



**ZTF-FCT**

Zientzia eta Teknologia Fakultatea  
Facultad de Ciencia y Tecnología

## **2015-2016 ikasturteko gida**

# **MATEMATIKAKO GRADUA** **Hirugarren maila, 31 taldea**

### **Edukien taula**

<b>1.- MATEMATIKAKO GRADUARI BURUZKO INFORMAZIOA .....</b>	<b>2</b>
AURKEZPENA .....	2
TITULAZIOAREN GAITASUNAK.....	2
GRADUKO IKASKETEN EGITURA.....	2
HIRUGARREN MAILAKO IRAKASGAIK GRADUAREN TESTUINGURUAN .....	3
EGIN BEHARREKO JARDUERA MOTAK .....	3
TUTORETZA PLANA .....	3
MATEMATIKAKO LIBURUTEGIA.....	4
<b>2.- MAILARI BURUZKO INFORMAZIO ESPEZIFIKOA.....</b>	<b>4</b>
TALDEAREN IRAKASLEAK .....	4
ESKOLA EGUTEGIA .....	5
ORDUTEGIAK .....	6
IKASTURTEKO IRAKASGAIEK IRAKASKUNTZA GIDAK.....	10

---

## 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 (beren bi alderdiekin: irakaskuntza eta ikerketa), edo industria, enpresa eta administrazioa 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: oinarritzko zientziak, gizarte eta bizitzako zientziak, ingeniariak, 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 aitortzeko.
- Matematika ikastearen bidez gaitasun analitikoak, abstrakzio gaitasunak, intuizioa eta pentsamendu logikoa eta zehatza garatzeko.
- Hartutako ezagutza teoriko eta praktikoa problemak definitu eta planteatzeko, eta horien konponbideak aurkitzeko (testuinguru akademiko eta profesionalean) erabiltzeko.
- Ondorengoko ikasketa espezializatuak egiteko, diziplina matematikoa edo matematika oinarri sendoak izatea eskatzen duten bestelako zientzietan.

### ***Graduko ikasketen egitura***

Matematikako Gradua urte osoko edo sei hileko irakasgaietan oinarrituta antolatzen dira. Ikasleek gehienez 30 ECTS egin behar dituzte sei hileko bakoitzean. Beraz, gradu osoak 30 kredituko 8 sei hileko izango ditu. Horrela, lau urtean 240 ECTSak egingo dituzte.

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 eta 30 ordu arteko lan zamari dagokio eta horietatik 10 bertaratuta egin beharrekoak dira (eskola magistralen, ikasgelako praktiken, laborategiko praktiken edo mintegien bidez).

Denboraren banaketa ondorengo taulan laburbilduta dago.

	Lehenengo lauhilekoa	Bigarren lauhilekoa
1.a (60ECTS oinarrizko irakasgaietan)	Algebra Lineala eta Geometria I (12ECTS)	
	Kalkulu Diferentziala eta Integrala I (12ECTS)	
	Fisika Orokorra (12ECTS)	
	Oinarrizko Matematika (6ECTS)	Estatistika Deskribatzailea (6ECTS)
	Konputaziorako Sarrera (6ECTS)	Programazioaren Oinarriak (6ECTS)
2.a (60ECTS nahitaezko irakasgaietan)	Kalkulu Diferentziala eta Integrala II (15ECTS)	
	Algebra Lineala eta Geometria II (6ECTS)	Analisi Konplexua (6ECTS)
	Egitura Aljebraikoak (6ECTS)	Kurbak eta Gainazalak (9ECTS)
	Matematika Diskretua (6ECTS)	Probabilitateen Kalkulua (6ECTS)
	Zenbakizko Metodoak I (6ECTS)	
3.a (60 ECTS nahitaezko irakasgaietan)	Ekuazio Diferentzialak (12 ECTS)	
	Algebra Trukakorra (6 ECTS)	Ekuazio Aljebraikoak (6 ECTS)
	Inferentzia Estatistikoa (6 ECTS)	Eredu Matematikoa (6 ECTS)
	Neurria eta Integrazioa (6 ECTS)	Kurben eta Gainazalen Geometria Globala (6 ECTS)
	Topologia (6 ECTS)	Zenbakizko Metodoak II (6 ECTS)
4.a	Hautazko 8 irakasgai eta Gradu Amaierako Lana. Bi espezialitate jasotzen dira: “Matematika Hutsa” eta “Matematika Aplikatua, Estatistika eta Konputazioa”.	

Informazio gehiago:

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

### ***Hirugarren mailako irakasgaiak Graduaren testuinguruan***

Bigarren mailan bezala, hirugarren mailako irakasgaiak Matematikako Gradurako espezifikoa dira. Horietako batzuek bigarren mailako irakasgai jarraipen naturala ematen diete eta gainerakoak Matematikako adarren ikasketan sakontzen dira.

### ***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 irakasgaia garatzeko orduan.

### ***Tutoretza Plana***

Zientzia eta Teknologia Fakultateak ikasleentzako Tutoretza Plana (ITP) du 2001az geroztik, orduan sortu zelarik irakasle tutorearen postua. Tutorearen lana ikaslea gidatzea izango da unibertsitatean eman behar duen denboraldian. Graduako lehenengo mailako ikasle guztiei irakasle tutorea egokituko zaie ikasturtearen hasieran eta, dituzten 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.

