètodes implícits. Exemples. L'equació de van der Pol. Exploració numèrica de problemes stiff.</p>	
<p>4. Equacions en derivades parcials (EDP). Conceptes generals sobre la resolució numèrica</p>	<p>Dedicació: 26h</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h Grup petit/Laboratori: 5h Activitats dirigides: 4h Aprentatge autònom: 12h</p>
<p>Descripció: Problemes en enginyeria i ciències aplicades que habitualment necessiten resolució numèrica d'EDP. EDP lineals de 2n ordre: classificació, interpretació física. Aspectes fonamentals de la resolució numèrica. Condicions de contorn.</p>	

## 200248 - MNED - Mètodes Numèrics per a Equacions Diferencials

<p>5. Solució numèrica d'EDP amb el Mètode de les Diferències Finites (MDF)</p>	<p>Dedicació: 26h Grup gran/Teoria: 5h Grup petit/Laboratori: 5h Activitats dirigides: 4h Aprentatge autònom: 12h</p>
<p>Descripció: Operadors en diferències. Discretització de l'equació parabòlica unidimensional amb el Mètode de Diferències Finites (MDF). Sistemes d'equacions en diferències. Anàlisi de convergència, estabilitat i consistència. Problemes multidimensionals i aplicacions. Discretització amb el MDF. Limitacions en comparació amb el Mètode dels Elements Finites (MEF).</p>	
<p>6. Solució numèrica d'equacions parabòliques i el·líptiques amb el MEF</p>	<p>Dedicació: 26h Grup gran/Teoria: 5h Grup petit/Laboratori: 5h Activitats dirigides: 4h Aprentatge autònom: 12h</p>
<p>Descripció: 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>7. Control de la qualitat de la solució</p>	<p>Dedicació: 15h Grup gran/Teoria: 3h Grup petit/Laboratori: 3h Activitats dirigides: 2h Aprentatge autònom: 7h</p>
<p>Descripció: Necessitat de garantir la qualitat de la solució. Conceptes de verificació i validació. Conceptes bàsics d'estimació de l'error, estimació orientada a magnituds d'interès. Remallat i adaptivitat.</p>	

### 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.

## 200248 - MNED - Mètodes Numèrics per a Equacions Diferencials

### 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:

- Butcher, J. C. Numerical methods for ordinary differential equations. Wiley, 2016.
- Dekker, K.; Verwer, J.G. Stability of Runge-Kutta methods for stiff nonlinear differential equations. 1a. Elsevier, 1984.
- Shampine, L. F.; Gladwell, I.; Thompson, S. Solving ODEs with MATLAB. Cambridge University Press, 2003. ISBN 978-0521530946.
- Hoffman, Joe D. Numerical methods for engineers and scientists. 2nd. New York: Marcel Dekker, 2001. ISBN 0824704436.
- Quarteroni, Alfio. Numerical models for differential problems [en línia]. Springer Verlag-Milano, 2009. Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-88-470-1071-0>>. ISBN 9788847010710.
- Zienkiewicz, O. C.; Taylor, R. L. The finite element method [en línia]. 6th. Oxford: Butterworth Heinemann, Disponible a: <<https://www.sciencedirect.com/science/book/9780750664318>>. ISBN 0750650494.

#### Complementària:

- 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 University Press, 2005. ISBN 019852868 X.
- Ortega, James M. Numerical analysis: a second course. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1990. ISBN 0898712505.
- Ames, William F. Numerical methods for partial differential equations. Boston Academic Press, 1992. ISBN 012056761X.
- Ainsworth, M.; Oden, J. T. A posteriori error estimation in finite element analysis. New York: John Wiley & Sons, 2000. ISBN 047129411X.
- Evans, G.; Blackledge, J.; Yardley, P. Numerical methods for partial differential equations. London: 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.

# Grado en Matemáticas

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 investigación, 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. El grado se imparte en la [Facultad de Matemáticas y Estadística \(FME\)](#)

## DATOS GENERALES

### 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 2019-2020

12,854

### Horarios/turnos

Mañana

### Precios y becas

Precio aproximado por curso, 2.326 € (3.489 € 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](#)

## ACCESO

### Plazas nuevo ingreso

50

### Plazas cambio de estudios

5

### Nota de corte del curso 2019-2020

12,854. [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

Los documentos expedidos por estados no miembros de la Unión Europea ni firmantes del Acuerdo sobre el espacio económico europeo tienen que estar [legalizados por vía diplomática o con correspondiente apostilla.](#)

---

## ACUERDOS DE DOBLE TITULACIÓN

---

### Con universidades internacionales

Grado en Matemáticas + Master's degree in Advanced Mathematics and Mathematica Engineeringl 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](#)

---

## 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 tercera lengua para obtener el título de grado.

[Certifica tu nivel de idiomas.](#)

Facultad de Matemáticas y Estadística (FME)

---

## PLAN DE ESTUDIOS

---

### Asignaturas

**créditos  
ECTS**      **Tipo**

### PRIMER CUATRIMESTRE

---

<b>Asignaturas</b>	<b>créditos ECTS</b>	<b>Tipo</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>		
Álgebra Abstracta	3	Optativa
Algoritmia y Complejidad	6	Optativa
Análisis de Series Temporales	6	Optativa
Combinatoria y Teoría de Grafos	6	Optativa
Criptología	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 Ecuaciones Diferenciales	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 Series Temporales No Lineales	6	Optativa
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
Modelización Computacional	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



## 200001 - CV - Cálculo en una Variable

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JOSE BURILLO PUIG

Otros: Primer quadrimestre:  
SANTIAGO BOZA ROCHO - M-A, M-B  
JOSE BURILLO PUIG - M-A, M-B  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - M-A, M-B

Segon quadrimestre:  
JOSE BURILLO PUIG - 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.
8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.

## 200001 - CV - Cálculo en una Variable

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>Introducción al cálculo</p>	<p>Dedicación: 26h Grupo grande/Teoría: 6h Grupo pequeño/Laboratorio: 4h Aprendizaje autónomo: 16h</p>
<p>Descripción: Números, funciones, derivadas, integrales y aplicaciones</p>	
<p>Sucesiones</p>	<p>Dedicación: 52h Grupo grande/Teoría: 12h Grupo pequeño/Laboratorio: 8h Aprendizaje autónomo: 32h</p>
<p>Descripción: Conceptos básicos sobre funciones y sucesiones Conceptos básicos sobre límites. Teorema de la convergencia monótona El número e Sucesiones parciales, límite superior y límite inferior Successions de Cauchy</p>	
<p>Funciones continuas y límites</p>	<p>Dedicación: 26h Grupo grande/Teoría: 6h Grupo pequeño/Laboratorio: 4h Aprendizaje autónomo: 16h</p>
<p>Descripción: Funciones continuas. Límites de funciones Teorema de Bolzano Teorema de Weierstrass Continuidad uniforme</p>	
<p>Derivadas</p>	<p>Dedicación: 52h Grupo grande/Teoría: 12h Grupo pequeño/Laboratorio: 8h Aprendizaje autónomo: 32h</p>
<p>Descripción: Definición de derivada. Funciones derivables. Propiedades de la derivada Teoremas de Rolle, de Cauchy i del Valor Medio Regla de l'Hopital Polinomio de Taylor</p>	

## 200001 - CV - Cálculo en una Variable

Integrales	Dedicación: 39h Grupo grande/Teoría: 9h Grupo pequeño/Laboratorio: 6h Aprendizaje autónomo: 24h
Descripción: La integral de Riemann El Teorema Fundamental del Cálculo Cálculo de primitivas	

### Sistema de calificación

Se harán un examen parcial (P) i un examen final (F)  
La nota de la asignatura (N), se calculará según la fórmula  
 $N = \max(F ; 0.4P + 0.6F)$

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

### Bibliografía

Básica:

Rudin, W. Principios de Análisis Matemático. 3a ed. McGraw-Hill,

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.

Strang, Gilbert. Calculus [en línea]. Wellesley-Cambridge Press, Disponible a: <<http://ocw.mit.edu/resources/res-18-001-calculus-online-textbook-spring-2005/index.htm>>.

## 200002 - AL - Álgebra Lineal

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: MARTA CASANELLAS RIUS

Otros: Primer quadrimestre:  
MARTA CASANELLAS RIUS - M-A, M-B  
JESUS FERNANDEZ SANCHEZ - M-B  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
JORDI GUARDIA RUBIES - M-A  
JAUME MARTI FARRE - M-A, M-B

Segon quadrimestre:  
MARTA CASANELLAS RIUS - REF  
JAUME MARTI FARRE - 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.
8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas

## 200002 - AL - Álgebra Lineal

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

<p>Matrices, determinantes y sistemas lineales</p>	<p>Dedicación: 25h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 15h</p>
<p>Descripción: 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.</p>	
<p>Espacios vectoriales</p>	<p>Dedicación: 37h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 9h Grupo mediano/Prácticas: 6h Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p>
<p>Descripción: 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.</p>	
<p>Aplicaciones lineales</p>	<p>Dedicación: 25h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 15h</p>
<p>Descripción: 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.</p>	
<p>Diagonalización</p>	<p>Dedicación: 37h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 9h Grupo mediano/Prácticas: 6h Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p>
<p>Descripción: Vectores y valores propios, polinomio característico, multiplicidad algebraica y geométrica. Primer teorema de descomposición; criterios de diagonalización. Polinomios anuladores, teorema de Cayley-Hamilton, polinomio mínimo. Matrices de Markov, teorema de Perron-Frobenius y aplicaciones.</p>	

## 200002 - AL - Álgebra Lineal

Ortogonalitat	Dedicación: 37h 30m Grupo grande/Teoría: 9h Grupo mediano/Prácticas: 6h Aprendizaje autónomo: 22h 30m
Descripción: Producto escalar estándar; norma, distancia, ángulos, subespacio ortogonal, proyección ortogonal. Bases ortonormales y Gram-Schmidt. Teorema espectral. Matrices ortogonales y normas de matrices. Teorema fundamental del álgebra lineal: descomposición en valores singulares; interpretación geométrica y algebraica y aplicaciones. Otros productos escalares.	

**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:

$$\text{Nota} = \max\{\text{nota examen final}; 70\% \text{ nota examen final} + 25\% \text{ nota examen parcial} + 5\% \text{ valoración de otras actividades}; 95\% \text{ examen final} + 5\% \text{ valoración otras actividades}\}.$$

Además, habrá un examen extraordinario durante el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido y reemplazará el 100% de la nota de la asignatura.

**Bibliografía**

## Básica:

Friedberg, Stephen H; Insel, Arnold J; Spence, Lawrence E. Linear algebra. 4th ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Education, cop. 2003. ISBN 0131202669.

Poole, David. Álgebra lineal: una introducción moderna. 2004.

Strang, Gilbert. Introduction to linear algebra. 5th ed. Wellesley: Cambridge Press, cop. 2016. ISBN 978-09802327-7-6.

## Complementaria:

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

Jeronimo, G.; Sabia, J.; Tesauri, S. 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/)>.

Lay, David C; García Hernández, Ana Elizabeth; Alfaro Pastor, Javier. Álgebra lineal y sus aplicaciones. 4a ed. México [etc.]: Pearson Educación, 2012. ISBN 978-607-32-1398-1.

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

## Otros recursos:



## 200003 - FM - Fundamentos de la Matemática

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán, Castellano

### Profesorado

Responsable: JAUME MARTI FARRE

Otros: Primer quadrimestre:  
MARIA LUZ ALBEROLA PEREZ - M-A  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A  
JAUME MARTI FARRE - M-A  
JOSÉ LUIS RUIZ MUÑOZ - M-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

## 200003 - FM - Fundamentos de la Matemática

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>Formalismo matemático: enunciados y demostraciones</p>	<p>Dedicación: 28h 45m Grupo grande/Teoría: 7h Grupo mediano/Prácticas: 5h Aprendizaje autónomo: 16h 45m</p>
<p>Descripción: Proposiciones lógicas. Tablas de verdad. Tautologías y contradicciones. Equivalencia lógica. Expresiones con cuantificadores. Predicados y variables. Enunciados y demostraciones. Técnicas de demostración: implicación, equivalencias, enunciados con cuantificadores. Inducción. Sumatorios y productorios. Progresiones aritméticas y geométricas.</p>	
<p>Conjuntos y aplicaciones</p>	<p>Dedicación: 28h 45m Grupo grande/Teoría: 7h Grupo mediano/Prácticas: 5h Aprendizaje autónomo: 16h 45m</p>
<p>Descripción: Conjunto y subconjunto. Inclusión e igualdad. Conjunto de las partes. Operaciones: unión, intersección, diferencia, complementario, producto cartesiano. Correspondencia y aplicación. Imágenes y antiimágenes por una aplicación. Aplicación inyectiva, exhaustiva y biyectiva. Composición de aplicaciones. Aplicación identidad. Inversa de una aplicación.</p>	
<p>Relaciones, operaciones y estructuras</p>	<p>Dedicación: 31h 30m Grupo grande/Teoría: 9h Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 18h 30m</p>
<p>Descripción: Relaciones binarias en un conjunto. Relaciones de equivalencia. Clase de equivalencia. Conjunto cociente. Particiones. Descomposición canónica de una aplicación. Relaciones de orden. Elementos notables de los conjuntos parcialmente ordenados. Estructuras algebraicas: grupo, anillo y cuerpo. Cuerpo ordenado. Álgebra de Boole. El grupo simétrico. Permutaciones, ciclos y transposiciones. Descomposición en ciclos y en transposiciones. Orden y signo de una permutación.</p>	

## 200003 - FM - Fundamentos de la Matemática

<p>Conjuntos de números. Numerabilidad</p>	<p>Dedicación: 16h 45m Grupo grande/Teoría: 4h Grupo mediano/Prácticas: 3h Aprendizaje autónomo: 9h 45m</p>
<p>Descripción: Conjuntos equipotentes. Conjuntos finitos e infinitos. Cardinal. Conjuntos de números: naturales, enteros, racionales, reales. Conjuntos numerables y enumerables.</p>	
<p>El cuerpo de los números complejos</p>	<p>Dedicación: 16h 45m Grupo grande/Teoría: 4h Grupo mediano/Prácticas: 3h Aprendizaje autónomo: 9h 45m</p>
<p>Descripción: El cuerpo de los números complejos. Parte real y parte imaginaria. La unidad imaginaria. Par ordenado y forma binómica. El conjugado. Módulo y argumento. Expresión trigonométrica y expresión polar. Potencias y raíces. Exponencial de un número complejo. Expresión exponencial de un número complejo. Expresión matricial de un número complejo.</p>	
<p>Aritmética</p>	<p>Dedicación: 28h 45m Grupo grande/Teoría: 7h Grupo mediano/Prácticas: 5h Aprendizaje autónomo: 16h 45m</p>
<p>Descripción: El anillo de los números enteros. Elementos invertibles. Divisores. Relación de divisibilidad. Teorema de la división euclídea. Número primo. Teorema Fundamental de la Aritmética. Máximo común divisor y mínimo común múltiplo. Identidad de Bézout y algoritmo de Euclides. Ecuaciones diofánticas. Congruencias. Relación de congruencia. El anillo de los enteros modulares. Elementos invertibles y divisores de cero. Ecuaciones en congruencias.</p>	

## 200003 - FM - Fundamentos de la Matemática

Polinomios	Dedicación: 28h 45m Grupo grande/Teoría: 7h Grupo mediano/Prácticas: 5h Aprendizaje autónomo: 16h 45m
Descripción: Polinomio con una indeterminada. Igualdad de polinomios. Estructura algebraica. División euclídea y factorización. Divisores de un polinomio. Polinomios primos. Teorema de descomposición factorial. Máximo común divisor. Algoritmo de Euclides e identidad de Bézout. Funciones polinomiales. Raíces de un polinomio. Multiplicidad de una raíz. Teorema Fundamental del Álgebra. Polinomios primos con coeficientes complejos, reales o racionales. Polinomios con coeficientes en $\mathbb{Z}_p$ . Fracciones racionales. Estructura algebraica. Fracciones simples (complejas y reales). Descomposición de fracciones racionales en fracciones simples.	

## Sistema de calificación

La evaluación de la asignatura se realizará mediante la evaluación continua y un examen final. La nota de evaluación continua 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:

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 en julio para los estudiantes suspendidos.

## Bibliografía

Básica:

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

Rosen, Kenneth H. Matemática discreta y sus aplicaciones [en línea]. 5a ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2004. Disponible a: [http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=4143](http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4143). ISBN 9788448140731.

Complementaria:

Pla, Josep. Introducció a la metodologia de la matemàtica. 1ª edició. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona, 2006. ISBN 978-84-475-3065-6.

Cunningham, D.W. A logical introduction to proof. 2013. Springer, ISBN 978-1-4899-9099-0.

Houston, Kevin. How to think like a mathematician. 1a edició. Cambridge University Press, 2009. ISBN 9780521719780.

## 200004 - CD - Cálculo Diferencial

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán, Castellano

### Profesorado

Responsable: ENRIC VENTURA CAPELL  
Otros: Segon quadrimestre:  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
ÓSCAR RIVERO SALGADO - M-B  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - M-A  
ENRIC VENTURA CAPELL - M-A, M-B

### 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 Grupo mediano/Prácticas: 4h 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 Grupo mediano/Prácticas: 4h 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: 34h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 8h Grupo mediano/Prácticas: 6h Aprendizaje autónomo: 20h</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: 41h Grupo grande/Teoría: 10h Grupo mediano/Prácticas: 6h Aprendizaje autónomo: 25h</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: 33h Grupo grande/Teoría: 8h Grupo mediano/Prácticas: 5h Aprendizaje autónomo: 20h</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: 32h Grupo grande/Teoría: 7h Grupo mediano/Prácticas: 5h Aprendizaje autónomo: 20h</p>
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>	

### 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.

## 200004 - CD - Cálculo Diferencial

### 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: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán, Castellano

### Profesorado

Responsable: MIGUEL ANGEL BARJA YAÑEZ  
Otros: Segon quadrimestre:  
MIGUEL ANGEL BARJA YAÑEZ - M-A, M-B  
JESUS FERNANDEZ SANCHEZ - M-A  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
ANA RIO DOVAL - M-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

## 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 Grupo mediano/Prácticas: 6h Aprendizaje autónomo: 10h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo mediano/Prácticas: 7h Aprendizaje autónomo: 13h 20m</p>
<p>Descripción: 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 Grupo mediano/Prácticas: 3h 30m Aprendizaje autónomo: 13h 20m</p>
<p>Descripción: 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 Grupo mediano/Prácticas: 5h Aprendizaje autónomo: 1h</p>
<p>Descripción: 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

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo mediano/Prácticas: 6h

Aprendizaje autónomo: 13h 20m

## Descripción:

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 entrega de ejercicios y la participación en clase de problemas. Se realizará también un examen parcial (EP) a mitad de cuatrimestre.

El examen final (EF) constará de una parte de problemas y una parte teórica de síntesis o reflexión.

La nota final será el resultado de:  $NF = \max \{0.1 AC + 0.2 EP + 0.7 EF; 0.2 EP + 0.8 EF; EF\}$

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. Geometría [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: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán, Castellano

### Profesorado

Responsable: ANDRES MARCOS ENCINAS BACHILLER  
Otros: Primer quadrimestre:  
ANGELES CARMONA MEJIAS - CFIS, M-A, M-B  
ANDRES MARCOS ENCINAS BACHILLER - CFIS, M-A, M-B  
JAIME FRANCH BULLICH - CFIS, M-A, M-B  
JOSE ANTONIO LUBARY MARTINEZ - CFIS, M-A, M-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.

