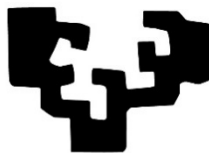


eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

ZIENTZIA  
ETA TEKNOLOGIA  
FAKULTATEA  
FACULTAD  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA

# MATEMATIKAKO GRADUA

## Zientzia eta Teknologia Fakultatea

### Bigarren mailako ikaslearen gida (46 taldea-euskaraz)

### 2018-2019 ikasturtea

#### Edukien taula

<b>1.- Matematikako Graduari buruzko informazioa .....</b>	<b>2</b>
Aurkezpena.....	2
Titulazioaren gaitasunak .....	2
Graduko ikasketen egitura .....	2
Bigarren mailako irakasgaiak graduaren testuinguruan.....	3
Egin beharreko jarduera motak.....	3
Tutoretza Plana.....	3
Matematikako liburutegia.....	3
<b>2.- Mailari buruzko informazio espezifiko .....</b>	<b>4</b>
Taldearen irakasleak .....	4
Egutegia eta Orduetgia.....	4
Ikasturteko irakasgaien irakaskuntza gidak .....	4

---

# 1.- Matematikako Graduari buruzko informazioa

---

## Aurkezpena

Matematikako Graduako ikasketekin matematikako prestakuntza orokorra lortu nahi da, diziplina zientifiko gisa, eta laneko jarduerak egiteko prestakuntza eskuratzera eta hainbat eremutan hartutako trebetasunak aplikatzeko gaitasuna garatzera bideratuta dago. Eremu horiek zientifikoak izan daitezke (haien bi alderdiekin: irakaskuntza eta ikerketa), edo industria, enpresa eta administraziooko goi mailetan aplikatzeari lotutakoak.

Beraz, Matematikan graduatu tituluaren helburua hainbat eremutako arazoen formulazio matematikoa, analisia, ebazpena eta, kasu batzuetan, tratamendu informatikoa egitea da. Hauek izan daitezke eremu horietako batzuk: oinarriko zientziak, gizarte eta bizitzako zientziak, ingeniari-tza, finantzak, aholkularitza, etab.

## Titulazioaren gaitasunak

Matematikako graduatutakoaren prestakuntzak ondorengoetarako gaitzen du:

Matematikako hainbat eremuren izaera, metodoak eta helburuak ezagutzeko, baita bere garapenaren nolabaiteko ikuspegi historikoa izateko ere.

Naturaren, zientziaren, teknologiaren eta artearen azpian matematika dagoela ikusteko.

Matematika hezkuntza eta kultura osatzen dituen atal gisa igartzeko.

Matematika ikastearen bidez gaitasun analitikoak, abstrakzio gaitasunak, intuizioa eta pentsamendu logikoa eta zehatza garatzeko.

Hartutako ezagutza teoriko eta praktikoa problemak definitu eta planteatzerakoan, eta horien konponbideak aurkitzerakoan (testuinguru akademiko eta profesionaletan) erabiltzeko.

Ondorengoko ikasketa espezializatuak egiteko, diziplina matematikoan edo matematika oinarri sendoak izatea eskatzen duten bestelako zientzietan.

## Graduko ikasketen egitura

ECTS kredituak edo kreditu europarrak Ikasketa Planean jasotako helburuak lortzeko ikasleak egin beharreko ikasketa lanaren bolumen edo zama osoa neurtzen du. ECTS kreditu bakoitza ikaslearen 25 ordu arteko lan zamari dagokio eta horietatik 10 bertaratuta egin beharrekoak dira (eskola magistralen, ikasgelako praktiken, ordenagailuko praktiken edo mintegien bidez) eta 15 ordu ikasleak irakasgaietan egin behar dituen lan eta jarduerari dagozkie. Matematikako Graduak 30 kredituko 8 lauhileko izango ditu. Horrela, lau urtean 240 ECTSak egingo dituzte.

Matematikako Gradua urte osoko edo lauhileko irakasgaietan oinarrituta antolatzen dira. Denboraren banaketa ondorengo taulan laburbilduta dago.

	Lehenengo lauhilekoa	Bigarren lauhilekoa
<b>1.a (60ECTS oinarrizko irakasgaietan)</b>	Aljebra Lineala eta Geometria I (12 ECTS)	
	Kalkulu Diferentziala eta Integrala I (12 ECTS)	
	Fisika Orokorra (12 ECTS)	
	Oinarrizko Matematika (6 ECTS)	Estatistika Deskribatzailea (6 ECTS)
	Konputaziorako Sarrera (6 ECTS)	Programazioaren Oinarriak (6 ECTS)
<b>2.a (60ECTS nahitaezko irakasgaietan)</b>	Kalkulu Diferentziala eta Integrala II (15 ECTS)	
	Aljebra lineala eta Geometria II (6 ECTS)	Egitura Aljebraikoak (6ECTS)
	Matematika Diskretua (6 ECTS)	Kurbak eta Gainazalak (9 ECTS)
	Topologia (8ECTS)	Probabilitateen Kalkulua (6 ECTS)
	Zenbakizko Metodoak I (6 ECTS)	
<b>3.a</b>	Nahitaezko 9 irakasgai: Urte osoko 1 irakasgai, 12 ECTS kreditukoak Lau hileko 8 irakasgai, 6 ECTS kreditukoak	
<b>4.a</b>	Hautazko 8 irakasgai eta Gradu Amaierako Lana. Bi espezialitate jasotzen dira: "Matematika Hutsa" eta "Matematika Aplikatua, Estatistika eta Konputazioa".	

Informazio gehiago:

<https://www.ehu.eus/eu/web/ztf-fct/grado-matematicas>

## Bigarren mailako irakasgaiak graduaren testuinguruan

Bigarren mailatik aurrera, irakasgai guztiak Matematikako Gradurako espezifikoak dira. Horietako batzuek lehenengo mailako irakasaiei jarraipen naturala ematen diete, eta gainerakoak matematikako beste adar batzuetakoak dira. Modu horretan, ikasleak espezialitate ezberdinak ikasten hasten dira, matematika hutsean nahiz aplikatuan.

## Egin beharreko jarduera motak

Ikasgelako ikasteko prozesua hainbat jardueraren bidez gauzatzen da: eskola magistralak, ikasgelako taldeak, ordenagailuko praktikak eta mintegiak, ikaslearen partaidetza aktiboko mailaren arabera.

Ikasturtean zehar, ikasleak irakasgai guztietan hainbat jarduera garatu beharko ditu haren ikaste-prozesuaren barruan. Jarduera hauek irakasgaien fitxetan modu orokorrean azaltzen diren arren, irakasgai bakoitzari dagokion irakaskuntza-taldeak jarduera horien inguruko informazio zehatzagoa emango du irakasaia garatzeko orduan.

## Tutoretza Plana

Zientzia eta Teknologia Fakultateak ikasleentzako Tutoretza Plana du 2001az geroztik, orduan sortu zelarik irakasle tutorearen postua. Tutorearen lana ikaslea gidatzea izango da unibertsitatean eman behar duen denboraldian. Bigarren mailako ikaslearen tutorea graduako ikasketak hastean esleitu zena da. Ditzuten beharren arabera, berarengana jo ahal izango dute esparru akademiko, pertsonal eta profesionalean lagundu eta aholku eman diezaien. Ikasleak tutorearekin noizbehinka hitz egitea komenigarria da.

## Matematikako liburutegia

Matematikako atalak dibulgazio matematikoko eta buru argitasuneko problemei buruzko liburu bilduma du interesdunen eskura.

<https://egelapi.ehu.eus/course/view.php?id=446>

web orrian eskuragarri dauden liburuen zerrenda dago eta horiek maileguan hartzeko eskaera egiteko modua azaltzen da.

---

## 2.- Mailari buruzko informazio espezifikoa

---

Bigarren mailan, ikasleek "Matematika Diskretua", "Egitura Aljebraikoak" eta "Zenbakizko Metodoak I" ingelesez edo euskaraz ikasi ahal dituzte. Irakasgai hauek ingelesez eta euskaraz ordutegi berdina dute. Gomendatzen da ingeleseko B2 maila izatea irakasgai hauek ingelesez egin nahi izanez gero, irakasgaia ondo jarraitu eta ulertu ahal izateko.

### Taldearen irakasleak

---

Talde honetako irakasgaietako mota desberdinak (teoria mintegiak..) ematen dituzten irakasleen informazioa ondoko estekan aurki diateke:

<https://www.ehu.es/eu/matematikako-gradua/kreditu-eta-irakasgaiak-ikasturteka>

Horretarako irakasgai baten izena aukeratu behar da eta jarraian "Taldeak" atalean nahi den taldea aukeratu behar da. Gainera, irakasle baten izena aukeraturutakoan, informazio berezia lortuko da (kontakturako datuak, tutoretza orduak..)

Bigarren mailako koordinatzailea	Irantzu Barrio	e-mail: irantzu.barrio@ehu.es Telefonoa: 94 601 2504 Bulegoa: E.P1.15	Matematika Aplikatua eta Estatistika eta IO saila
Graduko koordinatzailea	Ana M <sup>a</sup> Valle	e-mail: anamaria.valle@ehu.es Telefonoa: 94 601 5467 Bulegoa: E.S1.22	Matematika Aplikatua eta Estatistika eta IO saila

### Egutegia eta Ordutegia

---

Zentroko eskola-egutegia webgune honetan kontsultatu daiteke:

<https://www.ehu.es/eu/web/ztf-fct/calendario>

Ordutegi ofizialak, jarduera bakoitza emango den ikasgelen inguruko informazioarekin batera, eta azterketen egutegi ofiziala fakultateko web-orrian argitaratu eta eguneratuko dira:

<https://www.ehu.es/eu/web/ztf-fct/ordutegiak-azterketak-eta-tribunalak>

### Ikasturteko irakasgaien irakaskuntza gidak

---

Irakasgaiak ordena alfabetikoaren arabera ordenatuta daude.

**TEACHING GUIDE**

2018/19

**Centre** 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** Indiferente**Plan** GMATEM31 - Bachelor's Degree in Mathematics**Year** Second year**SUBJECT**

26684 - Algebraic Structures

**ECTS Credits:** 6**DESCRIPTION & CONTEXTUALISATION OF THE SUBJECT**

This course is an introduction to the main algebraic structures (groups, rings and fields) that, together with vector spaces (studied in the courses Linear Algebra I and II in the first and second year of the degree, respectively) are the foundations of Algebra, that will be studied more deeply in future courses (Commutative Algebra, Algebraic Equations, Groups and Representations, etc.).

**COMPETENCIES/LEARNING RESULTS FOR THE SUBJECT****SPECIFIC COMPETENCES**

Understand what an abstract group is from known examples of groups in other courses: groups of numbers, residue classes, matrices, etc.

Know the basic concepts in group theory (subgroups, normal subgroups, factor groups, homomorphisms,...).

Understand the basic concepts in the theory of rings and fields (subrings, ideals, quotients, homomorphisms, field characteristic, field of fractions,...).