## 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 Grupo grande/Teoría: 6h Grupo mediano/Prácticas: 6h Aprendizaje autónomo: 25h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 12h Grupo mediano/Prácticas: 8h Aprendizaje autónomo: 40h 30m</p>
<p>Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 5h Grupo mediano/Prácticas: 3h Aprendizaje autónomo: 16h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 7h 30m Grupo mediano/Prácticas: 5h Actividades dirigidas: 25h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 6h 30m Grupo mediano/Prácticas: 3h Aprendizaje autónomo: 19h
Descripción: 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 [en línea]. 5a ed. Madrid: Addison Wesley, 2004 Disponible a: <[http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=7634](http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=7634)>. 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: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JORDI CORTADELLA FORTUNY  
Otros: Primer quadrimestre:  
M. JOSE BLESÀ AGUILERA - M-A, M-B  
JORDI CORTADELLA FORTUNY - M-A, M-B  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
SALVADOR ROURA FERRET - M-A, M-B

### 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 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

## 200011 - INF - Informática

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 Grupo grande/Teoría: 2h 30m Grupo mediano/Prácticas: 3h Aprendizaje autónomo: 9h 30m</p>
<p>Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 5h 30m Grupo mediano/Prácticas: 6h Aprendizaje autónomo: 20h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 7h Grupo mediano/Prácticas: 10h Aprendizaje autónomo: 24h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo mediano/Prácticas: 5h 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 Grupo mediano/Prácticas: 10h 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 Grupo mediano/Prácticas: 5h 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 Grupo grande/Teoría: 3h 30m Aprendizaje autónomo: 8h
Descripción: 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  
749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
748 - FIS - Departamento de Física  
Curso: 2019  
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:  
JOSEP ELGUETA MONTO - M-A  
NARCISO ROMAN ROY - M-A

### Horario de atención

Horario: Se decidirá el primer día de clase.

### Capacidades previas

Conocimientos de cálculo de una y varias 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 gravitatorio.

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. Trabajo y Energía.</p>	<p>Dedicación: 37h 30m Grupo grande/Teoría: 9h Grupo mediano/Prácticas: 6h Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p>
<p>Descripción: 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. Cambios de sistema de referencia.</p>	<p>Dedicación: 12h 30m Grupo grande/Teoría: 3h Grupo mediano/Prácticas: 2h Aprendizaje autónomo: 7h 30m</p>
<p>Descripción: Principio de relatividad galileana. Ecuaciones del movimiento en sistemas de referencia en rotación. Teorema de Coriolis. Segunda ley de Newton en sistemas no inerciales. Ejemplos: desviación de la vertical y péndulo de Foucault.</p>	
<p>3. Dinámica de un sistema de partículas. Sólido Rígido.</p>	<p>Dedicación: 26h 30m Grupo grande/Teoría: 5h 30m Grupo mediano/Prácticas: 5h Aprendizaje autónomo: 16h</p>
<p>Descripción: Movimiento del centro de masas. Teoremas de conservación: momento lineal, momento angular y energía. El problema de los dos cuerpos. Sólido rígido. Tensor de inercia. Ecuaciones dinámicas.</p>	
<p>4. Campo gravitatorio</p>	<p>Dedicación: 30h Grupo grande/Teoría: 8h Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 18h</p>
<p>Descripción: Teoría del campo gravitatorio, ecuación de Poisson. 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 Grupo grande/Teoría: 6h Grupo mediano/Prácticas: 5h Aprendizaje autónomo: 16h 30m
Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 3h Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 10h 30m
Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 5h Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 13h 30m
Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 3h 30m Grupo mediano/Prácticas: 2h Aprendizaje autónomo: 8h
Descripción: 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.

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

José, Jorge V.; Saletan, Eugene J. Classical dynamics : a contemporary approach. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. ISBN 0521636361.

#### Complementaria:

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

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.

## 200101 - FVC - Funciones de Variable Compleja

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JORDI VILLANUEVA CASTELLTORT

Otros: Segon quadrimestre:  
INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA - M-A, M-B  
JOSE TOMAS LAZARO OCHOA - CFIS  
MARIA TERESA MARTINEZ-SEARA ALONSO - CFIS, M-A, M-B  
JORDI VILLANUEVA CASTELLTORT - CFIS, M-A, M-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

## 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: 5h Grupo grande/Teoría: 0h Grupo mediano/Prácticas: 5h</p>
<p>Descripción: Números complejos (representación, propiedades básicas, sucesiones, series). El plano complejo y su topología.</p>	
<p>Funciones holomorfas</p>	<p>Dedicación: 16h Grupo grande/Teoría: 10h Grupo mediano/Prácticas: 6h</p>
<p>Descripción: Funciones de variable compleja. Derivación. Derivación compleja. Condiciones de Cauchy-Riemann. Series de potencias. Funciones holomorfas. Ejemplos.</p>	
<p>Teoría local de Cauchy</p>	<p>Dedicación: 16h Grupo grande/Teoría: 10h Grupo mediano/Prácticas: 6h</p>
<p>Descripción: Integral de línea. Teorema de Cauchy local. Fórmula integral de Cauchy. Ceros de funciones analíticas. Consecuencias.</p>	
<p>Teoría global de Cauchy</p>	<p>Dedicación: 18h Grupo grande/Teoría: 10h Grupo mediano/Prácticas: 8h</p>
<p>Descripción: Índice de una curva respecto a un punto. Homología. Teorema de Cauchy global. Singularidades aisladas. Series de Laurent. Teorema de los residuos y aplicaciones.</p>	

## 200101 - FVC - Funciones de Variable Compleja

<p>Aplicaciones conformes y funciones armónicas</p>	<p>Dedicación: 14h Grupo grande/Teoría: 10h Grupo mediano/Prácticas: 4h</p>
<p>Descripción: Transformaciones conformes. Teorema de Riemann. Principio de reflexión de Schwarz. Funciones armónicas. Problema de Dirichlet.</p>	
<p>Otros temas</p>	<p>Dedicación: 5h Grupo grande/Teoría: 5h</p>
<p>Descripción: En función del tiempo disponible: Rudimentos de dinámica compleja. Linealización de aplicaciones holomorfas alrededor de un punto fijo. Conjugación a rotación de aplicaciones del círculo holomorfas.</p>	

### Sistema de calificación

Habrà un examen parcial (EP) a mitad del cuatrimestre y un examen final (EF).

La nota final de la asignatura (NF) se calcularà segun la fórmula será  $NF = \max( EF ; 0.3 * EP + 0.7 * EF )$ .

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

## 200101 - FVC - Funciones de Variable Compleja

### Bibliografía

#### Básica:

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.

Ortega Cerdà, J. Anàlisi complexa [en línea]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Matemàtica Aplicada I, 1997 Disponible a: <[https://ocw.upc.edu/curs\\_publicat/10023/2014/1/apunts](https://ocw.upc.edu/curs_publicat/10023/2014/1/apunts)>.

#### Complementaria:

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

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. 3a ed. 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: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JUAN JOSÉ RUE PERNA  
Otros: Segon quadrimestre:  
SANTIAGO BOZA ROCHO - M-A  
ÓSCAR RIVERO SALGADO - M-B  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - M-A, M-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 Grupo mediano/Prácticas: 8h Aprendizaje autónomo: 28h 30m</p>
<p>Descripción: Sucesiones y series de funciones: convergencia puntual y uniforme. Teorema de Stone-Weierstrass. 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 Grupo mediano/Prácticas: 10h Aprendizaje autónomo: 37h 30m</p>
<p>Descripción: Conjuntos medibles y funciones medibles. Integración de funciones medibles. Convergencia dominada. Teorema de Fubini. Integrales dependientes de parámetros. Espacios <math>L_p</math>.</p>	
<p>Series de Fourier.</p>	<p>Dedicación: 48h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 12h Grupo mediano/Prácticas: 8h Aprendizaje autónomo: 28h 30m</p>
<p>Descripción: Series de Fourier en <math>L^2</math>. Series de Fourier de funciones periódicas. Convergencia puntual y uniforme de series de Fourier.</p>	

### Sistema de calificación

Entrega de problemas/actividades (PR, 10%), examen cuatrimestral (EP, 30%) y examen final (EF, 60%). La nota del examen final prevalecerá si es superior a la ponderada del curso. Se considerará el máximo de todas las posibilidades.

MAX (EF, 0.7\*EF+0.3\*EP, 0.9\*EF+0.1\*PR, 0.6\*EF+0.3\*EP+0.1\*PR)

Además, habrá un examen extraordinario durante el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido. En este caso no se considerará la evaluación continua realizada durante el curso.

## 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.
- Stein, Elias M; Shakarchi, Rami. Fourier analysis : an introduction. Princeton (N.J.): Princeton University Press, 2003. ISBN 9780691113845.

#### 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.
- Tao, Terence. An Introduction to Measure Theory [en línea]. 1. American Mathematical Society, 2011 Disponible a: <<https://doi.org/10.1007/978-88-7642-386-4>>. ISBN 978-0-8218-6919-2.

## 200111 - AMG - Álgebra Multilineal y Geometría

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán, Castellano

### Profesorado

Responsable: PEDRO PASCUAL GAINZA  
Otros: Primer quadrimestre:  
FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE - M-A  
PEDRO PASCUAL GAINZA - CFIS, M-A, M-B  
ENRIC VENTURA CAPELL - CFIS, M-B

### Capacidades previas

Es necesario que el alumnado haya alcanzado los objetivos de las asignaturas Álgebra lineal y Geometría afí 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>Forma canónica de Jordan</p>	<p>Dedicación: 5h Grupo grande/Teoría: 3h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h</p>
<p>Descripción: Se complementa el análisis de la diagonalización de matrices realizado en Álgebra Lineal con la introducción de la forma de Jordan.</p>	
<p>Álgebra multilineal</p>	<p>Dedicación: 18h Grupo grande/Teoría: 11h 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: 19h 10m Grupo grande/Teoría: 11h 40m Grupo mediano/Prácticas: 7h 30m</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 afín.</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>	

## 200111 - AMG - Álgebra Multilineal y Geometría

<p>-Proyectividades</p>	<p>Dedicación: 18h Grupo grande/Teoría: 11h Grupo pequeño/Laboratorio: 7h</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>	
<p>Cuádricas</p>	<p>Dedicación: 17h Grupo grande/Teoría: 10h Grupo mediano/Prácticas: 7h</p>
<p>Descripción:</p> <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.

## 200111 - AMG - Álgebra Multilineal y Geometría

### 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. Geometria projectiva. 3a ed. Buenos Aires: Eudeba, 1977.
- Xambó Descamps, Sebastián. Geometria [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: 2019  
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:  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - M-A, M-B  
BERNAT PLANS BERENGUER - M-B  
ANA RIO DOVAL - M-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 Grupo mediano/Prácticas: 10h 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 Grupo mediano/Prácticas: 8h 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 Grupo mediano/Prácticas: 8h 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 Grupo grande/Teoría: 6h Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 15h
Descripción: Módulo, homomorfismo, módulo libre, matrices. Analogía con los espacios vectoriales. Forma normal de Smith de una matriz sobre un DIP. Factores invariantes. Teorema de clasificación de los módulos finitamente generados sobre DIP. Factores invariantes y divisores elementales. 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: 2019  
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 XAVIER GRACIA SABATE - M-A, M-B  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - CFIS, M-A, M-B  
JORDI QUER BOSOR - CFIS, M-A, M-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.

## 200121 - TOP - Topología

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	<p>Dedicación: 10h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 3h Grupo mediano/Prácticas: 2h Aprendizaje autónomo: 5h</p>
<p>Descripción: Bolas abiertas y cerradas. Conjuntos abiertos. Aplicaciones continuas. Distancias equivalentes.</p>	
Espacios topológicos	<p>Dedicación: 24h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 7h Grupo mediano/Prácticas: 5h Aprendizaje autónomo: 12h</p>
<p>Descripción: 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.</p>	
Construcción de espacios topológicos	<p>Dedicación: 24h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 7h Grupo mediano/Prácticas: 5h Aprendizaje autónomo: 12h</p>
<p>Descripción: Subespacios. Productos de espacios topológicos. Espacio cociente. Ejemplos: superficies topológicas.</p>	
Compacidad	<p>Dedicación: 14h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 4h Grupo mediano/Prácticas: 3h Aprendizaje autónomo: 7h</p>
<p>Descripción: Espacios compactos. Continuidad y compacidad. Teorema del valor máximo. Productos y cocientes de espacios compactos. Compacidad en espacios métricos: lema del número de Lebesgue.</p>	

## 200121 - TOP - Topología

<p>Conexión</p>	<p>Dedicación: 14h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 4h Grupo mediano/Prácticas: 3h Aprendizaje autónomo: 7h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 10h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 11h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 11h</p>
<p>Descripción: 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

### 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. Topología 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: 2019  
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 - M-A, M-B  
MARIA IMMACULADA GALVEZ CARRILLO - M-A  
CARLES PADRO LAIMON - M-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 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 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 Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 4h Aprendizaje autónomo: 8h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 6h Grupo pequeño/Laboratorio: 4h Aprendizaje autónomo: 10h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 6h Grupo pequeño/Laboratorio: 4h Aprendizaje autónomo: 10h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 2h Grupo pequeño/Laboratorio: 4h Aprendizaje autónomo: 6h</p>
<p>Descripción: 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

5. Ecuaciones fundamentales de las superficies	<p>Dedicación: 12h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Aprendizaje autónomo: 6h</p>
<p>Descripción: Isometrias, isometrias locales. Símbolos de Christoffel. Fórmula de Gauss y Teorema Egregio. Ecuaciones de compatibilidad de Codazzi-Mainardi. Teorema de Bonnet.</p>	
6. Geometria sobre las superficies	<p>Dedicación: 20h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h Grupo pequeño/Laboratorio: 4h Aprendizaje autónomo: 10h</p>
<p>Descripción: 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>	
7. Algunos resultados globales	<p>Dedicación: 16h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Aprendizaje autónomo: 8h</p>
<p>Descripción: 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>	
8. Introducción a las variedades diferenciales	<p>Dedicación: 14h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 5h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Aprendizaje autónomo: 7h</p>
<p>Descripción: 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 =  $\max( EF, 0.3 EP + 0.7 EF )$ .

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.

### Bibliografía

Básica:

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

Pascual Gainza, Pere. Geometria diferencial de corbes i superfícies [en línea]. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, 2017 Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2117/104841>>. ISBN 9788498806441.

Shifrin, Theodore. Differential geometry: A First Course in curves and surfaces [en línea]. University of Georgia, 2016 Disponible a: <<http://alpha.math.uga.edu/shifrin/ShifrinDiffGeo.pdf>>.

Complementaria:

Hitchin, Nigel. Geometry of Surfaces [en línea]. 2013. University of Oxford, Disponible a: <<https://people.maths.ox.ac.uk/hitchin/hitchinnotes/hitchinnotes>>.

Bär, Christian. Elementary Differential Geometry [en línea]. Cambridge University Press, 2010 Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10392882>>. ISBN 9780521721493.

Palais, Richard S. A Modern Course on Curves and Surfaces [en línea]. Apunts, Brandeis University, 2003 Disponible a: <<http://vmm.math.uci.edu/math32/LectureNotes/AllTheNotes.pdf>>.

Topogonov, Victor Andreevich. Differential geometry of curves and surfaces: A Concise Guide [en línea]. Birkhäuser, Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/b137116>>. ISBN 978-0817643843.

Milnor, John. Morse Theory. Princeton U.P., 1969.

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: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán, Castellano

### Profesorado

Responsable: JUAN JOSÉ RUE PERNA  
Otros: Primer quadrimestre:  
ANNA DE MIER VINUÉ - M-B  
SONIA PEREZ MANSILLA - M-A  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - M-A, M-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

## 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 Grupo mediano/Prácticas: 2h 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>- Convergencia de variables aleatorias</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 Grupo mediano/Prácticas: 6h 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>- Procesos de ramificación (árboles de Galton-Watson)</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 Grupo mediano/Prácticas: 8h 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</p> <p>Grupo grande/Teoría: 7h 30m Grupo mediano/Prácticas: 6h 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</p> <p>Grupo grande/Teoría: 7h 30m Grupo mediano/Prácticas: 6h Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p>
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sucesiones de variables aleatorias</li> <li>- Modos de convergencia</li> <li>- Leyes de los grandes números</li> <li>- Convergencia en distribución. Teorema del límite central</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. Se considerará el máximo de todas las posibilidades.

MAX (EF, 0.7\*EF+0.3\*EP,0.9\*EF+0.1\*PR,0.6\*EF+0.3\*EP+0.1\*PR)

Además, habrá un examen extraordinario durante el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido. En este caso no se considerará la evaluación continua realizada durante el curso.

## 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: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JOSEP ANTON SÁNCHEZ ESPIGARES  
Otros: Segon quadrimestre:  
MARTA PÉREZ CASANY - M-B  
JOSEP ANTON SÁNCHEZ ESPIGARES - M-A, M-B  
JORDI VALERO BAYA - M-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 Grupo pequeño/Laboratorio: 3h Aprendizaje autónomo: 11h</p>
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. Estadística descriptiva univariante, bivalente y multivariante.</li> <li>1.2. Población y muestra.</li> <li>1.3. Distribuciones relacionadas con la Normal.</li> </ul> <p>Actividades vinculadas:</p> <p>Clases de teoría y tres sesiones de laboratorio.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Realizar estadística descriptiva uni y bivalente.</p>	
<h3>2. ESTIMACIÓN PUNTUAL</h3>	<p>Dedicación: 30h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 20h</p>
<p>Descripción:</p> <ul 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> </ul> <p>Actividades vinculadas:</p> <p>Clases de teoría y sesiones de problemas.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>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 Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 16h</p>
<p>Descripción:</p> <ul 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> </ul> <p>Actividades vinculadas:</p> <p>Clases de teoría, sesiones de problemas.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Derivar propiedades de estimadores.</p>	

## 200132 - EST - Estadística

<p>4. PRUEBAS DE HIPOTESIS</p>	<p>Dedicación: 37h Grupo grande/Teoría: 7h Grupo mediano/Prácticas: 5h 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: Clases de teoría, sesiones de problemas.</p> <p>Objetivos específicos: Diseño de las pruebas de hipótesis.</p>	
<p>5. ESTIMACIÓN POR INTERVAL.</p>	<p>Dedicación: 8h 10m Grupo grande/Teoría: 2h Grupo mediano/Prácticas: 2h 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: Clases de teoría, sesiones de problemas y laborator.</p> <p>Objetivos específicos: Construcción de intervalos de confianza.</p>	

## 200132 - EST - Estadística

6. MODELO LINEAL	Dedicación: 60h Grupo grande/Teoría: 13h Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 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></ul> <p>Actividades vinculadas: Práctias de laboratorio.</p> <p>Objetivos específicos: Aplicar regresión lineal e interpretar los resultados obtenidos.</p>	

**Sistema de calificación**

La evaluación comprende los elementos: examen final, examen parcial y entrega de ejercicios. Los exámenes final y parcial constan de preguntas abiertas de teoría y de problemas a resolver. Los entregables son unos ejercicios a realizar por el alumno de forma individual, que le serán asignados con una semana de antelación.

Se calcula la nota de evaluación continuada (NEC) como:

$$NEC = 0.5 * N_{Final} + 0.25 * N_{Parcial} + 0.25 * N_{Entregables}$$

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. Para los alumnos que asistan al examen extraordinario, la nota final será el máximo de la nota final del curso (NF) y la de este examen.