**LEARNING RESULTS**

Know how to operate with elements in some important groups (cyclic groups, direct products, permutation groups,...) and their main properties.

Understand the properties of divisibility of univariate polynomials and, in particular, the use of the main irreducibility criteria.

**THEORETICAL/PRACTICAL CONTENT**

1. **GROUPS. FUNDAMENTALS:** Concept of group. Examples (groups of numbers,  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$  and its units, groups of matrices, groups of symmetries,...). Subgroups. Subgroup generated by a set. Cosets and index of a subgroup. Lagrange's Theorem. Products of subgroups. The order of an element. Cyclic groups.
2. **NORMAL SUBGROUPS AND GROUP QUOTIENTS:** Conjugacy and its properties. Normal subgroups. Construction of group quotients. Subgroups of a group quotient.
3. **GROUP HOMOMORPHISMS:** Group homomorphisms. The kernel and the image of a group homomorphism. Isomorphic groups. The Isomorphism Theorems.
4. **CYCLIC AND ABELIAN GROUPS:** The subgroups of a cyclic group. Direct products. Classification of the abelian finite groups. Classification of some groups of small order.
5. **THE SYMMETRIC GROUP:** Permutations, decomposition in disjoint cycles. Signature. The symmetric and alternating groups. Conjugacy in the symmetric group. Cayley's Theorem. Simplicity of the alternating groups.
6. **RINGS AND FIELDS:** Rings and fields, first properties. Characteristic and prime field. Integral domains. The field of fractions of an integral domain. Subrings, ideals and ring homomorphisms. Maximal ideals and fields. The Chinese Remainder Theorem.
7. **UNIVARIATE POLYNOMIALS:** Factorization of univariate polynomials. Irreducibility criteria. Quotients of polynomial rings. Finite fields.

**METHODS**

Masterclasses, seminars and problem sessions. Students must participate actively in class solving the proposed problems.

**TYPES OF TEACHING**

Type of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Classroom hours	36	6	18						
Hours of study outside the classroom	54	9	27						

**Legend:**

M: Lecture

S: Seminario

GA: Pract.Class.Work

GL: Pract.Lab work GO: Pract.computer wo

GCL: Clinical Practice

TA: Workshop

TI: Ind. workshop

GCA: Field workshop

**ASSESSMENT SYSTEMS**

- Final assessment system

**TOOLS USED & GRADING PERCENTAGES**

- Ver Orientaciones. 100%

**ORDINARY EXAM CALL: GUIDELINES & DECLINING TO SIT**

There will be two written exams: one partial and one final. The final mark will take into account the student's attitude in

his/her learning process. It will be calculated averaging the marks in the different activities according to the following weights:

- 60-70% final written exam.
- 10% partial written exam.
- 20-30% classroom work and individual or group homework.

To pass the course a mark of at least 4 points out of 10 in the final exam is required.

#### **EXTRAORDINARY EXAM CALL: GUIDELINES & DECLINING TO SIT**

- 100% final written exam.

#### **COMPULSORY MATERIALS**

None.

#### **BIBLIOGRAPHY**

##### **Basic bibliography**

- J.D. DIXON, Problems in Group Theory. Dover, 1973.
- S. LANG, Undergraduate Algebra, 2nd ed. Springer, New York, 2001.
- G. NAVARRO, Un curso de álgebra. Universidad de Valencia, 2002.
- A. VERA; F. VERA, Introducción al Algebra, I. Ellacuría, Bilbao, 1984.
- A. VERA; F. VERA, Aljebraarako Sarrera, I. Ellacuría, 1991.
- A. VERA; J. VERA, Problemas de Algebra, I: Teorías de Grupos y de Cuerpos. AVL, 1995.

##### **In-depth bibliography**

- J. F. HUMPHREYS, A Course in Group Theory. Oxford University Press, 1996.
- I. M. ISAACS, Algebra. A Graduate Course. Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove, California, 1994.
- H. KURZWEIL; B. Stellmacher, The Theory of Finite Groups. An Introduction. Universitext, Springer, New York, 2004.
- J.S. ROSE, A course on Group Theory. Cambridge University Press, 1978.

##### **Journals**

This is an introductory course, so no periodic publication is recommended.

##### **Useful websites**

- <http://mathworld.wolfram.com/topics/GroupTheory.html>
- [http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/HistTopics/Development\\_group\\_theory.html](http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/HistTopics/Development_group_theory.html)
- <http://www.springerlink.com/content/u503q3/>

#### **REMARKS**

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztugabea

Plana GMATEM31 - Matematikako Gradua

Ikastaroa 2. maila

**IRAKASGAIA**

26666 - Aljebra Lineala eta Geometria II

ECTS kredituak: 6

**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Irakasgai hau modulo berean dagoen Aljebra Lineala eta Geometria I irakasgaiaren jarraipena da eta helburu bera du: Aljebra linealaren eta Geometria afin eta euklidearraren oinarriko kontzeptuak ezagutzea eta horiek erabiltzea problema linealak matrizeen bidez ebazteko eta plano eta espazioko problema geometrikoak ebazteko. Lehenengo mailako irakasgaietan ikusitako zenbait ataletan gehiago sakonduko dugu (forma kanonikoak, geometria afin eta euklidearra eta konika eta koadrikak) eta beste zenbait eraikuntza aljebraiko eta geometria berri ere ikusiko ditugu. Bi irakasgai hauetan landutako edukiak graduko beste hainbat irakasgaitan ere erabiliko dira.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK****GAITASUN ESPEZIFIKOAK**

Zatidura espazio bektorialetan lan egitea (oinarriak, azpiespazioak, aplikazio linealak, eta abar).

Matrize baten Jordan-en forma kanonikoa lortzeko gai izatea eta haren esanahia ulertzea.

Espazio bektorial baten eta haren espazio dualaren arteko erlazioa ulertzea.

Biderketa tentsorial kontzeptua ulertzea eta tentsoreekin eragiketak egiten jakitea.

Espazio afin euklidearren funtsezko elementuak ezagutzea eta espazio horietan gertatzen diren problema nagusiak ebazten jakitea.

Isometria baten forma kanonikoa lortzen jakitea. Bereziki, isometriak sailkatzen eta deskribatzen jakitea 2 eta 3 dimentsioetan.

Infinituko puntuen kontzeptua ulertzea eta espazio proiektiboan koordenatu homogeenekin eragiketak egiten jakitea.

Konika eta koadrikak sailkatzen jakitea eta horien elementu nagusiak kalkulatzeko gai izatea.

Konikak zehazten jakitea.

**IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Zatidura espazio bektorialetan eta espazio dualean lan egiten jakitea.

Matrize baten Jordan-en forma kanonikoa lortzeko gai izatea.

Konika eta koadrikak zehazten jakitea, horien elementu nagusiak kalkulatzeko gai izatea eta testuinguru afin, metriko eta proiektibotik sailkatzen jakitea.

Plano eta espazioko problema geometrikoak era arrazoituan ebazten jakitea.

Geometria bakoitzari dagozkion kalkulu-metodoak erabiltzen jakitea.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

1. ZATIDURA ESPAZIO BEKTORIALAK: Zatidura espazio bektorialak. Oinarriak eta dimentsioa. Isomorfiari buruzko teorema espazio bektorialetarako.

2. TRIANGULARIZAZIOA ETA JORDAN-EN FORMA KANONIKOA: Endomorfismo eta matrize triangulagarriak.

Oinarriko azpiespazio orokortuak. Jordan-en forma kanonikoaren lorbidea. Cayley-Hamilton-en teorema. Polinomio minimoa.

3. ESPAZIO DUALA: Espazio duala. Oinarri dualak. Aplikazio duala. Ortogonaltasuna. Algebra tentsorialerako sarrera.

4. ESPAZIO AFIN EUKLIDEARRAK: Espazio euklidearrak: ortogonaltasuna eta dualtasuna. Espazio afinak. Azpiespazio afinak. Erreferentzi sistema afinak. Koordenatu barizentrikoak. Konbexutasuna. Aplikazio afinak. Espazio afin euklidearrak. Azpiespazio afin ortogonalak. Isometriak sailkapena.

5. ESPAZIO PROIEKTIBOAK: Espazio proiektiboak. Koordenatu homogeenak. Azpiespazio proiektiboak. Espazio proiektibo duala. Homografiak. Puntu eta hiperplano bikoitzak. Oinarriko homografia-motak.

6. KONIKAK ETA KOADRIKAK: Konika eta koadriken sailkapen afina, proiektiboa eta metrikoa. Sortak.

**METODOLOGIA**

Eduki teorikoa eskola magistralen bidez azalduko da, horretarako bibliografian eta nahitaezko materialean ageri diren oinarriko erreferentziak erabiliko direlarik. Eskola magistral hauen osagarri gisa ariketa-eskolak erabiliko dira. Horietan, eskola teorikoetan landutako edukien alde praktikoa jorratuko da. Azkenik, mintegietan irakasgai honetako zenbait adibide edota ariketa adierazgarri izango dira eztabaidagai. Mintegian zehar izango den hausnarketa eta eztabaida aberatsagoa izan dadin, ariketa horiek ikasleei alde aurretik proposatuko zaizkie mintegiaren egunerako landuta ekartzeko.

## IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	36	6	18						
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	54	9	27						

**Legenda:** M: Maistrala S: Mintecia GA: Gelako p. GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCL: P. klinikoak TA: Tailerra TI: Tailer Ind. GCA: Landa p.

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Ikusi ORIENTAZIOAK % 100

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Bukaerako idatzizko azterketa: %80-%100  
Banakako edo/eta taldekako lanak: 0-%20

## EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Ohiko deialdiko portzentai berak. Banakako edo/eta taldekako lanen atala gaindituta ez duten ikasleen kasuan, ez-ohiko deialdiko kalifikazioaren %100 azterketaren nota izango da.

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

- M. CASTELLET e I. LLERENA, Álgebra Lineal y Geometría, Reverté, 2000.
- I.M. GUELFAND, Lecciones de Álgebra Lineal, Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, 1986.
- E. HERNÁNDEZ, Álgebra y Geometría, Addison Wesley, 1999.
- J. IKRAMOV, Problemas de Álgebra Lineal, Mir, 1990.
- I.V. PROSKURIAKOV, Problemas de Álgebra Lineal, Mir, 1986.

### Gehiago sakontzeko bibliografia

- W. H. GREUB, Linear Algebra, Springer-Verlag, 1981.
- S. LANG, Linear Algebra 3rd. ed., Springer-Verlag, 1987.
- R. H. WASSERMAN. Tensors & Manifolds, Oxford University Press, 1992.

### Aldizkariak

### Interneteko helbide interesgarriak

## OHARRAK



**TEACHING GUIDE**

2018/19

**Centre** 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** Indiferente**Plan** GMATEM31 - Bachelor's Degree in Mathematics**Year** Second year**SUBJECT**

26011 - Discrete Mathematics

**ECTS Credits:** 6**DESCRIPTION & CONTEXTUALISATION OF THE SUBJECT**

The objective of this course is to learn the basic elements of mathematics and how to use the mathematical language as well as the techniques for proving and solving problems. This course goes deeply into combinatorial aspects started in the first year course Matemáticas Básicas and is a basis for the second year course Cálculo de Probabilidades. Some of the concepts introduced, such as recurrences and graphs, are used later in the third and fourth year courses Métodos Numéricos II and Programación Matemática.

**COMPETENCIES/LEARNING RESULTS FOR THE SUBJECT****COMPETENCES**

To be familiarized with the main types of mathematical proof and with the techniques of solving problems (observation-conjecture-proof).

To know and use properly the basic elements of the set theory.

To know how to solve combinatorial problems using basic techniques, generating functions and recurrence relations.

To be familiarized with combinatorial identities and the main families of numbers with combinatorial meaning.

To know the concepts, techniques and basic results of the graph theory and to be familiarized with some of its multiple applications.

**LEARNING RESULTS**

To know the main combinatorial techniques, the main families of numbers with combinatorial meaning, and the graphs with their multiple applications.

**THEORETICAL/PRACTICAL CONTENT**

1. BASIC COMBINATORICS: Basic resources in the combinatorial reasoning. The principle of inclusion and exclusion. The pigeonhole principle.
2. COMBINATORIAL IDENTITIES: Binomial and multinomial coefficients. Binomial and multinomial formulae. Related identities.
3. GENERATING FUNCTIONS AND RECURRENCE RELATIONS: Generating function of a sequence of numbers. Applications to combinatorial problems. Recurrence relations and combinatorial problems. Recurrence relations and generating functions. Obtaining the general term.
4. MAIN FAMILIES OF NUMBERS: Numbers of Fibonacci. Numbers of Catalan. Numbers of Bell. Numbers of Stirling.
5. GRAPHS: Basic concepts. Paths. Trees. Planar graphs. Coloring.

**METHODS**

In the M classes the theoretical contents will be developed.

In the S classes the students will work and present problems and tasks.

In the GA classes exercises will be solved.

**TYPES OF TEACHING**

Type of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Classroom hours	36	6	18						
Hours of study outside the classroom	54	9	27						

**Legend:**

M: Lecture

S: Seminario

GA: Pract.Class.Work

GL: Pract.Lab work GO: Pract.computer wo

GCL: Clinical Practice

TA: Workshop

TI: Ind. workshop

GCA: Field workshop

**ASSESSMENT SYSTEMS**

- Continuous assessment system
- Final assessment system

**TOOLS USED & GRADING PERCENTAGES**

- Extended written exam 70%
- Practical work (exercises, case studies & problems set) 10%
- Team work (problem solving, project design) 15%
- Exposition of work, readings, etc. 5%

**ORDINARY EXAM CALL: GUIDELINES & DECLINING TO SIT****GUIDELINES**

Final exam (70%), solving exercises (10%), and preparing and presenting tasks (20%).

The minimum grade required to pass is 5 points (over 10) provided that at least 4 points (over 10) are gotten in the final exam (compulsory).

#### WITHDRAWAL OF CONTINUOUS ASSESSMENT SYSTEM

The student must give written notice of withdrawal of continuous assessment system in a period of 9 weeks.

#### DECLINING TO SIT

A student who does not take the final exam will obtain <<no presentado>>.

### EXTRAORDINARY EXAM CALL: GUIDELINES & DECLINING TO SIT

#### GUIDELINES

The grade obtained in the exercises and tasks will be kept, when advantageous to the student. Grades will never be kept from one year to another.

#### DECLINING TO SIT

A student who does not take the final exam will obtain <<no presentado>>.

### COMPULSORY MATERIALS

The recommended materials will be available at the virtual platform.

### BIBLIOGRAPHY

#### Basic bibliography

D.I.A. COHEN, Basic Techniques of Combinatorial Theory, Wiley, New York, 1978.

J.M. HARRIS, J.L. HIRST, M.J. MOSSINGHOFF, Combinatorics and Graph Theory, Springer, New York, 2008.

N. HARTSFIELD, G. RINGEL, Pearls in Graph Theory, Dover, New York, 1994.

R.L. GRAHAM, D.E. KNUTH, O. PATASHNIK, Concrete Mathematics, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1994.

#### In-depth bibliography

V.K. BALAKRISHNAN, Combinatorics, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill, 1995.

R.C. BOSE, B. MANVEL. Introduction to Combinatorial Theory, Wiley, New York, 1984.

F. GARCIA MERAYO, Matemática Discreta, Paraninfo, Madrid, 2001.

J. HEBER NIETO SAID, Teoría Combinatoria. La Universidad del Zulia, 1996. <http://www.jhnieto.org/tc.pdf>

D.A. MARCUS, Combinatorics: A Problem Oriented Approach, The Mathematical Association of America, 1998.

R. J. TRUDEAU, Introduction to Graph Theory, Dover Publications, Inc, Nueva York, 1993.

N. Ya. VILENKIN, Combinatorics, Academic Press, New York, 1971.

H.S. WILF, Generatingfunctionology, Academic Press, Boston, 1990. <http://www.math.upenn.edu/~wilf/gfology2.pdf>

#### Journals

The Electronic Journal of Combinatorics <http://www.combinatorics.org/>

The Fibonacci Quarterly <http://www.fq.math.ca/>

#### Useful websites

Combinatorics <http://mathworld.wolfram.com/topics/Combinatorics.html>

Pascal triangle [http://en.wikipedia.org/wiki/Pascal%27s\\_triangle](http://en.wikipedia.org/wiki/Pascal%27s_triangle)

Pigeon principle [http://www.cut-the-knot.org/do\\_you\\_know/pigeon.shtml](http://www.cut-the-knot.org/do_you_know/pigeon.shtml)

Fibonacci numbers <http://www.maths.surrey.ac.uk/hosted-sites/R.Knott/Fibonacci/>

Catalan numbers <http://mathforum.org/advanced/robertd/catalan.html>

Stirling Number of the First Kind <http://mathworld.wolfram.com/StirlingNumberoftheFirstKind.html>

Stirling Number of the Second Kind <http://mathworld.wolfram.com/StirlingNumberoftheSecondKind.html>

The Encyclopedia of Integer Sequences <http://oeis.org/>

Graphs [http://en.wikipedia.org/wiki/Graph\\_theory](http://en.wikipedia.org/wiki/Graph_theory)

### REMARKS

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztu gabea

Plana GMATEM31 - Matematikako Gradua

Ikastaroa 2. maila

**IRAKASGAIA**

26684 - Egitura Aljebraikoak

ECTS kredituak: 6

**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Funtsezkoak diren (taldeak, eraztunak eta gorputzak) egitura aljebraikoei dagokien sarrerako irakasgaia da hau. Aipatutako egitura aljebraiko horiek, lehenengo eta bigarren mailan ikasitako espazio bektorialen egiturekin batera (Algebra I eta Algebra II irakasgaietan ikasitakoak, hurrenez hurren), Aljebra oinarriak eta fundamentuak osatzen dituzte. Aljebra oinarri horiek, hurrengoko urteetan eskainiko diren, Algebra Trukakorra, Ekuazio Aljebraikoak, Taldeak eta Adierazpenak, etabar irakasgaietan sakonduko dira ere.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK****GAITASUN ESPEZIFIKOAK**

Taldearen kontzeptua ulertzea, beste irakasgai batuetan ikusitako adibideetan oinarrituz: zenbaki-taldeak, hondar-klaseen taldeak, matrize-taldeak, etabar.

Talde-teoriaren oinarriko kontzeptuak (azpitaldeak, azpitalde normalak, zatidura-taldeak, homomorfismoak,...) ezagutzea.

Eraztun-teoriaren eta gorputz-teoriaren oinarriko kontzeptuak (azpierztunak, idealak, zatidura-eraztunak, homomorfismoak, karakteristika, zatikien gorputzak,...) ezagutzea.

**IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Talde-mota garrantzitsu batzuetan (talde ziklikoak, biderkadura zuzenak, talde simetrikoak,...) lan egiten jakitea eta haien propietate nagusiak ezagutzea.

Indeterminatu bateko polinomioen zatigarritasun-propietateak ezagutzea eta, bereziki, irreduzibilitaterako irizpide nagusiak aplikatzen jakitea.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

- TALDEAK. OROKORTASUNAK:** Taldearen kontzeptua. Adibideak (zenbaki-taldeak,  $Z/nZ$  eta haren unitateak, matrize-taldeak, simetria-taldeak,...). Azpitaldeak. Azpimultzo batek sortutako azpitaldea. Koklaseak eta azpitalde baten indizea. Lagrangeren teorema. Azpitaldeen biderkadura. Elementu baten ordena. Talde ziklikoak.
- AZPITALDE NORMALAK ETA ZATIDURA-TALDEAK:** Konjugazioa eta haren propietateak. Azpitalde normalak. Zatidura-taldearen eraikuntza. Zatidura-taldearen azpitaldeak.
- TALDE-HOMOMORFISMOAK:** Talde-homomorfismoak. Homomorfismo baten nukleoa eta irudia. Talde isomorfoak. Isomorfia-teoremak.
- TALDE ZIKLIKOAK ETA ABELDARRAK:** Talde ziklikoen azpitaldeak. Biderkadura zuzenak. Talde abeldar finituen sailkapena. Ordena txikiko talde batzuen sailkapena.
- TALDE SIMETRIKOA:** Permutazioak, ziklo disjuntuetako deskonposizioa. Signatura. Talde simetrikoa eta talde alternatua. Konjugazioa talde simetrikoan. Cayleyren teorema. Talde alternatuen bakuntasuna.
- ERAZTUNAK ETA GORPUTZAK:** Eraztunak eta gorputzak, lehenengo propietateak. Karakteristika eta azpigorputz lehena. Integritate-domeinuak. Integritate-domeinu baten zatikien gorputza. Azpierztunak, idealak eta eraztun-homomorfismoak. Ideal maximalak eta gorputzak. Hondarren teorema txinatarra.
- INDETERMINATU BATEKO POLINOMIOAK:** Indeterminatu bateko polinomioen faktORIZAZIOA. Irreduzibilitaterako irizpideak. Polinomioen eraztunen zatidurak. Gorputz finituak.

**METODOLOGIA**

Klase magistralak, seminarioak eta ariketa-klaseak. Ikasleek modu aktiboan parte hartu beharko dute ariketa-klaseetan, proposatutako problemak ebatziz.

**IRAKASKUNTZA MOTAK**

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	36	6	18						
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	54	9	27						

**Legenda:**

M: Magistrala      S: Mintegia      GA: Gelako p.      GL: Laborategiko p.      GO: Ordenagailuko p.  
GCL: P. klinikoak      TA: Tailerra      TI: Tailer Ind.      GCA: Landa p.

**EBALUAZIO-SISTEMAK**

- Azken ebaluazioaren sistema

**KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK**

- Ikus Orientazioak. % 100

#### **OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Bi idatzizko proba egongo dira, bat partziala, eta bestea finala. Azken notan ikasle bakoitzaren interesa eta jarrera kontuan hartuko dira. Irakasgaiaren azken nota egindako ekintza guztien batuketa ponderatu bat da.