## 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.;Niewiadomska-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: 2019  
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 - M-A, M-B  
MARCEL GUARDIA MUNARRIZ - M-A, M-B  
PAU MARTIN DE LA TORRE - M-A, M-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 Grupo mediano/Prácticas: 6h Aprendizaje autónomo: 36h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo mediano/Prácticas: 10h Aprendizaje autónomo: 15h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo mediano/Prácticas: 10h Aprendizaje autónomo: 30h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo mediano/Prácticas: 0h Aprendizaje autónomo: 16h 30m</p>
<p>Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 6h Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 15h
Descripción: 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  
981 - CRM - Centro de Investigación Matemática  
Curso: 2019  
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 - M-A, M-B  
GYULA CSATO - M-B  
TOMÁS SANZ PERELA - M-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

## 200142 - EDPS - Ecuaciones en Derivadas Parciales

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

(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 Grupo mediano/Prácticas: 6h 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 Grupo mediano/Prácticas: 8h 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 Grupo mediano/Prácticas: 8h 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	<p>Dedicación: 25h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 15h</p>
<p>Descripción:</p> <p>9. La ecuación lineal del transporte (ondas viajeras, características, estabilidad).</p> <p>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).</p>	
La ecuación de ondas	<p>Dedicación: 36h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 7h 30m Grupo mediano/Prácticas: 6h Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p>
<p>Descripción:</p> <p>11. Tipos de ondas. Dispersión. Ecuación de la cuerda vibrante (derivación; energía; separación de variables).</p> <p>12. La ecuación de ondas en <math>\mathbb{R}</math> (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.</p> <p>13. La ecuación de ondas en <math>\mathbb{R}^3</math> y <math>\mathbb{R}^2</math> (fórmulas de Kirchoff y de Poisson; principio de Huygens).</p>	

### 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: 2019  
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:  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
JOSE TOMAS LAZARO OCHOA - M-A  
MARIA MERCEDES OLLE TORNER - M-A, M-B  
JUAN RAMON PACHA ANDUJAR - M-A, M-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



## 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 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 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 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 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

$$\text{NOTA} = 0.2\text{AC} + 0.8\max(\text{EFINAL}, 0.2\text{EPARC} + 0.8\text{EFINAL})$$

Además, habrá un examen extraordinario durant el mes de julio para los estudiantes que hayan suspendido.

### Bibliografía

#### Básica:

Bonet, C. et al. Càlcul numèric. Barcelona: Edit. UPC, 1994.

Grau Sánchez, M.; Noguera, M. Càlcul numèric. Barcelona: Edic. UPC, 1993. ISBN 8476532563.

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: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JORDI CASTRO PÉREZ  
Otros: Primer quadrimestre:  
JORDI CASTRO PÉREZ - M-A, M-B  
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - M-A, M-B  
MARÍA PAZ LINARES HERREROS - M-A, M-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 Grupo mediano/Prácticas: 3h Aprendizaje autónomo: 16h</p>
<p>Descripción: 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 Grupo mediano/Prácticas: 6h Grupo pequeño/Laboratorio: 3h Aprendizaje autónomo: 25h</p>
<p>Descripción: 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 símplex 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 símplex dual: desarrollo y convergencia. Análisis de sensibilidad.</p>	
<p>Programación Lineal Entera</p>	<p>Dedicación: 18h 30m</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 8h 30m</p>
<p>Descripción: Definición de problema de programación lineal entera y ejemplos. Relajación lineal. Formulaciones valides, fuertes e ideal. Algoritmos de programación entera: branch and bound, planos de corte de Gomory, branch and cut.</p>	

## 200152 - PM - Programación Matemática

Programación No Lineal	Dedicación: 28h 30m Grupo grande/Teoría: 7h 30m Grupo mediano/Prácticas: 5h Aprendizaje autónomo: 16h
<b>Descripción:</b> 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.	
Programación No Lineal Con Restricciones	Dedicación: 34h 30m Grupo grande/Teoría: 11h 30m Grupo mediano/Prácticas: 7h Aprendizaje autónomo: 16h
<b>Descripción:</b> Problemas de Programación no Lineal con Restricciones. La función Lagrangiana. Condiciones de Kuhn y Tucker. Método del gradiente reducido.	

### 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 durant 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: 2019  
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 - M-A, M-B  
ABEL GARGALLO PEIRO - M-A, M-B  
ESTHER SALA LARDIES - M-A, M-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 Grupo pequeño/Laboratorio: 4h 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 Grupo pequeño/Laboratorio: 4h 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 Grupo pequeño/Laboratorio: 8h 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	<p>Dedicación: 36h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 9h Grupo pequeño/Laboratorio: 6h Aprendizaje autónomo: 21h</p>
<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	<p>Dedicación: 47h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 12h Grupo pequeño/Laboratorio: 8h Aprendizaje autónomo: 27h</p>
<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. Introducción a los métodos numéricos para la solución de ecuaciones en derivadas parciales: método de las diferencias finitas 1D, conceptos básicos del método de los elementos finitos.</p>	

### Sistema de calificación

La asignatura se evalúa mediante exámenes (E) i ejercicios propuestos en clase (A), con una media ponderada

$$NF = 0.9E + 0.1A$$

donde la nota de exámenes se calcula como

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

con un examen parcial (EP) y un examen final (EF).

En la convocatoria extraordinaria E es la nota del examen extraordinario.

La entrega de los ejercicios no es obligatoria. Sólo se evaluarán los ejercicios entregados en la fechas fijadas.

## 200153 - CN - Cálculo Numérico

### Bibliografía

#### Básica:

- Deufhard, 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  
723 - CS - Departamento de Ciencias de la Computación  
Curso: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: ORIOL SERRA ALBO  
Otros: Segon quadrimestre:  
ALBERT ATSERIAS PERI - M-B  
SIMEON MICHAEL BALL - M-A  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
ORIOL SERRA ALBO - M-A, M-B

### Capacidades previas

Para cursar esta asignatura el estudiante debe haber asimilado los contenidos de las asignaturas del primer cuadrimestre del grado de Matemáticas.

### 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.

## 200161 - MD - Matemática Discreta

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 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 Grupo mediano/Prácticas: 11h Aprendizaje autónomo: 46h</p>
<p>Descripción:</p> <p>1.1 Combinatoria enumerativa El principio del palomar. Algunos principios de conteo básicos. Selecciones, palabras y distribuciones. Números binomiales. Números multinomiales. Principio de inclusión-exclusión. Particiones de un conjunto. Particiones de un entero. Estimación asintótica.</p> <p>1.2 Sucesiones recurrentes y funciones generatrices 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 Grupo mediano/Prácticas: 4h Aprendizaje autónomo: 15h</p>
<p>Descripción:</p> <p>Espacios de probabilidad discreta. Probabilidad condicional y sucesos independientes. Variables aleatorias discretas. Modelso aleatorios discretos. Esperanza y varianza. Desigualdades de Markov y de Chebyshev. Introducción al método probabilístico.</p>	
<p>3. Teoría de Grafos</p>	<p>Dedicación: 64h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 16h Grupo mediano/Prácticas: 10h Aprendizaje autónomo: 38h</p>
<p>Descripción:</p> <p>3.1 Grafos Definiciones y ejemplos. Isomorfismo de grafos. Recorridos y caminos. Grafos conexos. Distancia en grafos y diámetro. Conjuntos de corte. k-conectividad.</p> <p>3.2 Árboles Caracterización de árboles. Árboles generadores. Enumeración de árboles.</p> <p>3.3 Grafos eulerianos y hamiltonianos Circuitos eulerianos. Grafos eulerianos. Caracterización de grafos eulerianos. Ciclos hamiltonianos. Grafos hamiltonianos. Algunas condiciones suficientes o necesarias de hamiltonicidad.</p> <p>3.4 Emparejamientos, coloración y planaridad Emparejamientos. Emparejamientos en grafos bipartitos. Coloración de grafos. Número cromático. Grafos planos y planares. Fórmula de Euler. El lema de los cruces.</p>	



## 200161 - MD - Matemática Discreta

### 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.

### Bibliografía

#### Básica:

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.

Cameron, Peter J. Combinatorics : topics, techniques, algorithms. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. ISBN 978-0521457613.

#### Complementaria:

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

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.

Bondy, J. A; Murty, U. S. R. Graph theory. New York: Springer, cop. 2008. ISBN 9781846289699.

## 200162 - ALGO - Algoritmia

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 723 - CS - Departamento de Ciencias de la Computación  
Curso: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 7,5 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: SALVADOR ROURA FERRET

Otros: Primer quadrimestre:  
ALBERT ATSERIAS PERI - M-A, M-B, M-C  
ENRIC RODRIGUEZ CARBONELL - M-A, M-B, M-C  
SALVADOR ROURA FERRET - M-A, M-B, M-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 balancesados. 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: 2019  
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 - M-A  
ALVARO MESEGUER SERRANO - M-A

### 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 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.

## 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

#### MECÁNICA CLÁSICA

Dedicación: 15h

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo mediano/Prácticas: 6h

Descripción:

1. Fundamentos de la mecánica. Sistemas dinámicos. Principios fundamentales. Principio de invariación de Galileo.
2. Conceptos preliminares: Sistemas dinámicos. Espacios de configuraciones y de estados. Ligaduras. Coordenadas y velocidades generalizadas.
3. Cálculo de variaciones: Tres problemas básicos del cálculo de variaciones. Principio de mínima acción de Hamilton. Algunas aplicaciones.
4. Formalismo lagrangiano: Sistemas lagrangianos. Lagrangiana mecánicas y sistemas conservativos. Constantes del movimiento, simetrías y teorema de Noether.
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.
6. Ejemplos y aplicaciones. Estudio de los osciladores armónicos y no-lineales: computación numérica.

#### CAMPO ELECTROMAGNÉTICO Y RELATIVIDAD ESPECIAL

Dedicación: 17h

Grupo grande/Teoría: 10h

Grupo mediano/Prácticas: 7h

Descripción:

- 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.
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.

## 200171 - MMF - Modelos Matemáticos de la Física

DINÁMICA DE FLUIDOS	Dedicación: 32h Grupo grande/Teoría: 19h 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: 2019  
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 - M-A  
TIMOTHY MYERS - M-A  
JORDI SALUDES CLOSA - M-A  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - M-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 Grupo pequeño/Laboratorio: 31h 30m Aprendizaje autónomo: 98h 30m
Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 31h 30m Aprendizaje autónomo: 63h 30m
Descripción: 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 profesionales y de emprendedoría 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: 2019  
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 - M-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	<p>Dedicación: 50h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 10h Grupo pequeño/Laboratorio: 10h Aprendizaje autónomo: 30h</p>
<p>Descripción:</p> <p>Cuerpos. Extensiones. Extensiones finitas, simples, finitamente generadas, algebraicas, trascendentes. Retículo de subextensiones.</p> <p>Extensión de inmersiones, K-inmersiones, K-automorfismos, conjugación.</p> <p>Extensiones normales. Clausura normal. Clausura algebraica.</p> <p>Separabilidad. Extensiones separables y puramente inseparables. Grado de separabilidad.</p>	
Teoria de Galois	<p>Dedicación: 50h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 10h Grupo pequeño/Laboratorio: 10h Aprendizaje autónomo: 30h</p>
<p>Descripción:</p> <p>Extensiones de Galois, grupo de Galois, correspondencia de Galois. Teorema de Artin y teorema fundamental de la teoría de Galois.</p> <p>Ejemplos: extensiones cuadráticas y multicuadráticas, extensiones ciclotómicas, extensiones de cuerpos finitos, ...</p> <p>Grupo de Galois de un polinomio. Ejemplos: grados 2, 3 y 4.</p> <p>Polinomios simétricos, discriminante, resolvente y resultante. Aplicaciones.</p>	
Aplicaciones	<p>Dedicación: 50h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 10h Grupo pequeño/Laboratorio: 10h Aprendizaje autónomo: 30h</p>
<p>Descripción:</p> <p>Resolución de la cúbica y la cuártica: fórmulas de Tartaglia y Cardano.</p> <p>Extensiones cíclicas. Teorema 90 de Hilbert. Extensiones de Artin-Schreier.</p> <p>Caracterización de las ecuaciones polinómicas resolubles por radicales. Imposibilidad de resolución de la quinta general.</p> <p>Caracterización de los números construibles con regla y compás.</p>	

### 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: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JAUME AMOROS TORRENT  
Otros: Segon quadrimestre:  
JAUME AMOROS TORRENT - M-A  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - M-A

### Horario de atención

Horario: Anunciado en atenea.

### Capacidades previas

Conocer los contenidos de la asignatura de Topología.  
Conocer las nociones básicas de geometría afin vistas a la asignatura de Geometría afin y euclídea.  
Calcular con Matlab / Octave.

### 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

## 200202 - TOPA - Topología Algebraica

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

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

Familiarizar al alumno con el cálculo de la homología (grupos y generadores) en un abanico amplio de espacios topológicos y versiones de la homología, a mano y a máquina.

Mostrar aplicaciones geométricas de la homología, tanto de alcance teórico como aplicado al reconocimiento de imágenes y el Análisis Topológico de Datos.

### 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

#### Temario

Dedicación: 120h

Grupo grande/Teoría: 30h  
Grupo mediano/Prácticas: 30h  
Aprendizaje autónomo: 60h

#### Descripción:

##### Tema 1: Poliedros

Poliedros simpliciales, nudos, estrella, morfismos.

Homología simplicial. Orientación y signo. interpretación los grupos cero y uno.

Teoría 3h, problemas 4h, trabajo personal 5h

##### Tema 2: Álgebra homológica

Complejos de cadenas. Morfismos. Homotopía. invariancia homotópica de la homología.

Lema de la serpiente, sucesión exacta larga de homología. Casos de Mayer-Vietoris simplicial y homología relativa.

Teoría 6h, problemas 8h, trabajo personal 16h

##### Tema 3: Homología singular y celular

Homología singular. Mayer-Vietoris, adjunción celular.

Homología celular. Künneth.

Teoría 4h, problemas 4h, trabajo personal 6h

##### Tema 4: Homología de variedades

Variedades lisas y variedades simpliciales. Homología local, homología de grado máximo.

Intersección. Dualidad de Poincaré.

Descomposición celular asociada a una función de Morse.

Teoría 5h, problemas 6h, trabajo personal 8h

##### Tema 5: Análisis topológica de datos

Códigos de barras y homología persistente.

Aplicaciones: reconocimiento de imágenes, estructura de las imágenes naturales.

Teoría 8h, problemas 4h, trabajo personal 12h

#### Dedicación de los 5 temas:

teoría 26h

problemas 26h

Trabajo personal 47h

Práctica de cálculo por ordenador: 4h teoría, 4h problemas, 13h trabajo personal.

## 200202 - TOPA - Topología Algebraica

### Sistema de calificación

La nota final de la asignatura será la que resulte de aplicar la fórmula siguiente:

$$N = \max \{ 0.5 \cdot E + 0.2 \cdot \text{PAR} + 0.3 \cdot \text{PRAC}, 0.7 \cdot E + 0.3 \cdot \text{PRAC} \}$$

dónde E será la nota obtenida por el estudiante en un examen global que se hará al final del cuatrimestre, PAR será la nota obtenida en un examen parcial que se hará hacia la mitad del cuatrimestre, y PRAC será la nota de una práctica de la asignatura que el estudiante desarrollará a lo largo del cuatrimestre.

### Bibliografía

#### Básica:

Edelsbrunner, Herbert; Harer, John. Computational Topology : an introduction. AMS, 2010. ISBN 978-0-8218-4925-5.

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

#### Complementaria:

Milnor, John. Morse Theory. Princeton U.P., 1963.

Munkres, James R. Elements of algebraic topology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1984.

Ghrist, Robert. Elementary applied topology. 1.0. Amazon, 2014. ISBN 978-1502880857.

Ghrist, Robert. "Barcodes: the persistent topology of data". Bulletin of the American Mathematical Society (New Series) [en línea]. Disponible a: <[http://www.ams.org/journals/bull/all\\_issues.html](http://www.ams.org/journals/bull/all_issues.html)>.

## 200203 - VD - Variedades Diferenciables

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE  
Otros: Primer quadrimestre:  
JAIME FRANCH BULLICH - M-A  
FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE - M-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, L. Differentiable manifolds. 2nd ed. Boston: Birkhauser, 2008. ISBN 978-0817647667.

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: 2019  
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 - M-A  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - M-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 Grupo grande/Teoría: 7h 30m Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 30m Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p>
<p>Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 7h 30m Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 30m Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p>
<p>Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 7h 30m Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 30m Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p>
<p>Descripción: 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 Grupo grande/Teoría: 7h 30m Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 30m Aprendizaje autónomo: 22h 30m</p>
<p>Descripción: 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: 2019  
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:  
JUAN CARLOS FELIPE NAVARRO - M-A  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - M-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 Grupo pequeño/Laboratorio: 6h 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 Grupo pequeño/Laboratorio: 9h 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 Grupo pequeño/Laboratorio: 9h 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 Grupo grande/Teoría: 6h Grupo pequeño/Laboratorio: 6h 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. La nota final, calculada así, podrá verse incrementada, según el desarrollo del 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: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Inglés

### Profesorado

Responsable: JOSEP MARIA OLM MIRAS  
Otros: Primer quadrimestre:  
JAIME FRANCH BULLICH - M-A  
JOSEP MARIA OLM MIRAS - M-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 Grupo grande/Teoría: 4h
Sistemas lineales: versión espacio de estados	Dedicación: 6h Grupo grande/Teoría: 6h
Sistemas lineales: versión entrada-salida	Dedicación: 6h Grupo grande/Teoría: 6h
Estabilidad	Dedicación: 4h Grupo grande/Teoría: 4h
Respuesta temporal	Dedicación: 6h Grupo grande/Teoría: 6h
Diseño de controladores	Dedicación: 4h Grupo grande/Teoría: 4h
Sistemas no lineales: controlabilidad y observabilidad	Dedicación: 6h Grupo grande/Teoría: 6h
Linealización de sistemas. Plátitud. Diseño de controladores	Dedicación: 6h Grupo grande/Teoría: 6h

## 200212 - TCL - Teoría de Control

Control en modo deslizante	Dedicación: 6h Grupo grande/Teoría: 6h
Control adaptativo	Dedicación: 5h Grupo grande/Teoría: 5h
Presentación y defensa de trabajos	Dedicación: 7h 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: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JOAQUIM PUIG SADURNI  
Otros: Primer quadrimestre:  
AMADEU DELSHAMS I VALDES - M-A  
GEMMA HUGUET CASADES - M-A  
JOAQUIM PUIG SADURNI - M-A

### Capacidades previas

Conocimientos básicos sobre la teoría de ecuaciones diferenciales ordinarias (desarrollados en la asignatura de Ecuaciones Diferenciales).

Conocimientos básicos sobre la resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias (desarrollados en la asignatura de Cálculo Numérico).

### 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.



## 200213 - SD - Sistemas Dinámicos

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.

### Metodologías docentes

La asignatura consta de cuatro horas semanales que se distribuirán en dos horas semanales enfocadas a aspectos teóricos, explicados en la sección de contenidos, y dos a aplicaciones, sesiones de problemas y sesiones de prácticas.

En las clases prácticas se alternarán problemas que por su relevancia los hará el/la profesor/a en la pizarra, sesiones de prácticas con software específico para sistemas dinámicos, que se explicará de forma autocontenida y sesiones de problemas previamente seleccionados para que los realicen los alumnos/as en la pizarra y posteriormente los entreguen de forma escrita.

Para favorecer el aprendizaje autónomo de los/las estudiantes, se les asignará, atendiendo a sus preferencias, un proyecto de ampliación que puede tener carácter teórico, numérico o mixto. El trabajo se tendrá que exponer al resto de estudiantes en unas sesiones extraordinarias al final de curso.

Habrà un examen de repaso de contenidos a final de curso donde podrán aparecer tanto preguntas teóricas cortas como problemas similares a los realizados en clase.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

Como objetivos de aprendizaje se quiere que, una vez cursada la asignatura, el/la estudiante tenga a su alcance un conjunto de técnicas y resultados que le permitan abordar los aspectos básicos de la descripción y análisis de sistemas dinámicos, ya sean discretos o modelados a través de ecuaciones diferenciales. Adicionalmente se quiere que tenga una visión amplia de las diferentes líneas de aplicaciones e investigación que tienen los sistemas dinámicos (como la mecánica celeste, el estudio de objetos invariantes o la biología matemática) y que tenga herramientas básicas para su simulación y estudio cuantitativo a través de herramientas computacionales.

### 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 Unidimensional</p>	<p>Dedicación: 17h Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 4h Aprendizaje autónomo: 9h</p>
<p>Descripción: Aplicaciones del intervalo. Tipo de órbitas. Estudio de la familia cuadrática. Dinámica simbólica. Shift de Bernouilli. Caos en aplicaciones del intervalo. Definiciones. Exponentes de Lyapunov.</p>	
<p>Sistemas Lineales</p>	<p>Dedicación: 17h Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 4h Aprendizaje autónomo: 9h</p>
<p>Descripción: Sistemas lineales. Clasificación de sistemas lineales. Sistemas lineales no autónomos. Estabilidad y conjugación de sistemas periódicos.</p>	
<p>Objetos invariantes de flujos y difeomorfismos</p>	<p>Dedicación: 59h Grupo grande/Teoría: 10h Grupo pequeño/Laboratorio: 10h Aprendizaje autónomo: 39h</p>
<p>Descripción: 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>Flujos en el plano</p>	<p>Dedicación: 17h Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 4h Aprendizaje autónomo: 9h</p>
<p>Descripción: Sistemas planos. Teorema de Poincaré-Bendixson. Sistemas de Liénard. Ciclos límites y aplicaciones en biología. Introducción a la teoría de bifurcaciones</p>	

## 200213 - SD - Sistemas Dinámicos

Dinámica Global	Dedicación: 40h Grupo grande/Teoría: 8h Grupo pequeño/Laboratorio: 8h Aprendizaje autónomo: 24h
Descripción: Variedades invariantes globales. Puntos homoclínicos y heteroclínicos. La herradura de Smale. Teorema homoclínico de Smale. Escisión de separatrices. Método de Poincaré-Melnikov-Arnol'd. Aplicaciones.	

### Sistema de calificación

Habrà un examen final de curso donde podrán aparecer tanto preguntas teóricas cortas como problemas similares a los realizados en clase. La nota del examen corresponderà a un 35% de la nota final.

Se evaluarà la exposición oral y la resolución escrita de los problemas asignados, así como la participación en las sesiones prácticas de ordenadores. Esta nota corresponderà a un 25% de la nota final.

Se evaluarà la realización del trabajo, la memoria escrita y su exposición oral. También se evaluarà la participación en la exposición de trabajos del resto de estudiantes. Esta parte contribuirà en un 40% en 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.

## 200213 - SD - Sistemas Dinámicos

### 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.
- Strogatz, Steven H. Nonlinear dynamics and chaos : with applications to physics, biology, chemistry and engineering. Cambridge: Perseus, 1994. ISBN 978- 0738204536.
- Meiss, J. D. Differential dynamical systems. Philadelphia: Society for Industrial & Applied Mathematics, 2007. ISBN 978-0-89871-635-1.
- Robinson, Clark. Dynamical systems : stability, symbolic dynamics, and chaos. 2nd ed. Boca Raton, Fla., [etc.]: CRC Press, 1999. ISBN 0849384958.
- Wiggins, Stephen. Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos. 2nd ed. New York [etc.]: Springer-Verlag, cop. 2003. ISBN 978-0-387-00177-7.

## 200223 - MF - Matemática Financiera

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2019  
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 - M-A  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - M-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: 2019  
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 - M-A  
MARIA JOSE SERNA IGLESIAS - M-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 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.
- 5. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.
- GM-CE1. CE-1. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
- GM-CE3. 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:

- 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.

GM-CB1. 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.



## 200231 - AIC - Algoritmia y Complejidad

GM-CB2. 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.

GM-CB3. 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.

### 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:

#### Programación dinámica

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:

#### Algorithmic y complejidad

Dedicación: 5h

Grupo grande/Teoría: 2h  
Grupo mediano/Prácticas: 2h  
Aprendizaje autónomo: 1h

#### Descripción:

Repaso de los esquemas algorítmicos básicos

Complejidad 1

Algoritmos numeric I criptografía

Hashing, criptohashing I blockchain

Complejidad 2

#### Objetivos específicos:

Dar una visión de la algorítmica y complejidad avanzadas

## 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.

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: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Inglés

### Profesorado

Responsable: SIMEON MICHAEL BALL  
Otros: Primer quadrimestre:  
SIMEON MICHAEL BALL - M-A  
ORIOL SERRA ALBO - M-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 Grupo grande/Teoría: 5h Grupo pequeño/Laboratorio: 5h Aprendizaje autónomo: 15h
2. Enumeración con simetrías	Dedicación: 15h Grupo grande/Teoría: 3h Grupo pequeño/Laboratorio: 3h Aprendizaje autónomo: 9h
3. Geometrías finitas	Dedicación: 30h Grupo grande/Teoría: 6h Grupo pequeño/Laboratorio: 6h Aprendizaje autónomo: 18h
4. Conectividad de grafos	Dedicación: 20h Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 4h Aprendizaje autónomo: 12h
5. Apareamientos	Dedicación: 20h Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 4h Aprendizaje autónomo: 12h
6. Coloraciones	Dedicación: 20h Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 4h Aprendizaje autónomo: 12h

## 200232 - CITG - Combinatoria y Teoría de Grafos

7. Teoría extremal de grafos	Dedicación: 20h Grupo grande/Teoría: 4h Grupo pequeño/Laboratorio: 4h 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: 2019  
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 - M-A  
MARIA ROSA MASSA ESTEVE - M-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. Las relaciones entre las diferentes contribuciones señalan el camino a recorrer.

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.

Las capacidades a adquirir se deducen de estos objetivos.

### 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

<p>Las matemáticas en la Antigüedad.</p>	<p>Dedicación: 25h Grupo grande/Teoría: 5h Grupo pequeño/Laboratorio: 5h Aprendizaje autónomo: 15h</p>
<p>Descripción: Las tablillas cuneiformes. Los papiros egipcios. El papiro Rhind. La ciencia griega. Los Pitagóricos. El problema de la inconmensurabilidad. 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>	
<p>De la ciencia árabe al renacimiento.</p>	<p>Dedicación: 25h Grupo grande/Teoría: 5h Grupo pequeño/Laboratorio: 5h Aprendizaje autónomo: 15h</p>
<p>Descripción: Los inicios del álgebra. Mohamed Ben Musa al-Khwarizmi (850 dC.). Los inicios de la trigonometría plana y primeros desarrollos trigonométricos. Cálculo y mercadería en la matemática medieval. Geometría y arte. Leon Battista Alberti (1404-1472) y Leonardo da Vinci (1452-1519). Arte Mayor en la Península Ibérica. La resolución de las ecuaciones polinómicas de tercer y cuarto grado en Girolamo Cardano (1501-1576) y Rafael Bombelli (1526-1572).</p>	
<p>El nacimiento de la Matemática Moderna.</p>	<p>Dedicación: 25h Grupo grande/Teoría: 5h Grupo pequeño/Laboratorio: 5h Aprendizaje autónomo: 15h</p>
<p>Descripción: 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). El nacimiento de los logaritmos. Serie harmónica y el triángulo harmónico de Pietro Mengoli (1627-1686).</p>	

## 200241 - HM - Historia de la Matemática

<p>La anticipación del cálculo.</p>	<p>Dedicación: 25h Grupo grande/Teoría: 5h Grupo pequeño/Laboratorio: 5h Aprendizaje autónomo: 15h</p>
<p>Descripción: Cuadraturas de Arquímedes (ca. 250 aC.). La teoría de los indivisibles de Cavalieri (1635). Métodos para las tangentes: Fermat (1629) y Descartes (1637).</p>	
<p>Desarrollo conceptual del cálculo en el siglo XVIII.</p>	<p>Dedicación: 25h Grupo grande/Teoría: 5h Grupo pequeño/Laboratorio: 5h Aprendizaje autónomo: 15h</p>
<p>Descripción: El cálculo de Newton y Leibniz. Debates sobre los fundamentos del cálculo. Series de potencias: Newton y el teorema general del binomio (1664-1665). 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 Grupo grande/Teoría: 5h Grupo pequeño/Laboratorio: 5h Aprendizaje autónomo: 15h</p>
<p>Descripción: 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). La notación epsilon-delta. Introducción a la integración de funciones reales de Euler (1768). Cauchy (1823) y el teorema fundamental del cálculo.</p>	

## 200241 - HM - Historia de la Matemática

### 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.

### 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.
- 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.
- Katz, Victor (ed.). The Mathematics of Egypt, Mesopotamia, China, India and Islam: a sourcebook Nou llibre. Princeton University Press, 2007. ISBN 9780691114859.
- Stedall, Jacqueline. The history of mathematics: a very short introduction. 2012. ISBN 9780199599684.

#### Complementaria:

- 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.
- 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.
- Baron, Margaret E.. The Origins of infinitesimal calculus. New York, 1987.
- Grattan-Guinness, I. Companion encyclopedia of the history and philosophy of the mathematical sciences. London: New York : Routledge, 1994. ISBN 9780415037853.

## 200246 - AABS - Álgebra Abstracta

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 3 Idiomas docencia: Catalán

### Profesorado

Responsable: JOSE BURILLO PUIG  
Otros: Primer quadrimestre:  
JOSE BURILLO PUIG - M-A  
ENRIC VENTURA CAPELL - M-A

### Capacidades previas

Unos mínimos conceptos de álgebra, estructuras, subestructuras, homomorfismos. Las capacidades aprendidas en las asignaturas de Fundamentos de la Matemática y Estructuras Algebraicas son perfectamente adecuadas.

### Requisitos

Aunque no sería estrictamente necesario, es muy recomendable haber cursado previamente la asignatura de Estructuras Algebraicas.

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

GM-CE2. 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.

GM-CE4. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

GM-CE6. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

#### Genéricas:

GM-CB5. 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.

GM-CG1. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.

GM-CB4. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.

GM-CG2. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.

GM-CG3. 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.

GM-CG4. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.

GM-CG6. 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:

## 200246 - AABS - Álgebra Abstracta

04 COE. 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.

07 AAT. 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 semanales de teoría y problemas combinados. Habrá problemas para entregar y corregir.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

Como continuación de la asignatura de Estructuras Algebraicas, donde se introducen los grupos y se estudian los grupos finitos, aquí se estudian los grupos infinitos mediante la herramienta fundamental, que son las presentaciones. Se define el concepto de presentación, generadores y relaciones, cómo encontrarlas para un grupo dado, y los ejemplos más básicos, tanto para grupos finitos como infinitos. Finalmente, se definen los diferentes tipos de productos de grupos y se calculan sus presentaciones. En la segunda parte del curso, se estudian los subgrupos del grupo libre mediante los grafos de Stallings

### Horas totales de dedicación del estudiantado

Dedicación total: 75h	Horas grupo grande:	15h	20.00%
	Horas grupo mediano:	0h	0.00%
	Horas grupo pequeño:	15h	20.00%
	Horas actividades dirigidas:	0h	0.00%
	Horas aprendizaje autónomo:	45h	60.00%

## 200246 - AABS - Álgebra Abstracta

### Contenidos

<p>Grupos</p>	<p>Dedicación: 10h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 2h Grupo mediano/Prácticas: 2h Aprendizaje autónomo: 6h</p>
<p>Descripción: Grupos, subgrupos, subgrupos normales, clases laterales.</p> <p>Objetivos específicos: Introducción a los grupos y su estructura, con los primeros conceptos elementales. El concepto clave de subgrupo normal y las clases laterales.</p>	
<p>Grupos libres</p>	<p>Dedicación: 15h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 3h Grupo mediano/Prácticas: 3h Aprendizaje autónomo: 9h</p>
<p>Descripción: Grupos libres y su propiedad universal. Existencia. Palabras reducidas, existencia y unicidad.</p> <p>Objetivos específicos: Entender el grupo libre como grupo básico todo otro grupo es cociente. Demostrar que el grupo libre existe. Definir las palabras reducidas y demostrar que están en biyección con los elementos.</p>	
<p>Presentaciones</p>	<p>Dedicación: 15h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 3h Grupo mediano/Prácticas: 3h Aprendizaje autónomo: 9h</p>
<p>Descripción: Presentaciones. Generadores. Clausura normal. Relaciones. Presentaciones de los grupos más comunes.</p> <p>Objetivos específicos: Estudio detallado de la presentación como herramienta fundamental para el estudio de los grupos infinitos. Sistemas de generadores de un grupo. La clausura normal de un subconjunto, subgrupo de relaciones. Presentaciones de los grupos más habituales: simétricos, diedrales, abelianos libres, libres, nilpotentes, grupos de trenzas.</p>	

## 200246 - AABS - Álgebra Abstracta

Subrupos del grupo libre

Dedicación: 35h

Grupo grande/Teoría: 7h

Grupo mediano/Prácticas: 7h

Aprendizaje autónomo: 21h

**Descripción:**

Estudio de los subgrupos del grupo libre en base a los grafos de Stallings. Bijección entre subgrupos y grafos. Resolución del problema de la palabra y del membership problem. Subgrupos de índice finito. Grafos core. Cuestiones algorítmicas sobre el grupo libre.

### Sistema de calificación

Los problemas presentados serán evaluados, así como un proceso de evaluación final, bien un trabajo relacionado con la asignatura o bien un examen.

### Bibliografía

**Básica:**

Bogopolskij, Oleg Vladimirovic. Introduction to group theory. Zürich: European Mathematical Society, cop. 2008. ISBN 9783037190418.

Lyndon, Roger C; Schupp, Paul E. Combinatorial group theory. Berlin: Springer, 1977. ISBN 9783540411581.



## 200247 - MODC - Modelización Computacional

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental  
749 - MAT - Departamento de Matemáticas  
Curso: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Inglés

### Profesorado

Responsable: SONIA FERNANDEZ MENDEZ  
Otros: Segon quadrimestre:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - M-A  
JOSE JAVIER MUÑOZ ROMERO - M-A  
PABLO SAEZ VIÑAS - M-A

### Horario de atención

Horario: Ver versión en inglés.

### Capacidades previas

Ver versión en inglés.

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

#### Específicas:

- GM-CE2. 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.
- GM-CE1. CE-1. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
- GM-CE3. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
- GM-CE4. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
- GM-CE6. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

#### Genéricas:

- GM-CB5. 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.
- GM-CG1. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
- GM-CB4. CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.
- GM-CG2. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.

## 200247 - MODC - Modelización Computacional

GM-CG3. 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.

GM-CG4. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.

GM-CG6. 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:

04 COE. 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.

05 TEQ. 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.

07 AAT. 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.

01 EIN. 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.

02 SCS. 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.

### Metodologías docentes

Ver versión en inglés.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

.Ver versión en castellano.

### 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%

## 200247 - MODC - Modelización Computacional

### Contenidos

<p>Verificación y validación de modelos computacionales</p>	<p>Dedicación: 2h Grupo grande/Teoría: 2h</p>
<p>Descripción: Ejemplos de modelos computacionales y la relevancia de su validación (correspondencia entre el modelo y los fenómenos reales) y la verificación (evaluación de la calidad de la solución numérica) en la modelización computacional y en experimentos de laboratorio.</p>	
<p>Simulation of particle systems</p>	<p>Dedicación: 15h Grupo grande/Teoría: 15h</p>
<p>Descripción: Modelización de la interacción entre partículas con un potencial asociado. Simulación de sistemas con diferentes escalas: configuraciones de cadenas de partículas (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=_Q0BBkIQ0Q">https://www.youtube.com/watch?v=_Q0BBkIQ0Q</a>) o moléculas (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ILFEqKl3sm4">https://www.youtube.com/watch?v=ILFEqKl3sm4</a>), celda de monocapa sistemas de sistemas multicuerpo, como un enfoque para la simulación de sistemas con gran cantidad de partículas (<a href="http://sbel.wisc.edu/Animations">http://sbel.wisc.edu/Animations</a>). Planteamiento del sistema de EDOs y solución numérica. Análisis de las propiedades de estabilidad de los algoritmos de integración temporal. Extensión a problemas con restricciones (conservación de volumen, contacto, etc.). Análisis de sistemas con cambio de vecinos.</p>	
<p>El Laplaciano en modelización computacional</p>	<p>Dedicación: 13h Grupo grande/Teoría: 13h</p>
<p>Descripción: Modelización matemática con el operador Laplace y aplicaciones: ecuación de calor, flujo en un medio poroso, flujo potencial, potencial eléctrico. Derivación de la EDP y condiciones de contorno para cada aplicación (modelización). Conceptos básicos sobre la solución numérica con el Método de elementos finitos (MEF): forma débil, discretización, implementación en Matlab. Evaluación de calidad de la solución numérica. Solución de problemas particulares con la aplicación de la vida real. Discretización e integración de tiempo para problemas transitorios.</p>	
<p>EL MEF para la simulación de flujos celulares</p>	<p>Dedicación: 15h Grupo grande/Teoría: 15h</p>
<p>Descripción: Modelización del flujo de actina en una célula viva: ecuación transitoria de convección-difusión-reacción. Condiciones de contorno. Técnicas de discretización y estabilización FEM para problemas dominados por convección. Análisis del efecto del flujo de actina en la migración celular. Visita <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xtpaymWR22E">https://www.youtube.com/watch?v=xtpaymWR22E</a></p>	

## 200247 - MODC - Modelización Computacional

Transporte de contaminantes	Dedicación: 15h Grupo grande/Teoría: 15h
<p>Descripción: Solución de problemas de transporte de contaminantes en el aire, <a href="https://www.youtube.com/watch?v=LsVQj8fifIU">https://www.youtube.com/watch?v=LsVQj8fifIU</a>. Modelització computacional de filtres de carbó actiu (AC): flujo de aire en el filtro, adsorción y desorción en los granos de AC, problema de reacción-convección-difusión (no lineal) a escala de filtro, consulta <a href="https://www.youtube.com/watch?v=LsVQj8fifIU">https://www.youtube.com/watch?v=LsVQj8fifIU</a> Aplicación al diseño de un filtro de CA para un automóvil: efecto de las cámaras de aire, paredes interiores, etc. Introducción a volúmenes finitos y métodos discontinuos de Galerkin para problemas con frentes verticales.</p>	

### Sistema de calificación

50% evaluación continuada (ejercicios, trabajos prácticos, presentaciones orales) + 50% examen

### Bibliografía

#### Básica:

- Hairer, E; Lubich, Christian; Wanner, Gerhard. Geometric Numerical Integration [Recurs electrònic] : structure-Preserving Algorithms for Ordinary Differential Equations [en línea]. Berlin, Heidelberg: Springer, 2006 Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/3-540-30666-8>>. ISBN 978-3-540-30666-5.
- Griebel, Michael; Zumbusch, Gerhard W; Knapek, Stephan. Numerical simulation in molecular dynamics [Recurs electrònic] : Numerics, Algorithms, Parallelization, Applications [en línea]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007 Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-68095-6>>. ISBN 978-3-540-68095-6.
- Quarteroni, Alfio. Numerical models for differential problems [Recurs electrònic] [en línea]. Milano: Springer Milan, 2009 Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-88-470-1071-0>>. ISBN 978-88-470-1071-0.
- Donea, Jean M; Huerta, Antonio. Finite element methods for flow problems [en línea]. Chichester: John Wiley & Sons, cop. 2003 Disponible a: <<http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0470013826>>. ISBN 978-0-471-49666-3.
- Rodríguez-Ferran, A., Sarrate, J. and Huerta, A.. "Numerical modelling of void inclusions in porous media". International Journal for Numerical Methods in Engineering [en línea]. 2004 [Consulta: 31/05/2018]. Disponible a: <[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1097-0207](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1097-0207)>.
- Mogilner, A. ; Edelstein-Keshet, L. "Regulation of actin dynamics in rapidly moving cells: a quantitative analysis.". Biophysical Journal [en línea]. [Consulta: 31/05/2018]. Disponible a: <<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT=318&pmid=36123&clientId=41459>>.
- Pollard TD ; Cooper JA. "Actin, a central player in cell shape and movement.". Science [en línea]. doi: 10.1126/science.1175862 [Consulta: 31/05/2018]. Disponible a: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19965462>>.
- Pérez-Foguet, A.; Casoni , E.; Huerta, A. "Dimensionless analysis of HSDM and application to simulation of breakthrough curves of highly adsorbent porous media.". Journal of environmental engineering (ASCE) [en línea]. 10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000665 [Consulta: 31/05/2018]. Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2117/26352>>.