- Idatzizko azterketa finala (notaren %60-70)
  - Idatzizko azterketa partziala (notaren %10)
  - Gelako praktikak, banakako lanak eta/edo taldekako lanak (notaren %20-30)
- Irakasgaia gainditu ahal izateko, ezinbestekoa da azterketa finalean gutxienez 4 puntu ateratzea 10ren gainean.

#### **EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

-Idatzizko azterketa finala (notaren %100)

#### **NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

Ez dago.

#### **BIBLIOGRAFIA**

##### **Oinarrizko bibliografia**

- J.D. DIXON, Problems in Group Theory. Dover, 1973.  
S. LANG, Undergraduate Algebra, 2nd ed. Springer, New York, 2001.  
G. NAVARRO, Un curso de álgebra. Universidad de Valencia, 2002.  
A. VERA; F. VERA, Introducción al Álgebra, I. Ellacuría, Bilbao, 1984.  
A. VERA; F. VERA, Aljebraarako Sarrera, I. Ellacuría, 1991.  
A. VERA; J. VERA, Problemas de Álgebra, I: Teorías de Grupos y de Cuerpos. AVL, 1995.

##### **Gehiago sakontzeko bibliografia**

- J. F. HUMPHREYS, A Course in Group Theory. Oxford University Press, 1996.  
I. M. ISAACS, Algebra. A Graduate Course. Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove, California, 1994.  
H. KURZWEIL; B. Stellmacher, The Theory of Finite Groups. An Introduction. Universitext, Springer, New York, 2004.  
J.S. ROSE, A course on Group Theory. Cambridge University Press, 1978.

##### **Aldizkariak**

Gai batzuen sarrerako kurtsoa dela eta, ez dira argitalpen periodikorik aholkatzen.

##### **Interneteko helbide interesgarriak**

- <http://mathworld.wolfram.com/topics/GroupTheory.html>  
[http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/HistTopics/Development\\_group\\_theory.html](http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/HistTopics/Development_group_theory.html)  
<http://www.springerlink.com/content/u503q3/>

#### **OHARRAK**

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztu gabea

Plana GMATEM31 - Matematikako Gradua

Ikastaroa 2. maila

**IRAKASGAIA**

26663 - Kalkulu Diferentziala eta Integrala II

ECTS kredituak: 15

**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Irakasgaiak aurkezten ditu, era sistematikoan, aldagai anitzeko kalkulu diferentzial eta integralaren kontzeptuak, teknikak eta oinarriko aplikazioak. Kalkulu Diferentziala eta Integrala I irakasgaiaren jarraipena da, eta batera ematen da Analisi Konplexuarekin. Hiru irakasgai hauek Analisi-modulua osatzen dute. Modulu honen helburua da ikasleak materia hauen oinarriko prestakuntza horizontal bat lortzea, elkarrekin erlazionatutako norabide anizkuntako ezaguerak eta trebetasunak ulertzea eta aplikatzea baimenduz, bereziki materietan zinetarako Analisi Matematikoa funtsezko erreminta da: Ekuazio Diferentzialak, Deribatu Partzialetako Ekuazioak eta Zenbakizko Metodoak.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK****KOMPETENTZIA ESPEZIFIKOAK**

Espazio euklidiar n-dimentsionalaren oinarriko kontzeptu metriko eta topologikoak ulertzea.

Aldagai anitzeko funtzioen jarraitutasun eta diferentziagarritasunaren kontzeptuak ulertzea.

Aldagai anitzeko funtzioen deribatu, deribatu partzial, norabide-deribatu eta katearen erregelaren kalkulu-teknikak jakitea.

Funtzio implizituaren eta alderantzizko funtzioaren teorema kalkulu desberdinetan aplikatzen jakitea.

Aldagai anitzeko funtzioen muturren (absolutu eta erlatiboak) kalkuluaren teknikak ezagutzea.

Aldagai anitzeko funtzioen Riemann-en integralak, lerro-integralak eta gainazal-integralak planteatzen eta ebazten jakitea, haien aplikazio geometriko eta fisikoak ezagutzuz.

Teorema bektorialen esanahi geometriko eta fisikoa ezagutzea, lerro-integral eta gainazal-integralen kalkulurako.

Oinarriko funtzioen Fourier-en serieak kalkulatzeko, eta bere ezaugarriak eta konbergentziaren moduak ezagutzea.

**IKASKETA-EMAITZAK**

ikasleak zenbakizko eta funtzio-segida eta serieen konbergentziaren kontzeptuak ezagutuko ditu.

Ezagutuko eta erabiliko ditu funtzioen oinarriko kontzeptuak ere bai: limiteak, jarraitutasuna, diferentziagarritasuna eta Riemann-en integrazioa.

Integral anizkoitzak, lerro-integralak eta gainazal-integralak kalkulatzeko gai izango da eta kalkulu integralaren teorema erabiliko ditu trebetasunaz. Teknika hauek ariketa geometriko eta fisikoetan erabiliko ditu.

Funtzio errazak Fourier-en serieen bidez garatzeko eta bere konbergentzia mugatzeko gai izango da.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

1. ESPAZIO EUKLIDIARRAK: Biderkaketa eskalarra, norma, Cauchy-Schwarz-en desberdintza. Cantor, Bolzano eta Heine-Borel-en teorema. Segidak  $R^n$ -n, konbergentzia, Bolzano-Weierstrass-en teorema, Cauchy-ren segidak, Cauchy-ren teorema.
2. FUNTZIO JARRAITUAK: funtzioak  $R^n$ -n, grafikoak, maila-lerroak, limiteak, limite norabidatuak, limite iteratuak. Funtzioa jarraituak, oinarriko propietateak. Funtzio linealak, karakterizazio matritziala. Jarraitasuna. Norma  $L(R^n, R^m)$ -n. Jarraitasunaren propietate orokorrak, trinkotasun eta konexioaren kontserbazioa. alderantzizkoaren jarraitasuna, jarraitasun uniformeak.
3. DIFERENTZIAZIOA: deribatu norabidatuak eta partzialak, matrize jakobiarra, diferentzialaren existentziarako baldintzak, katearen erregela. Batezbesteko balioen teorema. Ordena goreneko deribatu partzialak, hessiarra, Taylor-en polinomioa. Alderantzizko funtzioaren teorema, funtzio implizitoaren teorema, parametrizazio eta heinaren teorema. Muturrak eta mutur baldintzatuak: Lagrange-ren biderkatzaileak.
4. ESPAZIO METRIKOEN SARRERA: Distantzia, segideen konbergentzia, Cauchy-ren konbergentzia uniformerako erizpidea, espazio osoak. Multzo ireki eta itxiak. Jarraitasuna. Trinkotasuna.
5. FUNTZIO-SEGIDAK ETA SERIEAK: Konbergentzia puntuala eta uniformeak, norma uniformeak, Cauchy-ren erizpidea, Weierstrass-en erizpidea, funtzio jarraituen segidak. Hurbilketa teorema: Bernstein, Weierstrass, Stone-Weierstrass. Ascoli-Arzelà-ren teorema.
6. INTEGRAZIOA: Riemann-en baturak, integralaren definizioa, Zero edukia eta zero neurria, Cauchy-ren erizpidea, integralaren existentzia, edukia eta integrala, batezbesteko balioen teorema.
7. FUBINI-REN TEOREMA ETA ALDAGAI-ALDAKETA: Integral iteratuak, Fubini-ren teorema, multzoen transformazioa, aplikazio lineal eta ez-linealen bidezko transformazioak, aldagai-aldaketa, koordenatu polarrak, esferikoak eta zilindrikoak.
8. FUNTZIO BEKTORIALEN KALKULU DIFERENTZIALA: Bektore-eremuaren definizioa, fluxu-lerroa, gradienteak, dibergentzia eta errotazionala. Espazio euklidearreko kurbak, ukitzaila eta arku-luzera.
9. FUNTZIO BEKTORIALEN INTEGRAZIOA: Kurba-integralak, ibilbide-integrala, kurba norabidatuak, lerro-integrala, parametrizazio-aldaketa. Gainazal parametrizatuak, azalera, funtzio eskalar eta bektorialen gainazal-integralak. Gainazal norabidatuak. Green, dibergentzia eta Stokes-en teorema. Ereku kontserbakorrak.
10. FOURIER-EN SERIEAK: Fourier-en koefizienteak, sinu eta kosinuen ortogonalitatea. Konbergentzia puntuala:



Dirichlet-en nukleoa, Riemann-Lebesgue-ren lema. Erabilpena zenbait funtzioekin. Konbergentzia uniforme. Hurbilketa bestezbesteko kuadratikoa, Bessel-en desberdintza, Parseval-en identitatea.

## METODOLOGIA

Eduki teorikoa klase magistraletan azalduko da, bibliografian dauden oinarriko erreferentziak eta nahitaezko materialari jarraituz. Hori osatuko da proposatuko diren ariketako klaseekin (ikasgela-praktikak), non ariketak ebazteko ikasleak klase teorikoetan lortutako ezaguerak aplikatuko diren. Mintegietan irakasgaiaren edukiaren gai eta adibide adierazgarriak garatuko dira, gehienetan lehenago ikasleei emandakoak, beraiek lan egiteko eta ondoko gogoeta eta eztabaida berekin ekar dezaten.

## IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	90	15	45						
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	135	22,5	67,5						

**Legenda:** M: Maistrala S: Mintecia GA: Gelako p. GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCL: P. klinikoak TA: Tailerra TI: Tailer Ind. GCA: Landa p.

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia % 90
- Lanen, irakurketen... aurkezpena % 10

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Azterketa partzialak

=====

- \* Bi azterketa partzial (haztapen erlatiboa: 2/5 eta 3/5) gutxienez, nota finaleko %80a
- \* Mintegietan parte hartzea, banakako lanak, kontrolak (nahitaez aukera guztiak ez) gehienez nota finaleko %20a

Azterketa finala

=====

- \* Gaiaren azterketa finala: gutxienez, nota finaleko %80a
- \* Mintegietan parte hartzea, banakako lanak, kontrolak (nahitaez aukera guztiak ez) gehienez nota finaleko %20a

## EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

- \* Gaiaren azterketa finala: gutxienez, nota finaleko %80a
- \* Mintegietan parte hartzea, banakako lanak, kontrolak (nahitaez aukera guztiak ez) gehienez nota finaleko %20a

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

EGELA plataformaren bidez banatutako materiala

- \* Ariketak
- \* Mintegiak
- \* Ikasturteko notak

## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

- T.M. APOSTOL, Análisis Matemático, 2ª edición, Ed. Reverté, Barcelona, 1977.  
R.G. BARTLE, Introducción al Análisis Matemático, Ed. Limusa, Mexico, 1980.  
F. BOMBAL, L. RODRIGUEZ. G. VERA, Problemas de Análisis Matemático. V. 1,2.  
W.H. FLEMING, Funciones de varias variables, Ed. CECOSA, México. 1969.  
J.E. MARSDEN y M.J. HOFFMAN, Análisis clásico elemental, Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, 1998  
J.E. MARSDEN y A. TROMBA, Cálculo Vectorial, Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, Buenos Aires, 1991.  
J.M. MAZON, Cálculo diferencial: teoría y problemas, McGraw-Hill, 1997.  
M. SPIVAK, Cálculo en variedades, Ed. Reverté, Barcelona, 1979.