## 200248 - MNED - Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales

Unidad responsable: 200 - FME - Facultad de Matemáticas y Estadística  
Unidad que imparte: 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental  
Curso: 2019  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Inglés

### Profesorado

Responsable: JAUME SOLER VILLANUEVA

Otros: Primer quadrimestre:  
ESTHER SALA LARDIES - M-A  
JAUME SOLER VILLANUEVA - M-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 industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

## 200248 - MNED - Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales

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%

## 200248 - MNED - Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales

### Contenidos

<p>1. Ecuaciones ordinarias. Nociones básicas. Error de truncamiento y orden de un método. Convergencia</p>	<p>Dedicación: 15h Grupo grande/Teoría: 3h Grupo pequeño/Laboratorio: 3h Actividades dirigidas: 2h Aprendizaje autónomo: 7h</p>
<p>Descripción: Problemas de valor inicial y de valor en la frontera. Los métodos de Euler, Euler mejorado y Euler implícito. Error de truncamiento local y global. Orden de un método. Estimación numérica del orden. Convergencia.</p>	
<p>2. Métodos de Runge-Kutta y lineales multipaso. Implementación.</p>	<p>Dedicación: 24h Grupo grande/Teoría: 6h Grupo pequeño/Laboratorio: 6h Actividades dirigidas: 3h Aprendizaje autónomo: 9h</p>
<p>Descripción: Métodos de Runge-Kutta. Generalidades sobre métodos lineales multipaso. Métodos de Adams-Bashforth y Adams-Moulton. Métodos BDF. Métodos predictor-corrector. Condiciones de consistencia, estabilidad y convergencia. Estimación del error local y ajuste del paso. Implementaciones comerciales y freeware.</p>	
<p>3. Problemas stiff</p>	<p>Dedicación: 18h Grupo grande/Teoría: 3h Grupo pequeño/Laboratorio: 3h Actividades dirigidas: 3h Aprendizaje autónomo: 9h</p>
<p>Descripción: Problemas stiff. Región de estabilidad absoluta de un método. Métodos implícitos. Ejemplos. La ecuación de van der Pol. Exploración numérica de problemas stiff.</p>	
<p>4. Ecuaciones en derivadas parciales (EDP). Conceptos generales sobre su resolución</p>	<p>Dedicación: 26h Grupo grande/Teoría: 5h Grupo pequeño/Laboratorio: 5h Actividades dirigidas: 4h Aprendizaje autónomo: 12h</p>
<p>Descripción: Problemas en ingeniería y ciencias aplicadas que precisan resolución numérica de EDP. EDP lineales de segundo orden: clasificación, interpretación física. Aspectos fundamentales de la resolución numérica. Condiciones de contorno.</p>	

## 200248 - MNED - Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales

<p>5. Solución numérica d'EDP con el Método de las Diferencias Finitas (MDF)</p>	<p>Dedicación: 26h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 5h Grupo pequeño/Laboratorio: 5h Actividades dirigidas: 4h Aprendizaje autónomo: 12h</p>
<p>Descripción: Operadores en diferencias. Discretización de la ecuación parabólica unidimensional con el Método de Diferencias Finitas (MDF). Sistemas de ecuaciones en diferencias. Análisis de convergencia, estabilidad y consistencia. Problemas multidimensionales y aplicaciones. Discretización con el MDF. Limitaciones en comparación con el Método de los Elementos Finitos (MEF):</p>	
<p>6. Solución numérica de ecuaciones parabólicas y elípticas con el MEF</p>	<p>Dedicación: 26h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 5h Grupo pequeño/Laboratorio: 5h Actividades dirigidas: 4h Aprendizaje autónomo: 12h</p>
<p>Descripción: 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 de problemas transitorios.</p>	
<p>7. Control de la calidad de la solución</p>	<p>Dedicación: 15h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 3h Grupo pequeño/Laboratorio: 3h Actividades dirigidas: 2h Aprendizaje autónomo: 7h</p>
<p>Descripción: Necesidad de garantizar la calidad de la solución. Conceptes de verificación y validación. Conceptos básicos de estimación del error, estimación orientada a magnitudes de interés. Remallado y adaptividad.</p>	

### 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) Exposiciones cortas hechas en clase: hasta 1 punto.
- 3) Exámenes escrito sobre contenidos de la asignatura: hasta 6 puntos.



## 200248 - MNED - Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales

### 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:

- Butcher, J. C. Numerical methods for ordinary differential equations. Wiley, 2016.
- Dekker, K.; Verwer, J.G. Stability of Runge-Kutta methods for stiff nonlinear differential equations. 1a. Elsevier, 1984.
- Shampine, L. F.; Gladwell, I.; Thompson, S. Solving ODEs with MATLAB. Cambridge University Press, 2003. ISBN 978-0521530946.
- Hoffman, Joe D. Numerical methods for engineers and scientists. 2nd. New York: Marcel Dekker, 2001. ISBN 0824704436.
- Quarteroni, Alfio. Numerical models for differential problems [en línea]. Springer Verlag-Milano, 2009. Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-88-470-1071-0>>. ISBN 9788847010710.
- Zienkiewicz, O. C.; Taylor, R. L. The finite element method [en línea]. 6th. Oxford: Butterworth Heinemann, Disponible a: <<https://www.sciencedirect.com/science/book/9780750664318>>. ISBN 0750650494.

#### Complementaria:

- 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 University Press, 2005. ISBN 019852868 X.
- Ortega, James M. Numerical analysis: a second course. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1990. ISBN 0898712505.
- Ames, William F. Numerical methods for partial differential equations. Boston Academic Press, 1992. ISBN 012056761X.
- Ainsworth, M.; Oden, J. T. A posteriori error estimation in finite element analysis. New York: John Wiley & Sons, 2000. ISBN 047129411X.
- Evans, G.; Blackledge, J.; Yardley, P. Numerical methods for partial differential equations. London: 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.

# Bachelor's degree in Mathematics

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.

This bachelor's degree is taught at [School of Mathematics and Statistics \(FME\)](#)

---

## GENERAL DETAILS

---

### 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: €2,326 (€3,489 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](#)

---

## 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](#).

---

## 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](#)

---

## PROFESSIONAL OPPORTUNITIES

---

### 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

---

Subjects	ECTS credits	Type
<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
<b>FOURTH SEMESTER</b>		
Complex Variable Functions	7.5	Compulsory
Physics	7.5	Compulsory
Real Analysis	7.5	Compulsory

<b>Subjects</b>	<b>ECTS credits</b>	<b>Type</b>
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>		
Abstract Algebra	3	Optional
Algorithmics and Complexity	6	Optional
Bayesian Methods	6	Optional
Combinatorics and Graph Theory	6	Optional
Control Theory	6	Optional
Cryptology	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 Differential Equations	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
Computational Modelling	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
Nonlinear Time Series Analysis	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

## 200001 - CV - Single Variable Calculus

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2019  
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:  
SANTIAGO BOZA ROCHO - M-A, M-B  
JOSE BURILLO PUIG - M-A, M-B  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - M-A, M-B

Segon quadrimestre:  
JOSE BURILLO PUIG - 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.
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.

## 200001 - CV - Single Variable Calculus

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>Introduction to Calculus</p>	<p>Learning time: 26h Theory classes: 6h Laboratory classes: 4h Self study : 16h</p>
<p>Description: Numbers, functions, derivatives, integrals and applications</p>	
<p>Sequences</p>	<p>Learning time: 52h Theory classes: 12h Laboratory classes: 8h Self study : 32h</p>
<p>Description: Basic concepts on functions and sequences Basic concepts on limits. Monotone convergence theorem The number e Subsequences, limit superior and limit inferior Cauchy sequences</p>	
<p>Continuous functions and limits</p>	<p>Learning time: 26h Theory classes: 6h Laboratory classes: 4h Self study : 16h</p>
<p>Description: Continuous functions. Limits of real functions Intermediate value theorem Extreme value theorem Uniform continuity</p>	
<p>Derivatives</p>	<p>Learning time: 52h Theory classes: 12h Laboratory classes: 8h Self study : 32h</p>
<p>Description: Definition and properties Mean value theorem L'Hopital's rule Taylor's polynomial</p>	



## 200001 - CV - Single Variable Calculus

Integrals	Learning time: 39h Theory classes: 9h Laboratory classes: 6h Self study : 24h
Description: The Riemann integral The fundamental theorem of calculus Antiderivatives	

### Qualification system

There will be a midterm exam (P), and a final exam (F)  
 The final mark (N) should be obtained as follows:  
 $N = \max(F; 0.4 \cdot P; 0.6 \cdot F)$ .

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Bibliography

Basic:

Rudin, W. Principios de Análisis Matemático. 3a ed. McGraw-Hill,

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.

Strang, Gilbert. Calculus [on line]. Wellesley-Cambridge Press, Available on: <<http://ocw.mit.edu/resources/res-18-001-calculus-online-textbook-spring-2005/index.htm>>.

## 200002 - AL - Linear Algebra

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: MARTA CASANELLAS RIUS

Others:

Primer quadrimestre:

- MARTA CASANELLAS RIUS - M-A, M-B
- JESUS FERNANDEZ SANCHEZ - M-B
- MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B
- JORDI GUARDIA RUBIES - M-A
- JAUME MARTI FARRE - M-A, M-B

Segon quadrimestre:

- MARTA CASANELLAS RIUS - REF
- JAUME MARTI FARRE - 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.
12. CG-6 Detect deficiencies in their own knowledge and pass them through critical reflection and choice of the best

## 200002 - AL - Linear Algebra

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

Matrices, determinant and linear systems	Learning time: 25h Theory classes: 6h Practical classes: 4h Self study : 15h
Description: 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.	
Vector spaces	Learning time: 37h 30m Theory classes: 9h Practical classes: 6h Self study : 22h 30m
Description: Field. Vector space. Linear combination. Independence and generators. Bases. Steinitz Theorem. Dimension. Coordinates. Change of basis. Subspaces. Intersection, sum and direct sum. Grasmann formula.	
Linear maps	Learning time: 25h Theory classes: 6h Practical classes: 4h Self study : 15h
Description: 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.	
Diagonalization	Learning time: 37h 30m Theory classes: 9h Practical classes: 6h Self study : 22h 30m
Description: Eigenvectors and eigenvalues, characteristic polynomial, algebraic and geometric multiplicity. First decomposition theorem, diagonalization criteria. Annihilator polynomials, Cayley-Hamilton theorem, minimal polynomial. Markov matrices, Perron-Frobenius theorem and applications.	

## 200002 - AL - Linear Algebra

<p>Ortogonalitat</p>	<p>Learning time: 37h 30m Theory classes: 9h Practical classes: 6h Self study : 22h 30m</p>
<p>Description: Scalar product. Cauchy-Schwarz inequality. Norm, distance and angle, orthogonal projection. Orthonormal bases and Gram-Schmidt. Spectral theorem. Orthogonal matrices and matrix norms. Fundamental theorem of linear algebra: singular value decomposition; geometric and algebraic interpretation. Other scalar products.</p>	

### 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 =  $\max\{\text{final exam mark}; 70\% \text{ final exam mark} + 25\% \text{ midterm exam mark} + 5\% \text{ other activities}; 95\% \text{ final exam} + 5\% \text{ other activities}\}$

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester and will substitute the total of the final mark.

### Bibliography

#### Basic:

Friedberg, Stephen H; Insel, Arnold J; Spence, Lawrence E. Linear algebra. 4th ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Education, cop. 2003. ISBN 0131202669.

Poole, David. Álgebra lineal: una introducción moderna. 2004.

Strang, Gilbert. Introduction to linear algebra. 5th ed. Wellesley: Cambridge Press, cop. 2016. ISBN 978-09802327-7-6.

#### Complementary:

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

Jeronimo, G.; Sabia, J.; Tesauri, S. Álgebra 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/).

Lay, David C; García Hernández, Ana Elizabeth; Alfaro Pastor, Javier. Álgebra lineal y sus aplicaciones. 4a ed. México [etc.]: Pearson Educación, 2012. ISBN 978-607-32-1398-1.

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

#### Others resources:

## 200003 - FM - Fundamentals of Mathematics

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
 Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
 Academic year: 2019  
 Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
 ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan, Spanish

### Teaching staff

Coordinator: JAUME MARTI FARRE  
 Others: Primer quadrimestre:  
 MARIA LUZ ALBEROLA PEREZ - M-A  
 MARINA GARROTE LOPEZ - M-A  
 JAUME MARTI FARRE - M-A  
 JOSÉ LUIS RUIZ MUÑOZ - M-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.

## 200003 - FM - Fundamentals of Mathematics

### 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

<p>Mathematical formalism: statements and proofs</p>	<p>Learning time: 28h 45m Theory classes: 7h Practical classes: 5h Self study : 16h 45m</p>
<p>Description: Logical propositions. Truth tables. Tautologies and contradictions. Logical equivalence. Expressions with quantifiers. Predicates and variables. Statements and proofs. Proof techniques: implication, equivalences, statements with quantifiers. Induction. Summations and products. Arithmetic and geometric progressions.</p>	
<p>Sets and mappings</p>	<p>Learning time: 28h 45m Theory classes: 7h Practical classes: 5h Self study : 16h 45m</p>
<p>Description: Set and subset. Inclusion and equality. Power set. Operations: union, intersection, difference, complementary, cartesian product. Correspondence and mapping. Images and antiimages by a mapping. Injective, exhaustive and bijective mappings. Mapping composition. Identity mapping. Mapping inverse.</p>	
<p>Relations, operations and structures</p>	<p>Learning time: 31h 30m Theory classes: 9h Practical classes: 4h Self study : 18h 30m</p>
<p>Description: Binary relations on a set. Equivalence relations. Equivalence class. Quotient set. Partitions. Canonical decomposition of a mapping. Order relations. Notable elements in a partially ordered set. Algebraic structures: group, ring and field. Ordered field. Boole algebra. The symmetric group. Permutations, cycles and transpositions. Decomposition in cycles and in transpositions. Order and sign of a permutation.</p>	
<p>Number sets. Numerability</p>	<p>Learning time: 16h 45m Theory classes: 4h Practical classes: 3h Self study : 9h 45m</p>
<p>Description: Equipotent sets. Finite and infinite sets. Cardinal. Number sets: naturals, integers, rational and real numbers. Numerable and enumerable sets.</p>	



## 200003 - FM - Fundamentals of Mathematics

<p>The field of complex numbers</p>	<p>Learning time: 16h 45m Theory classes: 4h Practical classes: 3h Self study : 9h 45m</p>
<p>Description: The field of complex numbers. Real and imaginary parts. The imaginary unit. Ordered pair and binomial form. The conjugate. Module and argument. Trigonometric expression and polar expression. Powers and roots. Exponential of a complex number. Exponential expression of a complex number. Matrix expression of a complex number.</p>	
<p>Arithmetic</p>	<p>Learning time: 28h 45m Theory classes: 7h Practical classes: 5h Self study : 16h 45m</p>
<p>Description: The ring of integer numbers. Invertible elements. Divisors. The divisibility relation. Theorem of the Euclidean division. Prime numbers. Fundamental Theorem of Arithmetic. Greatest common divisor and lowest common multiple. Bézout identity and Euclid's algorithm. Diophantine equations. Congruences. Congruence relation. The ring of modular integers. Invertible elements and zero divisors. Equations with congruences.</p>	
<p>Polynomials</p>	<p>Learning time: 28h 45m Theory classes: 7h Practical classes: 5h Self study : 16h 45m</p>
<p>Description: Polynomial with an indeterminate. Equality of polynomials. Algebraic structure. Euclidean division and factorization. Divisors of a polynomial. Prime polynomials. Theorem of factorial decomposition. Greatest common divisor. Euclid's algorithm and Bézout identity. Polynomial functions. Roots of a polynomial. Multiplicity of a root. Fundamental Theorem of Algebra. Prime polynomials with complex, real or rational coefficients. Polynomials with coefficients in <math>\mathbb{Z}_p</math>. Rational fractions. Algebraic structure. Simple fractions (complex and real). Decomposition of rational fractions into simple fractions.</p>	

## 200003 - FM - Fundamentals of Mathematics

### 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:

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 the regular semester.

### Bibliography

#### Basic:

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

Rosen, Kenneth H. Matemática discreta y sus aplicaciones [on line]. 5a ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2004 Available on: [http://www.ingebok.com/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=4143](http://www.ingebok.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4143). ISBN 9788448140731.

#### Complementary:

Pla, Josep. Introducció a la metodologia de la matemàtica. 1<sup>a</sup> edició. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona, 2006. ISBN 978-84-475-3065-6.

Cunningham, D.W. A logical introduction to proof. 2013. Springer, ISBN 978-1-4899-9099-0.

Houston, Kevin. How to think like a mathematician. 1a edició. Cambridge University Press, 2009. ISBN 9780521719780.

## 200004 - CD - Differential Calculus

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan, Spanish

### Teaching staff

Coordinator: ENRIC VENTURA CAPELL  
Others: Segon quadrimestre:  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
ÓSCAR RIVERO SALGADO - M-B  
NATALIA SADOVSKAIA NURIMANOVA - M-A  
ENRIC VENTURA CAPELL - M-A, M-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.

#### 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.



## 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 Theory classes: 6h Practical classes: 4h 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 Theory classes: 6h Practical classes: 4h 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: 34h Theory classes: 8h Practical classes: 6h Self study : 20h</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

4. Theorems of differentiable functions.	Learning time: 41h Theory classes: 10h Practical classes: 6h Self study : 25h
Description: - Higher-order partial derivatives. Schwarz theorem. $C^n$ -class functions. Examples of mathematical physics equations. Change of variables in equations containing partial derivatives. - The inverse function theorem. Diffeomorphisms. - The implicit function theorem. Derivatives of implicit functions. - Rank theorems.	
5. Taylor formula. Local extrema.	Learning time: 33h Theory classes: 8h Practical classes: 5h Self study : 20h
Description: - Taylor formula. Expressions of the rest. - Local extrema. Critical points. - Clasification of critical points: quadratic forms, Hessian matrix. - Criteria of Silvester and of eigenvalues of the Hessian matrix.	
6. Submanifolds of $R^n$ and constrained extrema.	Learning time: 32h Theory classes: 7h Practical classes: 5h Self study : 20h
Description: - Submanifolds of $R^n$ . Tangent vectors. Tangent and normal spaces at a point. - Parameterized and implicit submanifolds. Regular curves and surfaces. - Constrained extrema and Lagrange multipliers. - Absolute extrema.	

### 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.

## 200004 - CD - Differential Calculus

### 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: 2019  
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: Segon quadrimestre:  
MIGUEL ANGEL BARJA YAÑEZ - M-A, M-B  
JESUS FERNANDEZ SANCHEZ - M-A  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
ANA RIO DOVAL - M-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 Theory classes: 9h Practical classes: 6h Self study : 10h
Description: 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 Theory classes: 9h Practical classes: 7h Self study : 13h 20m
Description: 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 Theory classes: 6h Practical classes: 3h 30m Self study : 13h 20m
Description: 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 Theory classes: 10h Practical classes: 5h Self study : 1h
Description: 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 Theory classes: 8h Practical classes: 6h Self study : 13h 20m
Description: 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 solving exercises and the active participation in problem resolution classes.

There will be a Midterm exam (ME).

The final exam (FE) will consist of one part containing problems and a final theoretical part.

The final mark (FM) will result from:  $FM = \max \{0.1 CA + 0.2 ME + 0.7 FE; 0.2 ME + 0.8 FE; FE\}$

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: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan, Spanish

### Teaching staff

Coordinator: ANDRES MARCOS ENCINAS BACHILLER  
Others: Primer quadrimestre:  
ANGELES CARMONA MEJIAS - CFIS, M-A, M-B  
ANDRES MARCOS ENCINAS BACHILLER - CFIS, M-A, M-B  
JAIME FRANCH BULLICH - CFIS, M-A, M-B  
JOSE ANTONIO LUBARY MARTINEZ - CFIS, M-A, M-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.