### Gehiago sakontzeko bibliografia

- W. RUDIN, Principios de Análisis Matemático, McGraw-Hill, 1980.  
T. TAO, Analysis I, II, Hindustan Book Agency, 2006.

### Aldizkariak

### Interneteko helbide interesgarriak

- Mathematical Tripos: Part 1A Vector Calculus: [http://www.damtp.cam.ac.uk/user/sjc1/teaching/VC\\_2000.pdf](http://www.damtp.cam.ac.uk/user/sjc1/teaching/VC_2000.pdf)  
Lectures on Integration of Several Variables: [www.physics.nus.edu.sg/~phyteoe/mm4/m252.ps](http://www.physics.nus.edu.sg/~phyteoe/mm4/m252.ps)

## OHARRAK

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztu gabea

Plana GMATEM31 - Matematikako Gradua

Ikastaroa 2. maila

**IRAKASGAIA**

26693 - Kurbak eta Gainazalak

ECTS kredituak: 9

**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Irakasgai hau "Topologia eta Geometria Diferentziagarria" jakintza arloan agertzen da, "Topologia" eta "Kurba eta Gainazalen Geometria Globala" irakasgaiekin batera. Irakasgai honen helburua, espazioko kurbak eta gainazalak ikastea da, erabiliz horretarako kalkulu diferentziala eta integrala, eta topologia.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK****GAITASUNAK**

Kurbak eta gainazalak ikasteko beharrezkoak diren tresna analitikoak eta topologikoak ezagutzea.  
Kalkulu diferentziala, integrala eta topologia euklidearra erabiltzeko gai izatea ariketa geometrikoen ebazpenetan.

**IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Kurben teoria lokala ikasteko Frenet-en Triedroa erabiltzen jakitea. Kurben luzera, kurbadura eta bihurtura lortzeko gai izatea.

Gainazalean koordenatuen bidez jardutea. Gainazalen kurbadurak lortzen jakitea.

Gainazalen bektore-eremu ukitzailekin eta normalekin lan egitea eta ulertzea zer den bektore-eremuen garraiaketa paraleloa gainazalen gaineko kurben zehar.

Ikasi eta lortu gainazalean kurba geodesikoak.

Kurbak eta gainazalak irudikatzen eta bere osagaien kalkula egiketo, software eta baliabide informatikoak erabiltzen jakitea.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

- KURBAK ESPAZIO EUKLIDEARREAN:** Kurbak parametrizatu erregularrak, parametrizazio baliokideak, parametro naturala, kurbadura, Frenet-en Triedroa, Frenet-en formulak, bihurtura, kurben teorema nagusia.
- GAINAZAL ERREGULARARRAK:** Gainazal erregularrak, gainazalen gaineko funtzio diferentziagarriak, gainazalen arteko aplikazio diferentziagarriak, difeomorfismoak, gainazal baten gaineko bektore ukitzaileak, plano ukitzailea, gainazalen arteko aplikazioen diferentziala, tokiko difeomorfismo, lehen forma nagusia, bektore-eremuak, orientazioa, orientagarritasunaren ezaugarriak.
- GAUSS-EN APLIKAZIOA:** Gauss-en eta Weingarten-en aplikazioak, bigarren forma nagusia, kurbadura normalak, Meusnierren teorema, kurbadura nagusiak, norabide nagusiak, kurbadura lerroak, Olinde-Rodriguesen teorema, Gaussen eta batezbesteko kurbadurak, gainazalen puntuen sailkapena, norabide asintotikoak, Dupinen adierazlea, norabide konjokatuak, Gaussen aplikazioa koordenatuetan, Weingartenen ekuazioak, Gaussen eta batezbesteko kurbaduren adierazpenak.
- GAINAZALEN BEREZKO GEOMETRIA:** Isometriak eta zatikako isometriak, aplikazio konformeak eta zatikako konformeak, Christoffelen ikurrak, Mainardi-Codazziren ekuazioak, Gaussen Egregium teorema, Bonneten teorema.
- GEODESIKOAK:** Bektore-eremuen deribatu kobariantea, kurba baten gaineko garraiaketa paraleloa, kurba geodesikoak, kurbadura geodesikoa, Liouvilleen formula, kurba geodesikoen ekuazio diferentzialak, exponentziala aplikazioa, koordenatu geodesiko polarrak.

**METODOLOGIA**

Teorizko edukinaz ikasi egin behar dena, liburu zerrendan topa daitekeena jarraituz, ikas ordu magistraletan egingo da. Hauek osatzeko, ariketa ikas orduak ere egingo dira. Horietan, erakutsi egingo da nola erabiltzen den magistraletan ikasitakoa, ariketa erronkei aurrera egiteko.

Mintegietan, ordea, irakasgaiaren nondik norakoa argituko duten erronkak landu egingo dira, ikasleei aldeztu aurretik igorriak izan direnak, hausnarketaren zatirik handiena eurek egin dezaten.

Horrez gain ordenaigailu praktikak egingo dira irakasgaiaren gaitasunak lortzeko asmoarekin.

**IRAKASKUNTZA MOTAK**

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	45	9	27		9				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	67,5	13,5	40,5		13,5				

**Legenda:**

M: Magistrala  
GCL: P. klinikoak

S: Mintegia  
TA: Tailerra

GA: Gelako p.  
TI: Tailer Ind.

GL: Laborategiko p.  
GO: Ordenagailuko p.  
GCA: Landa p.

**EBALUAZIO-SISTEMAK**

- Ebaluazio jarraituaren sistema



- Azken ebaluazioaren sistema

#### **KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK**

- Ikus ORIENTAZIOAK % 100

#### **OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Nahitaezkoa izango da mintegietara eta ordenagailu praktiketara joatea.

Ordenagailu praktiketara joatea beharrezkoa denez, ikasleak kurtsoan zehar praktika horiek ez baditu egin praktika horiek menperatzen dituela erakutzi beharko du proba praktikoko batean.

Praktika horiek aurreko moduan gainditu direnean, azken nota honelaxe banatuko da: %85 idatzitako azterketatik, %10 ikasle bakoitzaren lanetatik eta %5 mintegietan egindako lanetatik.

#### **EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Ordenagailu praktiketara joatea beharrezkoa denez, ikasleak kurtsoan zehar praktika horiek ez baditu egin praktika horiek menperatzen dituela erakutzi beharko du proba praktikoko batean.

Kurtsoan zehar praktika horiek modu egokian egin baditu, orduan ebaluazioa azterketa idatzi baten bidez soilik egingo da.

#### **NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

#### **BIBLIOGRAFIA**

##### **Oinarrizko bibliografia**

M. P. DO CARMO, Diferencial de Curvas y Superficies, Alianza Universidad Textos 135, Alianza Editorial, 1990.

L. A. CORDERO, M. FERNANDEZ y A. GRAY, Geometría Diferencial de Curvas y

Superficies con Mathematica, Addison-Wesley Iberoamericana, 1995.

A. GRAY, Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces, Addison-Wesley, 1997.

C. C. HSIUNG, A First Course in Differential Geometry, International Press, 1997.

E. KREYSZIG, Differential Geometry, Dover, 1991.

J. McCLEARY, Geometry from a Differential Viewpoint, Cambridge Univ. Press, 1994.

R. S. MILLMAN y G. D. PARKER, Elements of Differential Geometry, Prentice-Hall, 1977.

A. MONTESDEOCA, Apuntes de Geometría Diferencial de Curvas y Superficies, Col. Textos Univ. Gob. Canarias, 1996.

S. MONTIEL, A. ROS, Curvas y Superficies, Proyecto Sur, 1997.

J. OPREA, Differential Geometry and its Applications, Prentice Hall, 1997.

##### **Gehiago sakontzeko bibliografia**

##### **Aldizkariak**

##### **Interneteko helbide interesgarriak**

#### **OHARRAK**

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztugabea

Plana GMATEM31 - Matematikako Gradua

Ikastaroa 2. maila

**IRAKASGAIA**

26011 - Matematika Diskretua

ECTS kredituak: 6

**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Irakasgaiaren helburua Matematikako oinarrizko elementuak ezagutzea eta matematikako lengoiaren erabilpena, frogapen-teknikak eta problemen ebazpenak lantzea da. Irakasgai honen bidez lehenengo mailako Oinarrizko Matematikan sartutako gai konbinatorioak sakontzen dira eta bigarren mailako Probabilitate-Kalkulurako onarria da. Sartutako kontzeptu batzuk, esate baterako errepikapenak eta grafoak, hirugarren mailako Zenbakizko Metodoak II eta laugarren mailako Programazio Matematiko irakasgaietan erabiltzen dira.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK****GAITASUNAK**

Funtsezko frogapen matematikoen motak eta problemen ebazpen teknikak (behaketa-aierua-frogapena) ezagutzea. Multzo-teoriaren oinarrizko osagaiak ezagutzea eta erabiltzea. Problema konbinatorioak ebazten jakitea, oinarrizko teknikak, funtzio sortaileak eta errepikapenak erabiliz. Identitate konbinatorioak eta esanahi konbinatorioa duten zenbaki-familia garrantzitsuenak ezagutzea. Grafo teoriaren oinarrizko kontzeptuak, teknikak eta emaitzak ezagutzea eta bere aplikazio anitzetatik batzuetaz jabetzea.

**IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Zerrendatze-konbinatoriaren teknika nagusiak, esanahi konbinatorioa duten zenbaki-familia garrantzitsuenak eta grafoak eta haien aplikazioak ezagutzea.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

1. OINARRIZKO KONBINATORIA: Oinarrizko baliabideak konbinazio-arrazoibidean. Partekotasun-baztertze printzipioa. Usategiaren printzipioa.
2. KONBINAZIO-IDENTITATEAK: Koefiziente binomialak eta multinomialak. Binomioaren eta multinomioaren formulak. Erlazionatutako identitateak.
3. FUNTZIO SORTZAILEAK ETA ERREPIKAPENAK: Zenbakizko segida baten funtzio sortailea. Konbinazio-problemen erabilerak. Errepikapenak eta konbinazio-problema. Errepikapenak eta funtzio sortaileak. Osagai orokorraren lortzea.
4. ZENBAKI-FAMILIA GARRANTZITSU BATZUK: Fibonacciren zenbakiak. Catalanen zenbakiak. Bellen zenbakiak. Stirlingen zenbakiak.
5. GRAFOAK: Oinarrizko kontzeptuak. Bideak. Zuhaitzak. Planotasuna. Koloratzea.

**METODOLOGIA**

Klase magistraletan teoria garatuko da.  
Mintegietan ikasleriak lanak edo problemak landuko edo aurkeztuko ditu.  
Gelako praktikan ariketak ebaztuko dira.

**IRAKASKUNTZA MOTAK**

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	36	6	18						
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	54	9	27						

**Legenda:**

M: Magistrala  
GCL: P. klinikoak

S: Mintegia  
TA: Tailerra

GA: Gelako p.  
TI: Tailer Ind.

GL: Laborategiko p.  
GO: Ordenagailuko p.  
GCA: Landa p.

**EBALUAZIO-SISTEMAK**

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

**KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK**

- Garatu beharreko proba idatzia % 70
- Praktikak (ariketak, kasuak edo buruketak) % 10
- Talde lanak (arazo ebazpenak, proiektuen diseinuak) % 15
- Lanen, irakurketen... aurkezpena % 5

**OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA****ORIENTAZIOAK**

Amaierako azterketa (%70), ariketen ebazpena (%10) eta lanak egitea eta aurkeztea (%20). Irakasgaia gainditzeko nota

minimoa 5 (10etik) izan behar da, amaierako azterketaren nota (derrigorrezkoa) gutxienez 4 (10etik) delarik.

#### ETENGABEKO EBALUAZIOARI UKO EGITEA

Ikasleak etengabe ebaluazioari uko egiten diola jasotzen duen idatzi bat aurkeztu behar dio irakasgaiaren ardura duen irakasleari eta, horretarako, bederatzi asteko epea izango du.

#### DEIALDIARI UKO EGITEA

Azterketa egun ofizialean egin beharreko probara ez aurkezte hutsak ekarriko du automatikoki kasuan kasuko deialdiari uko egitea.

### EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

#### ORIENTAZIOAK

Ikaslearen onurako bada, ariketak eta lanen puntuazioa deialdi ezohikorako gorde ahal izango da, baina ez da gordeko ikasturte batetik beste batera.

#### DEIALDIARI UKO EGITEA

Azterketa egun ofizialean egin beharreko probara ez aurkezte hutsak ekarriko du automatikoki kasuan kasuko deialdiari uko egitea.

### NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

Gomendatutako materiala plataforma birtualean eskuragarri egongo da.

### BIBLIOGRAFIA

#### Oinarrizko bibliografia

- D.I.A. COHEN, Basic Techniques of Combinatorial Theory, Wiley, New York, 1978.
- J.M. HARRIS, J.L. HIRST, M.J. MOSSINGHOFF, Combinatorics and Graph Theory, Springer, New York, 2008.
- N. HARTSFIELD, G. RINGEL, Pearls in Graph Theory, Dover, New York, 1994.
- R.L. GRAHAM, D.E. KNUTH, O. PATASHNIK, Concrete Mathematics, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1994.

#### Gehiago sakontzeko bibliografia

- V.K. BALAKRISHNAN, Combinatorics, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill, 1995.
- R.C. BOSE, B. MANVEL. Introduction to Combinatorial Theory, Wiley, New York, 1984.
- F. GARCIA MERAYO, Matemática Discreta, Paraninfo, Madrid, 2001.
- J. HEBER NIETO SAID, Teoría Combinatoria. La Universidad del Zulia, 1996. <http://www.jhnieto.org/tc.pdf>
- D.A. MARCUS, Combinatorics: A Problem Oriented Approach, The Mathematical Association of America, 1998.
- R. J. TRUDEAU, Introduction to Graph Theory, Dover Publications, Inc, Nueva York, 1993.
- N. Ya. VILENKIN, Combinatorics, Academic Press, New York, 1971.
- H.S. WILF, Generatingfunctionology, Academic Press, Boston, 1990. <http://www.math.upenn.edu/~wilf/gfology2.pdf>

#### Aldizkariak

- The Electronic Journal of Combinatorics <http://www.combinatorics.org/>
- The Fibonacci Quarterly <http://www.fq.math.ca/>

#### Interneteko helbide interesgarriak

- Kombinatoria <http://mathworld.wolfram.com/topics/Combinatorics.html>
- Pascal-en triangelua [http://en.wikipedia.org/wiki/Pascal%27s\\_triangle](http://en.wikipedia.org/wiki/Pascal%27s_triangle)
- Usategiaren printzipioa [http://www.cut-the-knot.org/do\\_you\\_know/pigeon.shtml](http://www.cut-the-knot.org/do_you_know/pigeon.shtml)
- Fibonacci-ren zenbakiak <http://www.maths.surrey.ac.uk/hosted-sites/R.Knott/Fibonacci/>
- Catalanen zenbakiak <http://mathforum.org/advanced/robertd/catalan.html>
- Lehen motako Stirlingen zenbakiak <http://mathworld.wolfram.com/StirlingNumberoftheFirstKind.html>
- Bigarren motako Stirlingen zenbakiak <http://mathworld.wolfram.com/StirlingNumberoftheSecondKind.html>
- Zenbaki arrunten entziklopedia <http://oeis.org/>
- Grafoak [http://en.wikipedia.org/wiki/Graph\\_theory](http://en.wikipedia.org/wiki/Graph_theory)

### OHARRAK

**TEACHING GUIDE**

2018/19

**Centre** 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** Indiferente**Plan** GMATEM31 - Bachelor's Degree in Mathematics**Year** Second year**SUBJECT**

26667 - Numerical Methods I

**ECTS Credits:** 6**DESCRIPTION & CONTEXTUALISATION OF THE SUBJECT**

This course, together with the third year course Numerical Methods II, aims to offer a systematic presentation of some of the most important and elementary numerical analysis techniques. In both courses, it is compulsory to do computer assignments using a programming language. Both courses are intended to equip the students with a basic and transversal formation in the field, that will enable them to understand and apply the acquired knowledge and abilities in multiple interrelated directions.

Since this course is offered in English, at least a B2 level is strongly recommended.

**COMPETENCIES/LEARNING RESULTS FOR THE SUBJECT****SPECIFIC COMPETENCES**

Implementing algorithms in a structured programming language.

Using numerical resolution algorithms: programming in a computer numerical methods and applying them in an effective way.

Analyzing the convenience of one or more numerical methods for a specific problem.

Evaluating the obtained results and drawing conclusions after the computations.

**LEARNING RESULTS**

Knowing the basic techniques of numerical analysis and their translation into algorithms or constructive methods to solve problems.

Programming the studied numerical methods in a computer using a structured language and applying them effectively.

Using packages in which some of the studied methods are applied, and which can serve as a auxiliary tool to one's own codes.

Analyzing the convenience of one or more numerical methods for a given problem, based on the error analysis, the computational cost and other characteristics.

Evaluating the obtained results and drawing conclusions after each computation.

Communicating ideas and results related to the specific contents of this course, both orally and in writing.

**THEORETICAL/PRACTICAL CONTENT****THEORETICAL CONTENTS**

1. INTRODUCTION TO NUMERICAL CALCULUS: Computer arithmetic and error propagation.

2. BASIC MATLAB NOTIONS

3. RESOLUTION OF LINEAR SYSTEMS OF EQUATIONS: Direct methods. Minimum square methods and overdetermined systems.

4. RESOLUTION OF NONLINEAR EQUATIONS AND SYSTEMS. Roots searching methods for nonlinear equations. Fix point methods and Newton's method.

**PRACTICAL CONTENTS**

The computer assignments are associated to the theoretical contents, reinforcing their learning by implementing the studied algorithms in an adequate way.

**METHODS**

The theoretical contents will be taught during the master (M) classes, following the lecture notes uploaded in the virtual class at platform eGela. These master lectures will be supplemented with problem sessions (classroom sessions, GA), where the students will solve questions where they will have to apply the acquired theoretical knowledge. In the seminar sessions (S), questions and examples relative to the contents of the course will be developed; these will be usually provided to the students so they can work previously on them, with the aim of facilitating the discussion in the seminar sessions.

In addition, the students will have to do computer assignments oriented to the goals of this course, using a programming language. In this course, we will use MATLAB.

## TYPES OF TEACHING

Type of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Classroom hours	30	6	9		15				
Hours of study outside the classroom	45	9	13,5		22,5				

**Legend:** M: Lecture S: Seminario GA: Pract.Class.Work GL: Pract.Lab work GO: Pract.computer wo  
GCL: Clinical Practice TA: Workshop TI: Ind. workshop GCA: Field workshop

## ASSESSMENT SYSTEMS

- Continuous assessment system
- Final assessment system

## TOOLS USED & GRADING PERCENTAGES

- See GUIDELINES (ORIENTACIONES) below 100%

## ORDINARY EXAM CALL: GUIDELINES & DECLINING TO SIT

In the ordinary exam call, the continuous assessment system will have the following percentages:

Final exam: 50%  
Computer assignments: 20%  
Seminars: 10%  
Partial exams: 20%

In order to apply this method of evaluation, a minimum grade of 4 out of 10 is required in the final written exam; otherwise, the final grade will be the one obtained in that exam.

### FINAL EXAM CRITERIA

The student that does not want to be assessed through the continuous assessment system has the right to do a final assessment exam; however, he or she must give written notice of withdrawal from the continuous assessment system during the first 15 weeks of the autumn term. In that case, the evaluation for that student will be a final assessment exam, plus a complimentary test to be done together with the final exam, that can be an oral exposition, an activity in front of a computer or doing some written assignment; it will measure the acquisition of the course competences will be assessed.

### NOT TAKING THE FINAL EXAM

In spite of assessing the activities done during the course, a student who does not take the final exam will obtain the grade "No presentado".

## EXTRAORDINARY EXAM CALL: GUIDELINES & DECLINING TO SIT

In the extraordinary exam call, the same criterion applies as in the ordinary call.

All the activities done during the course (computer assignments, exercises, seminars) will be evaluated in both calls). Therefore, the student that has passed those activities during the course will have to do only the written exam.

The student who has not passed the assessable activities, or who has chosen the final exam assessment system, will have to pass a complimentary test, in order to assess those activities. That test can be an oral exposition, an activity in front of a computer or doing some written assignment. The value of the test in the final grade will be the same as in the ordinary exam call.

## COMPULSORY MATERIALS

Notes and other teaching materials made available by the instructor in platform eGela.

## BIBLIOGRAPHY

### Basic bibliography

C.B. Moler: Numerical Computing with MATLAB, SIAM, 2004.  
J.M. Sanz-Serna: Diez lecciones de Cálculo Numérico, Universidad de Valladolid, 2010.  
J. Stoer and R. Bulirsch: Introduction to Numerical Analysis. Springer-Verlag, Inc., 1993.  
K.E. Atkinson: An Introduction to Numerical Analysis, John Wiley & Sons, 1989.  
U.M. Ascher and C. Greif: A First Course in Numerical Analysis, SIAM, 2011.

### In-depth bibliography

L.N. Trefethen, D. Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997.  
N.J. Higham: Accuracy and Stability of Numerical Algorithms, SIAM, 1996.