## 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 Theory classes: 6h Practical classes: 6h Self study : 25h</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 12h Practical classes: 8h Self study : 40h 30m</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 5h Practical classes: 3h Self study : 16h</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 7h 30m Practical classes: 5h Guided activities: 25h</p>
<p>Description: 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:

$$\text{Max } \{0.3 * P + 0.7 * F; F\}$$

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 [on line]. 5a ed. Madrid: Addison Wesley, 2004 Available on: <[http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=7634](http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=7634)>. 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: 2019  
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:  
M. JOSE BLESÀ AGUILERA - M-A, M-B  
JORDI CORTADELLA FORTUNY - M-A, M-B  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
SALVADOR ROURA FERRET - M-A, M-B

### 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.
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:



## 200011 - INF - Computer Science

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.

### 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 Theory classes: 2h 30m Practical classes: 3h Self study : 9h 30m</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 5h 30m Practical classes: 6h Self study : 20h</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 7h Practical classes: 10h Self study : 24h</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 5h 30m Practical classes: 5h Self study : 19h</p>
<p>Description: Parameter concept. Implementation of mechanisms for parameter passing. Actions and functions. Examples.  Introduction to recursion.  Methods and functions in C + +. Side effects.</p>	
<p>5. Data not elementary.</p>	<p>Learning time: 41h Theory classes: 7h Practical classes: 10h Self study : 24h</p>
<p>Description: Arrays. Matrix representation. Algorithms for matrix algebra (addition, symmetric matrix, matrix transpose, matrix multiplication). Sorting algorithms (insertion, selection, bubble, radix).  Down design. Efficiency.  The vector class. C ++ syntax.</p>	
<p>6. Tuples and classes.</p>	<p>Learning time: 28h Theory classes: 5h Practical classes: 5h Self study : 18h</p>
<p>Description: Non-homogeneous data. Basic notions of objects. Examples of use.  Object-oriented design.</p>	

## 200011 - INF - Computer Science

7. Limits of computation.	Learning time: 11h 30m Theory classes: 3h 30m Self study : 8h
Description: Classification of problems regarding the existence of algorithmic solutions. The halting problem (termination). 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 749 - MAT - Department of Mathematics 748 - FIS - Department of Physics
Academic year:	2019
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: JOSEP ELGUETA MONTO - M-A NARCISO ROMAN ROY - M-A

### Opening hours

Timetable:	Will be fixed the day of the first lecture.
------------	---

### Prior skills

Single and multiple 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.

#### General:

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 the gravitational field.  
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. Work and Energy.</p>	<p>Learning time: 37h 30m Theory classes: 9h Practical classes: 6h Self study : 22h 30m</p>
<p>Description: 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. Changes of reference systems.</p>	<p>Learning time: 12h 30m Theory classes: 3h Practical classes: 2h Self study : 7h 30m</p>
<p>Description: Galilean relativity. Motion equations in rotation reference systems. The Coriolis theorem. The second Newton's law in non-inertial reference systems. Vertical deviation and Foucault pendulum.</p>	
<p>3. Dynamic of a system of particles. Rigid Solid.</p>	<p>Learning time: 26h 30m Theory classes: 5h 30m Practical classes: 5h Self study : 16h</p>
<p>Description: Motion of the centre of mass. Conservation theorems: Linear momentum, angular momentum and energy. The two body problem. Rigid solid. Tensor of inertia. Dynamical equations.</p>	
<p>4. Gravity field</p>	<p>Learning time: 30h Theory classes: 8h Practical classes: 4h Self study : 18h</p>
<p>Description: Theory of gravitational field, Poisson equation. 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 Theory classes: 6h Practical classes: 5h Self study : 16h 30m
Description: 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 Theory classes: 3h Practical classes: 4h Self study : 10h 30m
Description: 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 Theory classes: 5h Practical classes: 4h Self study : 13h 30m
Description: 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 Theory classes: 3h 30m Practical classes: 2h Self study : 8h
Description: 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.  
Jackson, John David. Electrodinámica clásica. 2a ed. Madrid: Alhambra, 1980. ISBN 8420506559.  
José, Jorge V.; Saletan, Eugene J. Classical dynamics : a contemporary approach. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. ISBN 0521636361.

#### Complementary:

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

## 200101 - FVC - Complex Variable Functions

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JORDI VILLANUEVA CASTELLTORT

Others: Segon quadrimestre:  
INMACULADA CONCEPCION BALDOMA BARRACA - M-A, M-B  
JOSE TOMAS LAZARO OCHOA - CFIS  
MARIA TERESA MARTINEZ-SEARA ALONSO - CFIS, M-A, M-B  
JORDI VILLANUEVA CASTELLTORT - CFIS, M-A, M-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.

## 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: 5h Theory classes: 0h Practical classes: 5h</p>
<p>Description: Complex numbers (representation, basic properties, successions, series). The complex plane and its topology.</p>	
<p>Holomorphic functions</p>	<p>Learning time: 16h Theory classes: 10h Practical classes: 6h</p>
<p>Description: Complex variable functions. Derivative. Complex derivative. Cauchy-Riemann conditions. Power series. Holomorphic functions. Examples</p>	
<p>Local Cauchy theory</p>	<p>Learning time: 16h Theory classes: 10h Practical classes: 6h</p>
<p>Description: Line integrals. Local Cauchy's theorem. Cauchy's integral formula. Zeros of analytic functions. Consequences.</p>	
<p>Global Cauchy theory</p>	<p>Learning time: 18h Theory classes: 10h Practical classes: 8h</p>
<p>Description: Index of a curve with respect to a point. Homology. Global Cauchy's theorem. Isolated singularities. Laurent series. Residue theorem and applications.</p>	
<p>Conformal applications and harmonic functions</p>	<p>Learning time: 14h Theory classes: 10h Practical classes: 4h</p>
<p>Description: Conformal transformations. Riemann's theorem. Schwarz's reflection principle. Harmonic functions. Dirichlet's problem.</p>	

## 200101 - FVC - Complex Variable Functions

Other topics	Learning time: 5h Theory classes: 5h
Description: Depending on the time available: Rudiments of complex dynamics. Linearization of holomorphic applications around a fixed point. Conjugation to a rotation of holomorphic circle maps.	

### Qualification system

There will be a mid-term exam (ME) and a final exam (FE).

The final grade (NF) will be given by the formula  $NF = \max( FE ; 0.3 * ME + 0.7 * FE )$ .

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Bibliography

#### Basic:

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.

Ortega Cerdà, J. Anàlisi complexa [on line]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Matemàtica Aplicada I, 1997 Available on: <[https://ocw.upc.edu/curs\\_publicat/10023/2014/1/apunts](https://ocw.upc.edu/curs_publicat/10023/2014/1/apunts)>.

#### Complementary:

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

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. 3a ed. 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: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JUAN JOSÉ RUE PERNA  
Others: Segon quadrimestre:  
SANTIAGO BOZA ROCHO - M-A  
ÓSCAR RIVERO SALGADO - M-B  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - M-A, M-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

### 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 Theory classes: 12h Practical classes: 8h Self study : 28h 30m</p>
<p>Description: Sequences and series of functions: pointwise and uniform convergence. Stone-Weierstrass Theorem. Equicontinuous families.</p>	
<p>Lebesgue measure and integration in <math>\mathbb{R}^n</math>.</p>	<p>Learning time: 62h 30m Theory classes: 15h Practical classes: 10h Self study : 37h 30m</p>
<p>Description: Measurable sets and measurable functions. Integration of measurable functions. Dominated convergence. Fubini's Theorem. Integral calculus and integrals depending on parameters. <math>L_p</math> spaces.</p>	
<p>Fourier series.</p>	<p>Learning time: 48h 30m Theory classes: 12h Practical classes: 8h Self study : 28h 30m</p>
<p>Description: Fourier series in <math>L^2</math>. Fourier series of periodic functions. Pointwise and uniform convergence.</p>	

## 200102 - AR - Real Analysis

### Qualification system

Problem assignment/activities (PR, 10%), exam midterm (EP, 30%) and final exam (EF, 60%). The grade of the final exam will be considered if it is larger than the average of the course (see the following formula). The maximum of all possibilities will be considered:

$$\text{MAX} (EF, 0.7*EF+0.3*EP, 0.9*EF+0.1*PR, 0.6*EF+0.3*EP+0.1*PR)$$

Additionally, there will be an extraordinary exam during july for students who fail the course. In this case the continuous evaluation will be not considered.

### 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.
- Stein, Elias M; Shakarchi, Rami. Fourier analysis : an introduction. Princeton (N.J.): Princeton University Press, 2003. ISBN 9780691113845.

#### 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.
- Tao, Terence. An Introduction to Measure Theory [on line]. 1. American Mathematical Society, 2011 Available on: <<https://doi.org/10.1007/978-88-7642-386-4>>. ISBN 978-0-8218-6919-2.

## 200111 - AMG - Multilinear Algebra and Geometry

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan, Spanish

### Teaching staff

Coordinator: PEDRO PASCUAL GAINZA  
Others: Primer quadrimestre:  
FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE - M-A  
PEDRO PASCUAL GAINZA - CFIS, M-A, M-B  
ENRIC VENTURA CAPELL - CFIS, M-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>Jordan canonical form</p>	<p>Learning time: 5h Theory classes: 3h Laboratory classes: 2h</p>
<p>Description: We continue the analysis of square matrices begun in Linear Algebra studying the Jordan canonical form.</p>	
<p>Multilinear algebra</p>	<p>Learning time: 18h Theory classes: 11h 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: 19h 10m Theory classes: 11h 40m Practical classes: 7h 30m</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>	

## 200111 - AMG - Multilinear Algebra and Geometry

<p>-Projectivities</p>	<p>Learning time: 18h Theory classes: 11h Laboratory classes: 7h</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>	
<p>Quadrics</p>	<p>Learning time: 17h Theory classes: 10h 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.

## 200111 - AMG - Multilinear Algebra and Geometry

### 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 projectiva. 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: 2019  
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:  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - M-A, M-B  
BERNAT PLANS BERENGUER - M-B  
ANA RIO DOVAL - M-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 Theory classes: 15h Practical classes: 10h Self study : 37h 30m</p>
<p>Description: Groups, subgroups, lateral classes; homomorphisms, kernel and image; normal subgroups and quotient groups; isomorphism theorem; order of an element. Examples of groups: cyclic, dihedral, symmetric, alternate, cartesian product, semidirect product, ... Simple groups, simplicity of the alternate, Jordan-Hölder theorem, solvable groups. Action of a group on a set, stabilizers, orbits, orbits formula, actions by translation and by conjugation. Applications. p-groups and Sylow subgroups. Sylow Theorem. Applications.</p>	
<p>Rings</p>	<p>Learning time: 50h Theory classes: 12h Practical classes: 8h Self study : 30h</p>
<p>Description: 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. Polynomials with coefficients in a field; degree; euclidean division; rational functions; roots; derivation. Polynomials with coefficients in a factorial ring. Content and primitive polynomials; Gauss lemma; unique factorization; Eisenstein irreducibility criterion. Cyclotomic polynomials.</p>	
<p>Fields</p>	<p>Learning time: 50h Theory classes: 12h Practical classes: 8h Self study : 30h</p>
<p>Description: Field, examples, characteristic, prime field, embeddings. Extensions, degree, algebraic and transcendent elements, minimal polynomial, decomposition field, adjunction of elements, simple extensions, primitive element theorem. Finite fields: construction, properties and classification. Application: ruler and compass geometric constructions. Constructible numbers. The three classical problems. Construction of regular polygons: Gauss periods and characterization of constructible polygons.</p>	

## 200112 - EALG - Algebraic Structures

Modules	Learning time: 25h Theory classes: 6h Practical classes: 4h Self study : 15h
Description: Module, homomorphism, free module, matrices. Analogy with vector spaces. Smith normal form of a matrix over a PID. Invariant factors. Theorem of classification of finitely generated modules over PID. Invariant factors and elementary divisors. 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: 2019  
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 XAVIER GRACIA SABATE - M-A, M-B  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - CFIS, M-A, M-B  
JORDI QUER BOSOR - CFIS, M-A, M-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.

## 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 Theory classes: 3h Practical classes: 2h Self study : 5h
Description: Open and closed balls. Open sets. Continuous applications. Equivalent distances.	
Topological spaces	Learning time: 24h Theory classes: 7h Practical classes: 5h Self study : 12h
Description: 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 Theory classes: 7h Practical classes: 5h Self study : 12h
Description: Subspaces. Topological space products. Quotient spaces and identifications. Examples: topological surfaces. Adjunction.	
Compactness	Learning time: 14h Theory classes: 4h Practical classes: 3h Self study : 7h
Description: 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 Theory classes: 4h Practical classes: 3h Self study : 7h</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 6h Practical classes: 4h Self study : 10h</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 7h Practical classes: 4h Self study : 11h</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 7h Practical classes: 4h Self study : 11h</p>
<p>Description: Triangulation of compact surfaces. Polygonal surfaces. Standard surfaces. Connex sum of surfaces. Classification theorem. Orientation, genus and Euler's characteristic.</p>	

## 200121 - TOP - Topology

### 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. Topología 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: 2019  
 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 - M-A, M-B  
 MARIA IMMACULADA GALVEZ CARRILLO - M-A  
 CARLES PADRO LAIMON - M-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 Theory classes: 4h Laboratory classes: 4h Self study : 8h
Description: 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 Theory classes: 6h Laboratory classes: 4h Self study : 10h
Description: 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 Theory classes: 6h Laboratory classes: 4h Self study : 10h
Description: 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 Theory classes: 2h Laboratory classes: 4h Self study : 6h
Description: 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 Theory classes: 4h Laboratory classes: 2h Self study : 6h
Description: 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 Theory classes: 6h Laboratory classes: 4h Self study : 10h
Description: 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 Theory classes: 6h Laboratory classes: 2h Self study : 8h
Description: 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 Theory classes: 5h Laboratory classes: 2h Self study : 7h
Description: 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.

### Bibliography

Basic:

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

Pascual Gainza, Pere. Geometria diferencial de corbes i superfícies [on line]. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, 2017 Available on: <<http://hdl.handle.net/2117/104841>>. ISBN 9788498806441.

Shifrin, Theodore. Differential geometry: A First Course in curves and surfaces [on line]. University of Georgia, 2016 Available on: <<http://alpha.math.uga.edu/shifrin/ShifrinDiffGeo.pdf>>.

Complementary:

Hitchin, Nigel. Geometry of Surfaces [on line]. 2013. University of Oxford, Available on: <<https://people.maths.ox.ac.uk/hitchin/hitchinnotes/hitchinnotes>>.

Bär, Christian. Elementary Differential Geometry [on line]. Cambridge University Press, 2010 Available on: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10392882>>. ISBN 9780521721493.

Palais, Richard S. A Modern Course on Curves and Surfaces [on line]. Apunts, Brandeis University, 2003 Available on: <<http://vmm.math.uci.edu/math32/LectureNotes/AllTheNotes.pdf>>.

Topogonov, Victor Andreevich. Differential geometry of curves and surfaces: A Concise Guide [on line]. Birkhäuser, Available on: <<http://dx.doi.org/10.1007/b137116>>. ISBN 978-0817643843.

Milnor, John. Morse Theory. Princeton U.P., 1969.

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: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan, Spanish

### Teaching staff

Coordinator: JUAN JOSÉ RUE PERNA  
Others: Primer quadrimestre:  
ANNA DE MIER VINUÉ - M-B  
SONIA PEREZ MANSILLA - M-A  
JUAN JOSÉ RUE PERNA - M-A, M-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.

## 200131 - TP - Probability Theory

### 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</p> <p>Theory classes: 6h Practical classes: 2h 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</p> <p>Theory classes: 7h 30m Practical classes: 6h 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>- Ramification processes (Galton-Watson trees)</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</p> <p>Theory classes: 12h Practical classes: 8h 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

Generating Functions	Learning time: 36h Theory classes: 7h 30m Practical classes: 6h Self study : 22h 30m
Description: <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>	
Convergence of Random Variables	Learning time: 36h Theory classes: 7h 30m Practical classes: 6h Self study : 22h 30m
Description: <ul style="list-style-type: none"><li>- Sequences of Random Variables</li><li>- Modes of convergence</li><li>- Laws of large numbers</li><li>- Convergence in distribution. The Central Limit Theorem.</li></ul>	

## 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: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JOSEP ANTON SÁNCHEZ ESPIGARES  
Others: Segon quadrimestre:  
MARTA PÉREZ CASANY - M-B  
JOSEP ANTON SÁNCHEZ ESPIGARES - M-A, M-B  
JORDI VALERO BAYA - M-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><b>1. INTRODUCTION</b></p>	<p>Learning time: 18h Theory classes: 4h Laboratory classes: 3h Self study : 11h</p>
<p>Description: 1.1. Descriptive statistics. 1.2. Population and sample. 1.3. Distributions related to the Normal distribution.</p> <p>Related activities: Some classes and three sessions in a computer room.</p> <p>Specific objectives: Carry out univariate and bivariate descriptive statistical analysis.</p>	
<p><b>2. POINT ESTIMATION</b></p>	<p>Learning time: 30h Theory classes: 6h Practical classes: 4h Self study : 20h</p>
<p>Description: 2.1. The method of moments. 2.2. The maximum likelihood method. 2.3. Bayesian estimation.</p> <p>Related activities: Theory classes and problem sessions.</p> <p>Specific objectives: Construct estimators using various methods.</p>	
<p><b>3. EVALUATION OF ESTIMATORS</b></p>	<p>Learning time: 26h Theory classes: 6h Practical classes: 4h Self study : 16h</p>
<p>Description: 3.1. Properties of estimators: bias, variance, mean squared error (MSE), sufficiency, consistency, efficiency. 3.2. The Cramér-Rao theorem. Fisher information. 3.3. Asymptotic properties of the maximum likelihood estimator.</p> <p>Related activities: Theory classes and problem sessions.</p> <p>Specific objectives: Derive properties of estimators.</p>	

## 200132 - EST - Statistics

<h3>4. HYPOTHESIS TESTING</h3>	<p>Learning time: 37h</p> <p>Theory classes: 7h Practical classes: 5h 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: Theory classes and problem sessions.</p> <p>Specific objectives: Development of hypothesis tests.</p>	
<h3>5. INTERVAL ESTIMATION</h3>	<p>Learning time: 8h 10m</p> <p>Theory classes: 2h Practical classes: 2h 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: Theory classes, problem sessions and laboratory sessions.</p> <p>Specific objectives: Construction of confidence intervals.</p>	

## 200132 - EST - Statistics

<p>6. LINEAR MODEL</p>	<p>Learning time: 60h Theory classes: 13h Laboratory classes: 7h 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> </ul> <p>Related activities: Laboratory practicals.</p> <p>Specific objectives: Apply linear regression and interpret the results.</p>	

### Qualification system

The assessment comprises the following elements: final exam, midterm exam, deliverable exercises. The final exam and the midterm exam consist of open theoretical questions and problems to solve. The deliverable exercises have to be done individually and they will be known approximately one week before. The continuous assessment mark (CAM) is calculated as:

$$\text{CAM} = 0.5 \cdot \text{MFinal} + 0.25 \cdot \text{MMidterm} + 0.25 \cdot \text{MDeliverables}$$

The final subject mark (FM) is the maximum between the CAM mark and the final exam mark:  $\text{FM} = \max(\text{CAM}, \text{MFinal})$

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester. For the students that perform the extra exam, the final mark will be equal to the maximum between the final subject mark (FM) and the one obtained in this exam.



## 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: 2019  
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 - M-A, M-B  
MARCEL GUARDIA MUNARRIZ - M-A, M-B  
PAU MARTIN DE LA TORRE - M-A, M-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 Theory classes: 18h Practical classes: 6h Self study : 36h</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 0h Practical classes: 10h Self study : 15h</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 10h Practical classes: 10h Self study : 30h</p>
<p>Description: 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>Introduction to the qualitative theory of ODEs</p>	<p>Learning time: 27h 30m Theory classes: 11h Practical classes: 0h Self study : 16h 30m</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 6h Practical classes: 4h Self study : 15h
Description: 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  
981 - CRM - Mathematical Research Centre  
Academic year: 2019  
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 - M-A, M-B  
GYULA CSATO - M-B  
TOMÁS SANZ PERELA - M-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</p> <p>Theory classes: 8h Practical classes: 6h 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</p> <p>Theory classes: 10h 30m Practical classes: 8h 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</p> <p>Theory classes: 10h 30m Practical classes: 8h 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 Theory classes: 6h Practical classes: 4h Self study : 15h</p>
<p>Description: 9. The linear transport equation (travelling waves, characteristics, stability). 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 Theory classes: 7h 30m Practical classes: 6h Self study : 22h 30m</p>
<p>Description: 11. Types of waves. Dispersion. The equation of the vibrating string (derivation; energy; separation of variables). 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. 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: 2019  
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:  
MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B  
JOSE TOMAS LAZARO OCHOA - M-A  
MARIA MERCEDES OLLE TORNER - M-A, M-B  
JUAN RAMON PACHA ANDUJAR - M-A, M-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.

#### 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 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 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 Theory classes: 7h
<p>Description:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction and preconditioning</li> <li>- Convergence of an interative method</li> <li>- Method of Jacobi, Gauss-Seidel and over-relaxation</li> </ul>	
Eigenvalues and eigenvectors	Learning time: 12h 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

$$\text{NOTA} = 0.2\text{AC} + 0.8\max(\text{FINALEX}, 0.2\text{PARTIALEX} + 0.8\text{FINALEX})$$

An extra exam will take place on July for students that failed during the regular semester.

### Bibliography

Basic:

Bonet, C. et al. Càlcul numèric. Barcelona: Edit. UPC, 1994.

Grau Sánchez, M.; Noguera, M. Càlcul numèric. Barcelona: Edic. UPC, 1993. ISBN 8476532563.

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: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)  
ECTS credits: 7,5 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JORDI CASTRO PÉREZ  
Others: Primer quadrimestre:  
JORDI CASTRO PÉREZ - M-A, M-B  
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - M-A, M-B  
MARÍA PAZ LINARES HERREROS - M-A, M-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 Theory classes: 4h 30m Practical classes: 3h Self study : 16h</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 13h 30m Practical classes: 6h Laboratory classes: 3h Self study : 25h</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 6h Practical classes: 4h Self study : 8h 30m</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 7h 30m Practical classes: 5h Self study : 16h
Description: 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 Theory classes: 11h 30m Practical classes: 7h Self study : 16h
Description: 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: 2019  
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 - M-A, M-B  
ABEL GARGALLO PEIRO - M-A, M-B  
ESTHER SALA LARDIES - M-A, M-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.

Generic:

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 Theory classes: 6h Laboratory classes: 4h Self study : 13h 30m</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 6h Laboratory classes: 4h Self study : 13h 30m</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 12h Laboratory classes: 8h Self study : 27h</p>
<p>Description: General overview: motivation, approximant types, approximation criteria. Polynomial interpolation: fundamental theorem of algebra, existence and uniqueness of solution. Lagrange interpolation. Runge phenomenon. Piecewise interpolation (splines): characterization as a vectorial space, C0 linear, C1 cubic, C2 cubic and natural splines. Convergence and adaptivity properties. 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

4. Numerical integration	Learning time: 36h Theory classes: 9h Laboratory classes: 6h Self study : 21h
Description: General expression and order of a quadrature. Newton-Cotes quadratures; derivation of the trapezoidal rule and Simpson rule, error formula for equispaced points. Gauss quadratures: derivation of the quadratures, commonly used families. Composite quadratures. Convergence and adaptive quadratures. Multiple integration.	
5. Introduction to numerical methods for differential equations	Learning time: 47h Theory classes: 12h Laboratory classes: 8h Self study : 27h
Description: 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. Boundary value problems. Introduction and applications. The shooting method. Introduction to numerical methods for partial differential equations: finite differences, basic concepts on the finite element method.	

### Qualification system

The module is graded based on exams (E) and assignments proposed in the classroom (A), with a weighted average

$$NF = 0.9E + 0.1A$$

where the grade for exams is

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

with a mid-term exam (EP) and a final exam (EF).

In the extraordinary call, E is the mark of the extraordinary exam.

Handing-in the assignments is not mandatory. Only assignments delivered in the fixed dates will be considered.

## 200153 - CN - Numerical Calculus

### Bibliography

#### Basic:

- Deufhard, 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 723 - CS - Department of Computer Science
Academic year:	2019
Degree:	BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Compulsory)
ECTS credits:	7,5
Teaching languages:	Catalan

### Teaching staff

Coordinator:	ORIOL SERRA ALBO
Others:	Segon quadrimestre: ALBERT ATSERIAS PERI - M-B SIMEON MICHAEL BALL - M-A MARINA GARROTE LOPEZ - M-A, M-B ORIOL SERRA ALBO - M-A, M-B

### Prior skills

The student must have acquired the contents of the first term degree in mathematics.

### 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:

## 200161 - MD - Discrete Mathematics

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%

## 200161 - MD - Discrete Mathematics

### Content

<p>1. Combinatorics</p>	<p>Learning time: 72h Theory classes: 15h Practical classes: 11h Self study : 46h</p>
<p>Description:</p> <p>1.1 Enumerative Combinatorics Basic counting. Counting selections, words and distributions. Binomial numbers. Multinomial numbers. Pigeonhole principle, doubling counting, Principle of inclusion and exclusion. Set partitions. Integer partitions. Asymptotics.</p> <p>1.2 Recursions and Generating Functions 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 Theory classes: 6h Practical classes: 4h Self study : 15h</p>
<p>Description:</p> <p>Discrete probability spaces. Conditional probability and independent events. Discrete random variables. Discrete Random models. Expectation and variance. Markov and Chebyshev's and inequalities. Introduction to the probabilistic method.</p>	
<p>3. Graph Theory</p>	<p>Learning time: 64h Theory classes: 16h Practical classes: 10h Self study : 38h</p>
<p>Description:</p> <p>3.1 Graphs Definitions and examples. Isomorphism of graphs. Walks, trails and paths. Connected graphs. Distance in graphs. Cut-sets. k-connectivity.</p> <p>3.2 Trees Characterization of trees. Spanning trees. Enumeration of trees.</p> <p>3.3 Eulerian and Hamiltonian Graphs Eulerian circuits. Eulerian graphs. Characterization of Eulerian graphs. Hamiltonian cycles. Hamiltonian graphs. Some necessary and sufficient conditions for hamiltonicity.</p> <p>3.4 Matchings, Colorings and Planarity Matchings. Matchings in bipartite graphs. Graph coloring. Chromatic number. Planar graphs. Euler's formula. The Crossing Lemma.</p>	

## 200161 - MD - Discrete Mathematics

### 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.

### Bibliography

#### Basic:

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.

Cameron, Peter J. Combinatorics : topics, techniques, algorithms. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. ISBN 978-0521457613.

#### Complementary:

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

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 [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.

Bondy, J. A; Murty, U. S. R. Graph theory. New York: Springer, cop. 2008. ISBN 9781846289699.

## 200162 - ALGO - Algorithmics

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 723 - CS - Department of Computer Science  
Academic year: 2019  
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:  
ALBERT ATSERIAS PERI - M-A, M-B, M-C  
ENRIC RODRIGUEZ CARBONELL - M-A, M-B, M-C  
SALVADOR ROURA FERRET - M-A, M-B, M-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: 2019  
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 - M-A  
ALVARO MESEGUER SERRANO - M-A

### 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 Theory classes: 9h 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 Theory classes: 10h 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 Theory classes: 19h 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: 2019  
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 - M-A  
TIMOTHY MYERS - M-A  
JORDI SALUDES CLOSA - M-A  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - M-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 Laboratory classes: 31h 30m Self study : 98h 30m</p>
<p>Description: 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 Theory classes: 31h 30m Self study : 63h 30m</p>
<p>Description: 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 professional and 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: 2019  
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 - M-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 Theory classes: 10h Laboratory classes: 10h Self study : 30h
Description: 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 Theory classes: 10h Laboratory classes: 10h Self study : 30h
Description: 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 Theory classes: 10h Laboratory classes: 10h Self study : 30h
Description: 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: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JAUME AMOROS TORRENT  
Others: Segon quadrimestre:  
JAUME AMOROS TORRENT - M-A  
GUILLEM BLANCO FERNÁNDEZ - M-A

### Opening hours

Timetable: Anounced in Atenea.

### Prior skills

Knowledge of the contents of the Topology course.  
Understand the basic notions of geometry seen in the Affine and Euclidean Geometry course.  
Calculate with Matlab / Octave.

### 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.

## 200202 - TOPA - Algebraic Topology

### 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

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

Familiarize the student with the computation of homology (groups and generators) in a wide range of topological spaces and versions of homology, by hand and by machine.  
Show geometrical applications of homology, both theoretical and applied to the recognition of images and to Topological Data Analysis.

### 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

#### Course topics

Learning time: 120h

Theory classes: 30h  
Practical classes: 30h  
Self study : 60h

#### Description:

##### Lesson 1: Polyhedra

Simplicial polyhedra, knot, star, morphisms.

Simplicial homology. Orientation and sign. Interpretation of the groups in degrees zero and one.

Theory 3h, problems 4h, personal work 5h

##### Lesson 2: Homological algebra

Chain complexes. Morphisms. Homotopies. Homotopy invariance of homology.

Snake lemma, homology long exact sequence.

Simplicial Mayer-Vietoris and relative homology.

Theory 6h, problems 8h, personal work 16h

##### Lesson 3: Singular and CW homology

Singular homology. Mayer-Vietoris, cellular attachments.

CW homology. Künneth.

Theory 4h, problems 4h, personal work 6h

##### Lesson 4: Homology of varieties

Smooth varieties and simplicial varieties. Local homology, homology of maximum degree.

Intersection. Poincaré duality.

Cell decomposition associated to a Morse function.

Theory 5h, problems 6h, personal work 8h

##### Lesson 5: Topological data analysis

Barcodes and persistent homology.

Applications: image recognition, structure of natural images.

Theory 8h, problems 4h, personal work 12h

#### Expected dedication:

Theory 26h

Problems 26h

Personal work 47h

Computational assignment: 4h theory, 4h problems, 13h personal work.



## 200202 - TOPA - Algebraic Topology

### Qualification system

The final qualification is the result of applying the following formula:

$$N = \max \{ 0.5 * E + 0.2 * PAR + 0.3 * PRAC, 0.7 * E + 0.3 * PRAC \}$$

where E will be the qualification obtained by the student in a global exam that will be done at the end of the semester, PAR will be the qualification obtained in a partial exam that will be done at the middle of the semester, and PRAC will be the qualification of a practice that the student will develop throughout the semester.

### Bibliography

Basic:

Edelsbrunner, Herbert; Harer, John. Computational Topology : an introduction. AMS, 2010. ISBN 978-0-8218-4925-5.

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

Complementary:

Milnor, John. Morse Theory. Princeton U.P., 1963.

Munkres, James R. Elements of algebraic topology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1984.

Ghrist, Robert. Elementary applied topology. 1.0. Amazon, 2014. ISBN 978-1502880857.

Ghrist, Robert. "Barcodes: the persistent topology of data". Bulletin of the American Mathematical Society (New Series) [online]. Available on: <[http://www.ams.org/journals/bull/all\\_issues.html](http://www.ams.org/journals/bull/all_issues.html)>.

## 200203 - VD - Differentiable Manifolds

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2019  
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:  
JAIME FRANCH BULLICH - M-A  
FRANCESC XAVIER GRACIA SABATE - M-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, L. Differentiable manifolds. 2nd ed. Boston: Birkhauser, 2008. ISBN 978-0817647667.

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: 2019  
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 - M-A  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - M-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 Theory classes: 7h 30m Laboratory classes: 7h 30m Self study : 22h 30m
Description: 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. Af+Bg Noether's theorem. Group structure of the smooth cubic.	
Singularities of plane curves	Learning time: 37h 30m Theory classes: 7h 30m Laboratory classes: 7h 30m Self study : 22h 30m
Description: 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 Theory classes: 7h 30m Laboratory classes: 7h 30m Self study : 22h 30m
Description: 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 Theory classes: 7h 30m Laboratory classes: 7h 30m Self study : 22h 30m
Description: 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: 2019  
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:  
JUAN CARLOS FELIPE NAVARRO - M-A  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - M-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 Theory classes: 6h Laboratory classes: 6h 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 Theory classes: 9h Laboratory classes: 9h 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 Theory classes: 9h Laboratory classes: 9h 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 Theory classes: 6h Laboratory classes: 6h 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 mark, and a final exam with 50%. The remaining 15% is evaluated from the assignments and expositions in class. The final mark, obtained with these proportions, could be increased, according to the development of the course.

### 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: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: English

### Teaching staff

Coordinator: JOSEP MARIA OLM MIRAS  
Others: Primer quadrimestre:  
JAIME FRANCH BULLICH - M-A  
JOSEP MARIA OLM MIRAS - M-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 Theory classes: 4h
Linear systems: state space representation	Learning time: 6h Theory classes: 6h
Linear systems: input-output representation	Learning time: 6h Theory classes: 6h
Stability	Learning time: 4h Theory classes: 4h
Time-domain analysis	Learning time: 6h Theory classes: 6h
Controller design	Learning time: 4h Theory classes: 4h
Nonlinear systems: controllability and observability	Learning time: 6h Theory classes: 6h
Linearization. Flatness. Controller design	Learning time: 6h Theory classes: 6h



## 200212 - TCL - Control Theory

Sliding mode control	Learning time: 6h Theory classes: 6h
Adaptive control	Learning time: 5h Theory classes: 5h
Presentation and defense of student projects	Learning time: 7h 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: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JOAQUIM PUIG SADURNI  
Others: Primer quadrimestre:  
AMADEU DELSHAMS I VALDES - M-A  
GEMMA HUGUET CASADES - M-A  
JOAQUIM PUIG SADURNI - M-A

### Prior skills

Basic knowledge about the theory of ordinary differential equations (developed in the course of Differential Equations).

Basic knowledge about the numerical resolution of ordinary differential equations (developed in the course of Numerical Calculus).

### 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

## 200213 - SD - Dynamical Systems

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

The course consists of four weekly hours that will be distributed in two hours per week focusing on theoretical aspects, explained in the contents section, and two hours devoted to applications, problem sessions and practical sessions.

In the practical classes there will be problems that, because of their relevance, will be solved by the professor on the blackboard, practical sessions with specific software for dynamical systems, which will be explained in a self-contained way, and sessions of previously selected problems that the students will solve on the blackboard and then deliver them in written form.

In order to favor the autonomous learning of students, they will be assigned, based on their preferences, an extension project that can be theoretical, numerical or mixed. The project will have to be presented, in front of the rest of students, in extraordinary sessions at the end of the course.

There will be an examination of review of contents at the end of the course where there will be both short theoretical questions and problems similar to those in class.

### Learning objectives of the subject

One aims that at the end of the course the student has a set of techniques and results that allow him/her to address the basic aspects of the description and analysis of dynamical systems, whether they are discrete or modeled through differential equations. Additionally, one aims at providing a broad vision of the different lines of applications and research that dynamical systems have (such as celestial mechanics, invariant objects, or mathematical biology) and the basic skills for their simulation and quantitative study through computational tools.

### 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

<p>One-dimensional Chaotic Dynamics</p>	<p>Learning time: 17h Theory classes: 4h Laboratory classes: 4h Self study : 9h</p>
<p>Description: Interval maps Types of orbits. Study of the quadratic family. Symbolic dynamics. Bernoulli shift. Chaos in interval maps. Definitions Lyapunov exponents.</p>	
<p>Lineal Systems</p>	<p>Learning time: 17h Theory classes: 4h Laboratory classes: 4h Self study : 9h</p>
<p>Description: Linear systems. Classification of linear systems. Non-autonomous linear systems. Stability and conjugation of periodical systems.</p>	
<p>Invariant objects of Flows and Diffeomorphisms</p>	<p>Learning time: 59h Theory classes: 10h Laboratory classes: 10h Self study : 39h</p>
<p>Description: Critical points of fields and fixed points of diffeomorphisms. Periodic orbits of fields. Poincaré map Lyapunov exponents. Hyperbolic points Stable and unstable manifolds. Conjugation and equivalence. Hartman theorem. Non-hyperbolic points. Center manifold theorem</p>	
<p>Planar Flows</p>	<p>Learning time: 17h Theory classes: 4h Laboratory classes: 4h Self study : 9h</p>
<p>Description: Planar systems. Poincaré-Bendixson theorem. Liénard Systems. Limit cycles and applications in biology. Introduction to bifurcation theory</p>	

## 200213 - SD - Dynamical Systems

Global Dynamics	Learning time: 40h Theory classes: 8h Laboratory classes: 8h Self study : 24h
Description: Global invariant manifolds. Homoclinic and heteroclinic points. Smale's Horseshoe. Smale homoclinic theorem. Splitting of separatrices. Method of Poincaré-Melnikov-Arnol'd. Applications	

### Qualification system

There will be an exam at the end of the course where there will be both short theoretical questions and similar problems to the ones solved in class. The qualification of the exam will correspond to 35% of the final mark.

The oral presentation and the written resolution of the assigned problems will be evaluated, as well as the participation in the practical sessions with computers. This mark will correspond to 25% of the final mark.

The project execution, written memory and oral presentation will be evaluated. The participation in the presentation of projects from the rest of students will also be evaluated. This part will contribute 40% to the final mark.

### Regulations for carrying out activities

The assigned problems will be done individually. The project can be done in groups of up to two people.

## 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.
- Strogatz, Steven H. Nonlinear dynamics and chaos : with applications to physics, biology, chemistry and engineering. Cambridge: Perseus, 1994. ISBN 978- 0738204536.
- Meiss, J. D. Differential dynamical systems. Philadelphia: Society for Industrial & Applied Mathematics, 2007. ISBN 978-0-89871-635-1.
- Robinson, Clark. Dynamical systems : stability, symbolic dynamics, and chaos. 2nd ed. Boca Raton, Fla., [etc.]: CRC Press, 1999. ISBN 0849384958.
- Wiggins, Stephen. Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos. 2nd ed. New York [etc.]: Springer-Verlag, cop. 2003. ISBN 978-0-387-00177-7.

## 200223 - MF - Financial Mathematics

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2019  
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 - M-A  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - M-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: 2019  
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 - M-A  
MARIA JOSE SERNA IGLESIAS - M-A

### Prior skills

This is an advanced course in algorithms and complexity for students with a background in programming, basic algorithms, mathematical techniques as calculus , algebra and probability

### Requirements

The students are expected to have some knowledge of the basic algorithmic techniques, divide and conquer, greedy, linear programming dynamic programing. 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.
5. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.

GM-CE1. CE-1. Propose, analyze, validate and interpret simple models of real situations, using the mathematical tools most appropriate to the goals to be achieved.

GM-CE3. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.

General:

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.

GM-CB1. 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.

GM-CB2. 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.

GM-CB3. 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.

## 200231 - AIC - Algorithmics and Compelxity

### 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:

#### Dynamic 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:

#### The nature of computation

Learning time: 5h

Theory classes: 2h

Practical classes: 2h

Self study : 1h

#### Description:

Review of basic algorithmic techniques  
complexity 1 P, NP NPC  
number theoretical algorithms and RSA  
Hashing, crypto hashing and blockchain  
Complexity 2

#### Specific objectives:

Give an broad introduction to the field of algorithmic and complexity

## 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.

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: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: English

### Teaching staff

Coordinator: SIMEON MICHAEL BALL  
Others: Primer quadrimestre:  
SIMEON MICHAEL BALL - M-A  
ORIOL SERRA ALBO - M-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 Theory classes: 5h Laboratory classes: 5h Self study : 15h
2. Enumeration with symmetries	Learning time: 15h Theory classes: 3h Laboratory classes: 3h Self study : 9h
3. Finite geometry	Learning time: 30h Theory classes: 6h Laboratory classes: 6h Self study : 18h
4. Graph connectivity	Learning time: 20h Theory classes: 4h Laboratory classes: 4h Self study : 12h
5. Matching	Learning time: 20h Theory classes: 4h Laboratory classes: 4h Self study : 12h
6. Graph coloring	Learning time: 20h Theory classes: 4h Laboratory classes: 4h Self study : 12h



## 200232 - CITG - Combinatorics and Graph Theory

7. Extremal graph theory	Learning time: 20h Theory classes: 4h Laboratory classes: 4h 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: 2019  
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 - M-A  
MARIA ROSA MASSA ESTEVE - M-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 relationship between the contributions show the path.