A. Quarteroni, R.Sacco, F.Saleri: Numerical Mathematics, Springer, 2000.

**Journals**

**Useful websites**

**REMARKS**



Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztugabea

Plana GMATEM31 - Matematikako Gradua

Ikastaroa 2. maila

**IRAKASGAIA**

26689 - Probabilitateen Kalkulua

ECTS kredituak: 6

**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Irakasgai honetan Probabilitate-kalkuluko oinarrizko kontzeptuak, teknikak eta emaitzak aurkezten dira.

Irakasgai hau ikasteko komenigarria da Kalkulu Diferentziala eta Integrala II irakasgaia ikasita izatea edo probetxu nahikoarekin ikasten egotea.

Hirugarren mailan ikasten den Inferentzia Estatistikoa irakasgaiarentzako oinarrizko kontzeptuak eta teknikak eskaintzen ditu irakasgai honek. Gainera, ikasleak probabilitate teoriaren oinarri intuikorra lortzen du, zeinak laugarren mailako hautazko Probabilitatea eta Prozesu Estokastikoak irakasgaiaren probabilitate teoriaren formalizazio zorrotza egitea baimentzen duen.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK****GAITASUN ESPEZIFIKOAK**

Probabilitate-kalkuluko oinarrizko kontzeptu eta emaitzak ezagutzea.

Probabilitate-banaketa nagusietan trebatua egotea.

Zorizko fenomenoari lotutako terminologia zuzentasunez erabiltzea.

Zorizko fenomenoari buruzko egoera arruntak zuzentasunez modelatzea.

Zorizko fenomenoak aztertzekeo beharrezkoak diren kalkulu edo/eta adierazpide grafikoak zuzentasunez egitea, baliabide teoriko edo/eta konputazionalak erabiliz.

Egindako analisisen emaitzak sentzu kritikoarekin interpretatzea.

**IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Probabilitate kalkuluko konplexuak izan daitezkeen problemak ebazten jakitea, arlo diskretuan zein jarraituan.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

1. PROBABILITATEA: Zorizko fenomenoak. Gertaerak. Probabilitate-espazioak. Adibideak. Probabilitate- kalkuluko oinarrizko erregelak. Probabilitate baldintzatua. Gertaera askeak.

2. ZORIZKO ALDAGAIK: Kontzeptua. Probabilitate-banaketa. Banaketa-funtzioa. Aldagai diskretu eta jarraituak. Banaketen adibide nagusiak.

3. ZORIZKO BEKTOREAK: Kontzeptua. Probabilitate-banaketa. Adibide nagusiak. Bazter-banaketak. Zorizko aldagaien arteko independentzia. Banaketa baldintzatuak.

4. ITXAROPEN MATEMATIKOA: Kontzeptua eta propietate nagusiak. Aldagai diskretu eta jarraituen itxaropenaren kalkula.

5. MOMENTUAK: Kontzeptua. Probabilitatearen funtzio sortzailea. Momentuen funtzio sortzailea. Bariantza. Kobariantza. Korrelazioa.

6. ZENBAKI HANDIEN LEGEAK: Zorizko aldagaien konbergentzia-moduak. Zenbaki handien lege sendoak eta ahulak. Limitearen teorema zentrala.

**METODOLOGIA**

Eduki teorikoa klase majistraletan azalduko da, Bibliografian eta erabili beharreko materialen agertzen diren oinarrizko erreferentziei jarraituz. Klase majistral horiek osatzeko, ikasgelako praktikak daude, non klase teorikoetan lortutako ezagutza erabiliz, ikasleek problemak ebazteko beharrezkoak dituzten. Mintegietan irakasgaiaren adierazgarri diren ariketak eta adibideak garatuko dira. Orokorrean, ariketa eta adibide hauek ikasleei aurretiaz entregatuko zaizkie, beraiek lantzeko eta dagokion saioan gogoeta eta eztabaida motibatzeko. Bestalde, ordenagailu praktikak landuko dira irakasgaiko gaitasunak lortzera bideratuta.

**IRAKASKUNTZA MOTAK**

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	30	6	21		3				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	45	9	31,5		4,5				

**Legenda:**

M: Maistrala  
GCL: P. klinikoak

S: Mintegia  
TA: Tailerra

GA: Gelako p.  
TI: Tailer Ind.

GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCA: Landa p.

**EBALUAZIO-SISTEMAK**

- Ebaluazio jarraituaren sistema

- Azken ebaluazioaren sistema

#### **KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK**

- Ikusi orientazioak % 100

#### **OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

##### **EBALUAZIO JARRAITURAKO ORIENTAZIOAK:**

Irakasgai honetan, aurkezpenak, lan teoriko zein ariketa praktikoek ebazpena, praktikak eta proba idatziak ebaluatuko dira.

Zehazki:

Azken azterketa idatzia (%75)

Praktikak, ariketak, azterketa partzialak, lanen aurkezpenak gauzatzea (%25)

Irakasgaia gainditzeko beharrezkoa izango da gutxienez 10etik 4 bat ateratzea azken azterketa idatzian.

Ohiko deialdiko egunean egingo den azken proba idatzira aurkezten ez den ikaslea, Ez aurkeztua bezala ebaluatuko da.

Ebaluazio jarraituan parte hartu nahi ez duen ikasleak, ebaluazio jarraituari ofizialki uko egin diezaioteko. Horretarako ebaluazio jarraituari uko egiten diola jasotzen duen idatzi bat aurkeztu beharko dio irakasgaiaren ardura duen irakasleari eta, horretarako, lauhilabetekoa hasten denetik bederatzi asteko epea izango du

##### **AZKEN EBALUAZIORAKO ORIENTAZIOAK:**

Ohiko deialdiko egunean, irakasgaiaren landutako konpetentzia guztiak ebaluatzen dituen proba bat egingo da eta proba honek notaren %100 balioko du.

#### **EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Ez-ohiko deialdiko egunean, irakasgaiaren landutako konpetentzia guztiak ebaluatzen dituen proba bat egingo da. Proba hau ondoko erara ebaluatuko da:

%97: Ondoko bi emaitzetatik maximoa kalkulatu da: 1) Azterketa idatzia (%97) eta 2) azterketa idatzia (75%, irakasgaia gainditzeko beharrezkoa izango da gutxienez 10etik 4 bat ateratzea) gehi lauhilabetekoan zehar egindako lanak, aurkezpenak eta azterketa partzialak (%22)

%3: Ordenagailu praktiken azterketa

Ohiko deialdian ordenagailuko praktiken nota 10etik 4koa edo gehiago bada, ez da beharrezkoa ordenagailuko praktiketako azterketa ez-ohiko deialdian egitea.

#### **NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

#### **BIBLIOGRAFIA**

##### **Oinarrizko bibliografia**

G. GRIMMETT y D. WELSH, Probability: an introduction, Oxford Science Publications.

J. PITMAN, Probability, Springer-Verlag.

S.M. ROSS, A First Course in Probability, Prentice Hall.

##### **Gehiago sakontzeko bibliografia**

##### **Aldizkariak**

##### **Interneteko helbide interesgarriak**

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

URL <http://www.R-project.org/>

#### **OHARRAK**



**Ikastegia** 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea**Zikl.** Zehaztugabea**Plana** GMATEM31 - Matematikako Gradua**Ikastaroa** 2. maila**IRAKASGAIA**

26687 - Topologia

**ECTS kredituak:** 6**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Irakasgaiaren helburua ikaslea Topologia Orokorreko oinarrizko teknika eta nozioekin ohitzea da.

Lehendabizi ikasleak espazio topologikoak definitzeko modu ezberdinak ezagutzea da gure xedea, ireki oinarri eta azpionarria, inurune-sistemak eta ingurune-oinarriak erabiliz. Lehenengo gai honetan espazio metrikoen azterketak arreta berezia merezi du.

Jarraian Topologia Orokorreko oinarrizko gai batzuk aztertzen dira: funtzioen jarraitutasuna, espazio topologiko eratorriak eraikitzea (biderkadura eta zatidura espazioak), trinkotasuna eta konexutasuna.

Irakasgaiaren helburua zera da, ikaslea topologiaren ezagutzarekin hastea, Geometria eta Topologia eta Analisi Matematiko arloetako beste hainbat irakasgaitan beharrezkoak diren oinarrizko egiturak aztertuz.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK****GAITASUN ESPEZIFIKOAK**

Espazio topologiko eta metrikoen oinarrizko kontzeptu, metodo eta emaitzak (eta frogapenak) ezagutzea eta bereganatzea.

Jarraitutasuna, trinkotasuna eta konexutasunaren kontzeptuen ezagutzea.

Espazio topologikoaren adibideak eraikitzea azpiespazio topologiko, biderkadura espazio eta zatidura espazioaren nozioak erabiliz.

Segiden konbergentzia erabiltzea jarraitutasuna eta trinkotasuna aztertzeko.

**IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Egitura topologikoak adibide konkretuetan ezagutzea.

Jarraitutasuna, trinkotasuna eta konexutasunaren kontzeptuen erabiltzen jakitea.

Espazio topologikoaren adibideak eraikitzen jakitea azpiespazio topologiko, biderkadura espazio eta zatidura espazioaren nozioak erabiliz.

Segiden konbergentzia erabiltzen jakitea jarraitutasuna eta trinkotasuna aztertzeko.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

1. ESPAZIO TOPOLOGIKOAK: Topologia. Azpimultzo irekiak eta itxiak. Topologia baten oinarria eta azpionarria. Inguruneak. Ingurune-oinarriak. Distantzia. Espazio metrikoa. Bola irekiak eta itxiak.

2. AZPIMULTZOAK ESPAZIO TOPOLOGIKOETAN: Multzo baten barrualdea. Multzo baten itxitura. Metatze-puntuak eta puntu isolatuak. Multzo deribatua. Multzo baten muga.

3. JARRAIKITASUNA: Aplikazio jarraituak. Homeomorfismoak. Propietate topologikoak. Segidak espazio metrikoetan: konbergentzia eta segidazko jarraitutasuna.

4. ESPAZIO TOPOLOGIKOEN ERAIKUNTZA: Azpiespazioak. Aplikazio konbinatuak. Murgilketak. Biderkadura topologia. Proiekzioak. Zatidura topologia. Identifikazioak.

5. TRINKOTASUNA: Espazio eta azpimultzo trinkoak. Espazio trinkoen biderkadura. Segidazko trinkotasuna. Trinkotasuna Hausdorff espazioetan.

6. KONEXUTASUNA ETA BIDEZKO KONEXUTASUNA: Espazio eta azpimultzo konexuak. Osagai konexuak. Bideak espazio topologikoetan. Bidezko konexutasuna. Osagai bidez konexuak.

**METODOLOGIA**

Eduki teorikoa eskola magistralen bidez azalduko da, horretarako bibliografian eta nahitaezko materialean ageri diren oinarrizko erreferentziak erabiliko direlarik.

Eskola magistral hauen osagarri gisa ariketa-eskolak erabiliko dira. Horietan, eskola teorikoetan landutako edukien alde praktikoa jorratuko da.