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.
- The capabilities to acquire are deduced from these goals.

### 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 Theory classes: 5h Laboratory classes: 5h Self study : 15h</p>
<p>Description: Cuneiform tablets. The Egyptian papyrus. Greek Science. The Rhind papyrus. The Pitagoric. The incommensurability problem. 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 Theory classes: 5h Laboratory classes: 5h Self study : 15h</p>
<p>Description: The beginnings of algebra. Mohamed Ben Musa al-Khwarizmi (850 AD). The beginnings of plane trigonometry and first trigonometric developments. Calculus and merchandise in medieval mathematics. Geometry and art. Leon Battista Alberti (1404-1472) and Leonardo da Vinci (1452-1519). Arte Mayor in the Iberian Peninsula. 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 Theory classes: 5h Laboratory classes: 5h Self study : 15h</p>
<p>Description: 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). The birth of the logarithms. Harmonic series and the harmonic triangle by Pietro Mengoli (1627-1686).</p>	

## 200241 - HM - History of Mathematics

Contributions preceding calculus.	Learning time: 25h Theory classes: 5h Laboratory classes: 5h Self study : 15h
-----------------------------------	--

Description: Quadraturas of Archimedes (about 250 BC). The theory of the indivisibles of Cavalieri (1635). Methods for tangents: Fermat (1629) and Descartes (1637).	
---	--

Conceptual development of calculus in the eighteenth century	Learning time: 25h Theory classes: 5h Laboratory classes: 5h Self study : 15h
--	--

Description: The Newton and Leibniz calculus. Debates on the calculus foundation. Series of powers: Newton and the general binomial theorem (1664-1665). 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).	
---	--

Aritmetization and rigorous formulation of calculus	Learning time: 25h Theory classes: 5h Laboratory classes: 5h Self study : 15h
---	--

Description: 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 notation epsilon-delta. Introduction to the integration of reals functions of Euler (1768). Cauchy (1823) and the fundamental theorem of calculus.	
--	--

### 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.
- 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.
- Katz, Victor (ed.). The Mathematics of Egypt, Mesopotamia, China, India and Islam: a sourcebook Nou llibre. Princeton University Press, 2007. ISBN 9780691114859.
- Stedall, Jacqueline. The history of mathematics: a very short introduction. 2012. ISBN 9780199599684.

#### Complementary:

- 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.
- 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.
- Baron, Margaret E.. The Origins of infinitesimal calculus. New York, 1987.
- Grattan-Guinness, I. Companion encyclopedia of the history and philosophy of the mathematical sciences. London: New York : Routledge, 1994. ISBN 9780415037853.

## 200246 - AABS - Abstract Algebra

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 3 Teaching languages: Catalan

### Teaching staff

Coordinator: JOSE BURILLO PUIG  
Others: Primer quadrimestre:  
JOSE BURILLO PUIG - M-A  
ENRIC VENTURA CAPELL - M-A

### Prior skills

Minimal concepts of algebra, structures, substructures, homomorphisms. Abilities learned in the Fundamentals of Mathematics and Algebraic Structures subjects are perfectly adequate.

### Requirements

Even though it would not be strictly necessary, it is highly recommended to have previously studied the subject of Algebraic Structures.

### Degree competences to which the subject contributes

Specific:

GM-CE2. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.

GM-CE4. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.

GM-CE6. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.

Generical:

GM-CB5. 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.

GM-CG1. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.

GM-CB4. 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.

GM-CG2. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.

GM-CG3. 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.

GM-CG4. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.

GM-CG6. 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:

04 COE. 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

## 200246 - AABS - Abstract Algebra

specialization.

07 AAT. 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

Two weekly hours, with lecture and problems combined. There will be problems to submit and be corrected.

### Learning objectives of the subject

As a continuation of Algebraic Structures, where groups are introduced and finite groups are studied, here infinite groups are studied using the fundamental tool, their presentations. The concept of presentation, generators and relations is defined, how to find them for a given group, and the most basic examples, both for finite and infinite groups. Finally, different types of group products are defined and their presentations are defined. In the second half of the course, we will study subgroups of the free group using Stallings graphs.

### Study load

Total learning time: 75h	Hours large group:	15h	20.00%
	Hours medium group:	0h	0.00%
	Hours small group:	15h	20.00%
	Guided activities:	0h	0.00%
	Self study:	45h	60.00%



## 200246 - AABS - Abstract Algebra

### Content

<p>Groups</p>	<p>Learning time: 10h Theory classes: 2h Practical classes: 2h Self study : 6h</p>
<p>Description: Groups, subgroups, normal subgroups, cosets.</p> <p>Specific objectives: Introduction to groups and their structure, with first elementary concepts. The key concept of normal subgroup and cosets.</p>	
<p>Free groups</p>	<p>Learning time: 15h Theory classes: 3h Practical classes: 3h Self study : 9h</p>
<p>Description: Free groups and their universal property. Existence. Reduced words, existence and uniqueness.</p> <p>Specific objectives: Understand the free group as a basic group for which every group is a quotient. Prove that the free group exists. Define reduced words and show that they are one-to-one with the elements.</p>	
<p>Presentations</p>	<p>Learning time: 15h Theory classes: 3h Practical classes: 3h Self study : 9h</p>
<p>Description: Presentations. Generators. Normal closure. Relations. Presentations for common groups.</p> <p>Specific objectives: Detailed study of the presentation as a fundamental tool for the study of infinite groups. Generating sets of a group. The normal closure of a subset, subgroup of relations. Presentations of common groups: symmetric, dihedral, free abelian, free, nilpotent, braid groups.</p>	

## 200246 - AABS - Abstract Algebra

Subgroups of the free group

Learning time: 35h

Theory classes: 7h

Practical classes: 7h

Self study : 21h

### Description:

Study of the subgroups of the free group based on Stallings graphs. Bijection between subgroups and graphs. Solution of the word problem and the membership problem. Subgroups of finite index. Core graphs. Algorithmic questions about the free group.

### Qualification system

The submitted problems will be evaluated, as well as a final evaluation process, either a paper related to the subject or an exam.

### Bibliography

#### Basic:

Bogopolskij, Oleg Vladimirovic. Introduction to group theory. Zürich: European Mathematical Society, cop. 2008. ISBN 9783037190418.

Lyndon, Roger C; Schupp, Paul E. Combinatorial group theory. Berlin: Springer, 1977. ISBN 9783540411581.

## 200247 - MODC - Computational Modelling

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 751 - DECA - Department of Civil and Environmental Engineering  
749 - MAT - Department of Mathematics  
Academic year: 2019  
Degree: BACHELOR'S DEGREE IN MATHEMATICS (Syllabus 2009). (Teaching unit Optional)  
ECTS credits: 6 Teaching languages: English

### Teaching staff

Coordinator: SONIA FERNANDEZ MENDEZ  
Others: Segon quadrimestre:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - M-A  
JOSE JAVIER MUÑOZ ROMERO - M-A  
PABLO SAEZ VIÑAS - M-A

### Opening hours

Timetable: Send an e-mail to the lecturer to arrange a meeting, or ask after lectures.

### Degree competences to which the subject contributes

#### Specific:

- GM-CE2. CE-2. Solve problems in Mathematics, through basic calculation skills, taking in account tools availability and the constraints of time and resources.
- GM-CE1. CE-1. Propose, analyze, validate and interpret simple models of real situations, using the mathematical tools most appropriate to the goals to be achieved.
- GM-CE3. CE-3. Have the knowledge of specific programming languages and software.
- GM-CE4. CE-4. Have the ability to use computational tools as an aid to mathematical processes.
- GM-CE6. Ability to solve problems from academic, technical, financial and social fields through mathematical methods.

#### Generical:

- GM-CB5. 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.
- GM-CG1. CG-1. Show knowledge and proficiency in the use of mathematical language.
- GM-CB4. 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.
- GM-CG2. CG-2. Construct rigorous proofs of some classical theorems in a variety of fields of Mathematics.
- GM-CG3. 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.
- GM-CG4. CG-4. Translate into mathematical terms problems stated in non-mathematical language, and take advantage of this translation to solve them.
- GM-CG6. 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:

## 200247 - MODC - Computational Modelling

04 COE. 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.

05 TEQ. 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.

07 AAT. 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.

01 EIN. 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.

02 SCS. 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.

### Teaching methodology

Lectures, solution of exercises and computer laboratory sessions. Lectures will be taught in English unless all students and the lecturer agree on another language.

The mathematical models are derived in lectures, and numerically solved in computer laboratory. Assignments and some exercises will be partially developed in the classroom. Matlab intrinsic functions will be used when possible, otherwise, lecturers will provide Matlab codes to be used and, sometimes, slightly modified.

### Learning objectives of the subject

.Experience in mathematical modelling, numerical solution with computers and analysis of results, through the solution of several particular problems of interest in engineering and applied sciences.

### 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%

## 200247 - MODC - Computational Modelling

### Content

<p>Verification and validation of computational models</p>	<p>Learning time: 2h Theory classes: 2h</p>
<p>Description: Examples of computational models and the relevance of their validation (correspondence between model and real phenomena) and verification (quality assessment of the numerical solution) in computational modeling, and in laboratory experiments.</p>	
<p>Simulation of particle systems</p>	<p>Learning time: 15h Theory classes: 15h</p>
<p>Description: Modelling of the interaction between particles with an associated potential. Simulation of systems with different scales: chain configurations of particles (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=_dQJBBkIpQQ">https://www.youtube.com/watch?v=_dQJBBkIpQQ</a>) or molecules (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ILFEqKI3sm4">https://www.youtube.com/watch?v=ILFEqKI3sm4</a>), monolayer cell systems o multibody systems, as an approach to the simulation of systems with large number of particles (<a href="http://sbel.wisc.edu/Animations">http://sbel.wisc.edu/Animations</a>). Statement of the ODEs system and numerical solution. Analysis of stability properties of time-integration algorithms. Extension to problems with constraints (volume conservation, contact, etc). Analysis of systems with change of neighbours.</p>	
<p>The Laplace operator in computational modelling</p>	<p>Learning time: 13h Theory classes: 13h</p>
<p>Description: Mathematical modelling with the Laplace operator and applications: heat equation, flow in a porous medium, potential flow, electrical potential. Derivation of the PDE and boundary conditions for each application (modelling). Basics on the numerical solution with the Finite Element Method (FEM): weak form, discretization, implementation in Matlab. Quality assessment of the numerical solution. Solution of particular problems with real-life application. Discretization and time integration for transient problems.</p>	
<p>FEM for the simulation of actin flow in cells</p>	<p>Learning time: 15h Theory classes: 15h</p>
<p>Description: Modelling of actin flow in a living cell: transient convection-diffusion-reaction equation. Boundary conditions. FEM discretization and stabilization techniques for convection-dominated problems. Analysis of the effect of actin flow in the cell migration. Visit <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xtpaymWR22E">https://www.youtube.com/watch?v=xtpaymWR22E</a></p>	

## 200247 - MODC - Computational Modelling

Transport of pollutants	Learning time: 15h Theory classes: 15h
<p>Description:</p> <p>Numerical solution of a problem of transport of pollutants in air, see <a href="https://www.youtube.com/watch?v=LsVQj8fiflU">https://www.youtube.com/watch?v=LsVQj8fiflU</a>. Computational modelling of activated carbon (AC) filters: air flow in the filter, adsorption and desorption in AC grain, coupled convection-diffusion-(non-linear)reaction problem for filter bulk scale, see <a href="https://www.youtube.com/watch?v=2tWOzebxiI8&amp;t=1s">https://www.youtube.com/watch?v=2tWOzebxiI8&amp;t=1s</a>. Application to the design of an AC filter for a car: effect of air chambers, interior walls, etc. Introduction to Finite Volumes and Discontinuous Galerkin methods for problems with sharp fronts.</p>	

### Qualification system

50% continuous assessment (exercises, assignments, oral presentations) + 50% exam

### Bibliography

#### Basic:

- Hairer, E; Lubich, Christian; Wanner, Gerhard. Geometric Numerical Integration [Recurs electrònic] : structure-Preserving Algorithms for Ordinary Differential Equations [on line]. Berlin, Heidelberg: Springer, 2006 Available on: <<http://dx.doi.org/10.1007/3-540-30666-8>>. ISBN 978-3-540-30666-5.
- Griebel, Michael; Zumbusch, Gerhard W; Knapek, Stephan. Numerical simulation in molecular dynamics [Recurs electrònic] : Numerics, Algorithms, Parallelization, Applications [on line]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007 Available on: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-68095-6>>. ISBN 978-3-540-68095-6.
- Quarteroni, Alfio. Numerical models for differential problems [Recurs electrònic] [on line]. Milano: Springer Milan, 2009 Available on: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-88-470-1071-0>>. ISBN 978-88-470-1071-0.
- Donea, Jean M; Huerta, Antonio. Finite element methods for flow problems [on line]. Chichester: John Wiley & Sons, cop. 2003 Available on: <<http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0470013826>>. ISBN 978-0-471-49666-3.
- Rodríguez-Ferran, A., Sarrate, J. and Huerta, A.. "Numerical modelling of void inclusions in porous media". International Journal for Numerical Methods in Engineering [on line]. 2004 [Consultation: 31/05/2018]. Available on: <[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1097-0207](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1097-0207)>.
- Mogilner, A. ; Edelstein-Keshet, L. "Regulation of actin dynamics in rapidly moving cells: a quantitative analysis.". Biophysical Journal [on line]. [Consultation: 31/05/2018]. Available on: <<http://proquest.umi.com/pqdweb?RQT=318&pmid=36123&clientId=41459>>.
- Pollard TD ; Cooper JA. "Actin, a central player in cell shape and movement.". Science [on line]. doi: 10.1126/science.1175862 [Consultation: 31/05/2018]. Available on: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19965462>>.
- Pérez-Foguet, A.; Casoni, E.; Huerta, A. "Dimensionless analysis of HSDM and application to simulation of breakthrough curves of highly adsorbent porous media.". Journal of environmental engineering (ASCE) [on line]. 10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000665 [Consultation: 31/05/2018]. Available on: <<http://hdl.handle.net/2117/26352>>.

## 200248 - MNED - Numerical Methods for Differential Equations

Coordinating unit: 200 - FME - School of Mathematics and Statistics  
Teaching unit: 751 - DECA - Department of Civil and Environmental Engineering  
Academic year: 2019  
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:  
ESTHER SALA LARDIES - M-A  
JAUME SOLER VILLANUEVA - M-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 sustainability. Being able to make a balanced use of techniques, technology, the economy and sustainability.

## 200248 - MNED - Numerical Methods for Differential Equations

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%



## 200248 - MNED - Numerical Methods for Differential Equations

### Content

<p>1. Ordinary equations. Basic concepts. Truncation error and order of a method. Convergence</p>	<p>Learning time: 15h Theory classes: 3h Laboratory classes: 3h Guided activities: 2h Self study : 7h</p>
<p>Description: Initial and boundary value problems. Euler, enhanced Euler and implicit Euler methods. Local and global truncation error. Order of a method. Numerical estimate of the order. Convergence.</p>	
<p>2. Runge-Kutta and Linear Multistep methods. Implementation.</p>	<p>Learning time: 24h Theory classes: 6h Laboratory classes: 6h Guided activities: 3h Self study : 9h</p>
<p>Description: Runge-Kutta methods. Generalities on linear multistep methods. Methods of Adams-Bashforth and Adams-Moulton. BDF methods. Predictor-corrector methods. Conditions of consistency, stability and convergence. Local error estimates and stepsize adaptivity. Commercial and freeware implementations.</p>	
<p>3. Stiff problems</p>	<p>Learning time: 18h Theory classes: 3h Laboratory classes: 3h Guided activities: 3h Self study : 9h</p>
<p>Description: Stiff problems. Absolute stability region of a method. Implicit methods. Examples. Van der Pol's equation. Numerical exploration of stiff problems.</p>	
<p>4. Partial Differential Equations (PDE). Generalities on their solution</p>	<p>Learning time: 26h Theory classes: 5h Laboratory classes: 5h Guided activities: 4h Self study : 12h</p>
<p>Description: Problems in engineering and the applied sciences requiring numerical solution of PDE. Linear 2nd order PDE: classification, physical interpretation. Fundamental aspects of their numerical solution. Boundary conditions.</p>	

## 200248 - MNED - Numerical Methods for Differential Equations

<p>5. Numerical solution of PDE with the Finite Difference Method (FDM)</p>	<p>Learning time: 26h Theory classes: 5h Laboratory classes: 5h Guided activities: 4h Self study : 12h</p>
<p>Description: Difference operators. Discretization of the unidimensional parabolic equation with the Finite Difference Method (FDM). Systems of difference equations. Analysis of convergence, stability and consistence. Multidimensional problems and applications. Discretization with the FDM. Drawbacks when compared to the Finite Element Method (FEM).</p>	
<p>6. Introduction to boundary value problems. The shooting method. Other methods.</p>	<p>Learning time: 26h Theory classes: 5h Laboratory classes: 5h Guided activities: 4h Self study : 12h</p>
<p>Description: Strong form, method of weighted residuals and weak form for elliptic equations. Boundary conditions. Finite element interpolation: mesh and splines. Numerical integration. Reference element and isoparametric transformation. Frequently used elements. Efficient implementation of a finite element code. Convergence properties. Time integration in transient problems.</p>	
<p>7. Quality control of solutions</p>	<p>Learning time: 15h Theory classes: 3h Laboratory classes: 3h Guided activities: 2h Self study : 7h</p>
<p>Description: Need for ensuring the quality of the solution. Concepts of verification and validation. Basic concepts for error estimates, estimate of quantities of interest. Remeshing and adaptivity.</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) Short presentations given in class during the course: up to 1 point.
- 3) Written exams: up to 6 points.

## 200248 - MNED - Numerical Methods for Differential Equations

### Regulations for carrying out activities

Attending a minimum of lessons is compulsory. Coursework and is compulsory as well as giving a short talk in class during the course.

### Bibliography

#### Basic:

- Butcher, J. C. Numerical methods for ordinary differential equations. Wiley, 2016.
- Dekker, K.; Verwer, J.G. Stability of Runge-Kutta methods for stiff nonlinear differential equations. 1a. Elsevier, 1984.
- Shampine, L. F.; Gladwell, I.; Thompson, S. Solving ODEs with MATLAB. Cambridge University Press, 2003. ISBN 978-0521530946.
- Hoffman, Joe D. Numerical methods for engineers and scientists. 2nd. New York: Marcel Dekker, 2001. ISBN 0824704436.
- Quarteroni, Alfio. Numerical models for differential problems [on line]. Springer Verlag-Milano, 2009 Available on: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-88-470-1071-0>>. ISBN 9788847010710.
- Zienkiewicz, O. C.; Taylor, R. L. The finite element method [on line]. 6th. Oxford: Butterworth Heinemann, Available on: <<https://www.sciencedirect.com/science/book/9780750664318>>. ISBN 0750650494.

#### Complementary:

- 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 University Press, 2005. ISBN 019852868 X.
- Ortega, James M. Numerical analysis: a second course. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1990. ISBN 0898712505.
- Ames, William F. Numerical methods for partial differential equations. Boston Academic Press, 1992. ISBN 012056761X.
- Ainsworth, M.; Oden, J. T. A posteriori error estimation in finite element analysis. New York: John Wiley & Sons, 2000. ISBN 047129411X.
- Evans, G.; Blackledge, J.; Yardley, P. Numerical methods for partial differential equations. London: 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.