Azkenik, mintegietan irakasgai honetako zenbait adibide edota ariketa adierazgarri izango dira eztabaidagai.

Mintegian zehar izango den hausnarketa eta eztabaida aberatsagoa izan dadin, ariketa horiek ikasleei alde aurretik proposatuko zaizkie mintegiaren egunerako landuta ekartzeko.

## IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	36	6	18						
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	54	9	27						

**Legenda:** M: Maistrala S: Mintecia GA: Gelako d. GL: Laborategiko d. GO: Ordenagailuko d.  
GCL: P. klinikoak TA: Tailerra TI: Tailer Ind. GCA: Landa d.

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Ikus ORIENTAZIOAK % 100

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Azterketa idatzia. (Pisua: %70-%85)

Irizpideak:

- Arrarazoibide eta definizioen doitasuna.
- Hizkuntza matematikoaren erabilera zuzena.
- Arrazoibide prozedura zuzena, erabilitako argudioen eta bitarteko pausuen azalpen argia eta ordenatuarekin.

Mintegiak (Pisua: %5-%10)

Irizpideak:

- Erantzun zuzenak eta hizkuntza matematikoaren erabilera zuzena.
- Arrarazoibideen argitasuna.
- Ahozko aurkezpenetan, ordena eta doitasuna.

Idatzitako ariketen ebazpena (Pisua: %10-%20)

Irizpideak:

- Erantzun zuzenak eta hizkuntza matematikoaren erabilera zuzena.
- Arrarazoibideen argitasuna.
- Entregatutako ariketetan, ordena eta doitasuna.

## EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Azterketa idatzia: 100%

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

Gelako apunteak. Proposatutako ariketen zerrendak.

## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

Teoria

- R. AYALA, E. DOMINGUEZ y A. QUINTERO; Elementos de Topología General, Addison-Wesley Iberoamericana, 1997.  
J. R. MUNKRES, Topología, Prentice Hall, 2002.  
S. WILLARD, General Topology, Dover Publications Inc, 2004.

Ariketak

- G. FLEITAS MORALES Y MARGALEF ROIG, Problemas de Topología General, Alhambra, 1980.  
G. FLORY; Ejercicios de Topología y Análisis, Reverté, 1978.  
E.G. MILEWSKI, Problem solvers. Topology, Research & Education Association, 1994.

### Gehiago sakontzeko bibliografia

- I. ADAMSON; A General Topology Workbook, Birkhäuser, 1995.  
E. BURRONI, J. PENON, La géométrie du caoutchouc. Topologie, Ellipses, 2000.  
L. A. STEEN y J. A. SEEBACH, Counterexamples in Topology, Dover, 1995.  
O. YA. VIRO, O. A. IVANOV, N. YU. NETSVETAEV y V. M. KHARLAMOV, Elementary Topology. Problem Textbook, AMS, 2008.

### Aldizkariak

Americal Mathematical Monthly

### Interneteko helbide interesgarriak

Topology without tears  
<http://uob-community.ballarat.edu.au/~smorris/topology.htm>

Topology Atlas  
<http://at.yorku.ca/topology/>

**OHARRAK**

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztugabea

Plana GMATEM31 - Matematikako Gradua

Ikastaroa 2. maila

**IRAKASGAIA**

26667 - Zenbakizko Metodoak I

ECTS kredituak: 6

**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Irakasgai honek eta hirugarren mailako Zenbakizko Metodoak II irakasgaiak duten helburu komuna da Zenbakizko Analisiaren oinarriko metodo eta teknika garrantzitsuenetariko batzuen aurkezpen sistematikoa eskaini ahal izatea. Bietarako ordenagailu praktikak burutzea derrigorrezko betekizuna izango da programazio hizkuntza bat erabiliz. Irakasgai hauekin nahi da ikasleak materia hauen oinarriko prestakuntza horizontala lor dezala horrelako ezagupenak eta trebetasunak ulertzeko eta aplikatzeko elkarrekin erlazionatutako norabide anitzetan.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK****GAITASUN ESPEZIFIKOAK**

Algoritmoak inplementatzea programazio egituratuaren hizkuntza batean.

Zenbakizko ebazpenaren algoritmoak erabiltzea, zenbakizko metodoak ordenagailuaren bidez programatzea eta aplikatzea modu eraginkor batean.

Problema zehatz baterako zenbakizko metodo baten edo beste baten egokitasuna aztertzea.

Konputazio prozesu baten ondoren lortutako emaitzak ebaluatzea eta ondorioak ateratzea.

**IRAKASGAIAREN IKASTEAREN EMAITZAK**

Zenbakizko kalkuluaren oinarriko teknikak eta haien itzulpena algoritmoetara edo problema-soluzioen metodo eraikitzailetara ezagutzea.

Ikasitako zenbakizko metodoak hizkuntza egitaratuaz programatzea eta era eraginkorrean aplikatzea.

Ikasitako metodo batzuk maneiatzen eta aplikatzen dituzten pakete informatikoak erabiltzea, eta horiek tresna moduan erabiltzea ikasle berak egindako programetan.

Problema zehatz baterako zenbakizko metodo baten edo beste baten egokitasuna analizatzea errore analisisan, kostu konputazionalean eta beste ezaugarri batzuetan oinarrituta.

Kalkulu prozesu baten ondoren lortutako emaitzak ebaluatzea eta ondorioak ateratzea.

Irakasgai honen gaiei dagozkien ideiak eta emaitzak ahoz eta idatziz azaltzea.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK****EDUKI TEORIKOAK**

1. ZENBAKIZKO METODOEN SARRERA: Ordenagailuaren eta errore hedakuntzaren aritmetika.

2. MATLAB-I BURUZKO OINARRIZKO NOZIOAK.

3. EKUAZIO LINEALEN SISTEMEN EBAZPENA: Metodo zuzenak. Minimo karratuen metodoak eta sistema gaindeterminatuak.

4. EKUAZIOEN ETA SISTEMA EZ-LINEALEN EBAZPENA: Ekuazio ez-linealen erro-bilaketa metodoak. Puntu finkoaren metodoak eta Newton-en metodoa.

**EDUKI PRAKTIKOAK**

Ordenagailuko praktikak eduki teorikoen gaiekin elkartuta daude. Eduki horiek sendotuko dira eta ikasitako algoritmoak egokiro inplementatuko dira.

**METODOLOGIA**

Eduki teorikoa eskola magistraletan azalduko da eGELA plataformako ikasgela birtualean gordetako apunteei jarraituz. Eskola magistral horiek problema eskolekin (ikasgelako praktikekin) osatuko dira eta haietan ikasleei ariketak proposatuko zaizkie eskola teorikoetan lortutako ezagupenak aplikatzeko. Mintegietan irakasgaiaren edukiko ariketa eta adibide adierazgarriak garatuko dira; orokorrean, horiek ikasleei lehenago emanda izango dira, hauek bere kabuz lantzeko, gero gai horri esleitutako saio batean hausnartzeko eta eztabaidatzeko. Gainera, irakasgaiaren gaitasunak lortzera zuzendutako ordenagailu praktikak egingo dira. Praktika hauek programazio hizkuntza batean burutuko dira, irakasgai honetan MATLAB erabiliko dugu.

**IRAKASKUNTZA MOTAK**

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	30	6	9		15				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	45	9	13,5		22,5				

**Legenda:**

M: Magistrala

S: Mintegia

GA: Gelako p.

GL: Laborategiko p.

GO: Ordenagailuko p.

GCL: P. klinikokoak

TA: Tailerra

TI: Tailer Ind.

GCA: Landa p.

## **EBALUAZIO-SISTEMAK**

- Ebaluazio jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## **KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK**

- Ikusi ORIENTAZIOAK % 100

## **OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

- Azkeneko azterketa: %50
- Ordenagailu praktikak: %20
- Mintegiak: %10
- Proba partzialak: %20

Aurretik zehaztutako porzentaiak eta irizpideak aplikatzeko, azkeneko azterketan 10 gainean 4ko nota gutxienez ateratzea ezinbestekoa da; bestela, azken nota azterketa horrena izango da.

### **AZKEN EBALUAZIOAREN IRIZPIDEAK:**

Ebaluazio jarraitua egin nahi ez duten ikasleek aukera izango dute azken ebaluazioa aukeratzeko. Hala ere, aukera hau egiten duten ikasleek irakasleari idatziz adierazi beharko diote lauhilabetekoa hasi eta gehienez 15 asteko epean. Ebaluazio mota hau aukeratzeko duten ikasleek azterketa egiteaz gain, ebaluazio globaleko proba gehigarri bat burutu beharko dute azterketa aldi ofizialean. Jarduera hau ahozko azalpena, ordenagailu aurrean egin beharreko proba edo lan idatzia izan daitezke, eta kurtsoan zehar burututako ekintzetan lortu beharreko konpententziak ebaluatzeko balio du.

-

## **EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Ebaluazio-irizpideak ohiko deialdiaren berdina izango dira.

Ikasturtean zehar egindako jarduerak (ordenagailuko praktikak, ariketak, mintegiak) ebaluatuak izango dira ikasturteko bi deialdietarako. Ondorioz, ikasturtean zehar jarduera horiek gainditu duen ikasleak azterketa idatzira bakarrik aurkeztu beharko da ez-ohiko deialdian.

Ikasturtean zehar ebaluatoriko jarduerak gainditu ez dituen ikasleak edo azken ebaluazioaren modalitatea aukeratu dutenak, ez-ohiko deialdian, jarduera horiek ebaluatzeko, diseinaturiko proba osagarri bat egin beharko du. Proba hori ikasturtean zehar egindako jardueraz ahozko azalpena, ordenagailu aurrean erakustaldi bat edo lan idatzi bat izan daiteke. Proba horren balioa ohiko deialdian bezainbeste proportzioan kontuan hartuko da behin betiko notan.

## **NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

EGELA plataforman irakasleak jarritako apunteak eta beste ikasmaterial batzuk.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Oinarrizko bibliografia**

- C.B. Moler: Numerical Computing with MATLAB, SIAM, 2004.
- J.M. Sanz-Serna: Diez lecciones de Cálculo Numérico, Universidad de Valladolid, 2010.
- J. Stoer and R. Bulirsch: Introduction to Numerical Analysis. Springer-Verlag, Inc., 1993.
- K.E. Atkinson: An Introduction to Numerical Analysis, John Wiley & Sons, 1989.
- U.M. Ascher and C. Greif: A First Course in Numerical Analysis, SIAM, 2011.

### **Gehiago sakontzeko bibliografia**

- L.N. Trefethen, D. Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997.
- N.J. Higham: Accuracy and Stability of Numerical Algorithms, SIAM, 1996.
- A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerical Mathematics, Springer, 2000.

### **Aldizkariak**

&#8230;&#8230;&#8230;..

### **Interneteko helbide interesgarriak**

&#8230;&#8230;&#8230;&#8230;&#8230;..

## **OHARRAK**

&#8230;&#8230;&#8230;..