<http://moodletic.ehu.es/moodle/course/view.php?id=2066>

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

## 2.- Mailari buruzko informazio espezifikoak

Hirugarren mailan, ikasleek “Kurben eta Gainazalen Geometria Globala” eta “Ekuazio Aljebraikoak” ingelesez edo euskaraz ikasi ahal dituzte. Irakasgai hauek ingelesez edo euskaraz ordutegi berdina du.

## Taldearen irakasleak

IRAKASGAIA	IRAKASLEAK	E-mail/telefono/bulegoa	SAILA
Ekuazio Diferentzialak	Naiara Arrizabalaga	<a href="mailto:naiara.arrizabalaga@ehu.eus">naiara.arrizabalaga@ehu.eus</a> 94 601 2656 E.S1.20	Matematika
	Maria Jose Zarate	<a href="mailto:mariajose.zarate@ehu.eus">mariajose.zarate@ehu.eus</a> 94 601 5471 E.P1.5	Matematika
Aljebra Trukakorra	Gustavo Fernández	<a href="mailto:gustavo.fernandez@ehu.eus">gustavo.fernandez@ehu.eus</a> 94 601 2515 E.P0.8	Matematika
Inferentzia Estatistikoa	Inmaculada Arostegi	<a href="mailto:inmaculada.arostegi@ehu.eus">inmaculada.arostegi@ehu.eus</a> 94 601 5346 E.P1.9	Matematika Aplikatua eta Estatistika eta IO
	Arantza Urkaregi	<a href="mailto:arantza.urkaregi@ehu.eus">arantza.urkaregi@ehu.eus</a> 94 601 5345 E.P1.8	Matematika Aplikatua eta Estatistika eta IO
Neurria eta Integrazioa	Javier Duoandikoetxea	<a href="mailto:javier.duoandikoetxea@ehu.eus">javier.duoandikoetxea@ehu.eus</a> 94 601 2648 E.P0.17	Matematika
	Osane Orueetxebarria	<a href="mailto:osane.orueetxebarria@ehu.eus">osane.orueetxebarria@ehu.eus</a> 94 601 5476 E.P0.11	Matematika
Topologia	Javier Gutiérrez	<a href="mailto:javier.gutierrezgarcia@ehu.eus">javier.gutierrezgarcia@ehu.eus</a> 94 601 2514 E.P1.7	Matematika
Ekuazio Aljebraikoak	Txomin Ramírez	<a href="mailto:txomin.ramirez@ehu.eus">txomin.ramirez@ehu.eus</a> 94 601 5463 E.S1.5	Matematika

IRAKASGAIA	IRAKASLEAK	E-mail/telefono/bulegoa	SAILA
Algebraic Equations	Gustavo Fernández	<a href="mailto:gustavo.fernandez@ehu.eus">gustavo.fernandez@ehu.eus</a> 94 601 2515 E.P0.8	Matematika
	Jon González	<a href="mailto:jon.gonzalez@ehu.es">jon.gonzalez@ehu.es</a> 94 601 8302 E.P0.6	Matematika
Eredu Matematikoak	Carlos Gorria	<a href="mailto:carlos.gorria@ehu.eus">carlos.gorria@ehu.eus</a> 94 601 5343 E.P0.18	Matematika Aplikatua eta Estatistika eta IO
	Eugenio Mijangos	<a href="mailto:eugenio.mijangos@ehu.eus">eugenio.mijangos@ehu.eus</a> 94 601 2653 E.P0.12	Matematika Aplikatua eta Estatistika eta IO
Kurben eta Gainazalen Geometria Globala	Josu Arroyo	<a href="mailto:iosujon.arroyo@ehu.eus">iosujon.arroyo@ehu.eus</a> 94 601 2650 E.S1.6	Matematika
Global Geometry of curves and Surfaces	Óscar J. Garay	<a href="mailto:oscarj.garay@ehu.eus">oscarj.garay@ehu.eus</a> 94 601 2519 E.S1.14	Matematika
Zenbakizko Metodoak II	Carlos Gorria	<a href="mailto:carlos.gorria@ehu.eus">carlos.gorria@ehu.eus</a> 94 601 5343 E.P0.18	Matematika Aplikatua eta Estatistika eta IO
Hirugarren Mailako Koordinatzailea	Carlos Gorria	<a href="mailto:carlos.gorria@ehu.eus">carlos.gorria@ehu.eus</a> 94 601 5343 E.P0.18	Matematika Aplikatua eta Estatistika eta IO
Graduko Koordinatzailea	M <sup>a</sup> Asun García	<a href="mailto:maria_sun.garcia@ehu.eus">maria_sun.garcia@ehu.eus</a> 94 601 5472 E.P1.3	Matematika

### ***Eskola egutegia***

Fakultateko Batzarrak onartutako egutegia hurrengoa da:

Irailak 7: Lehen lauhilabeteko eskolen hasiera.

Abenduak 18: Lehen lauhilabeteko eskolen amaiera.

Urtarrilak 7-22: Azterketak. Lehen lauhilabeteko ohiko deialdia (lehen lauhilabeteko irakasgaiak) eta azterketa partzialak (urte osoko irakasgaiak).

Urtarrilak 25: Bigarren lauhilabeteko eskolen hasiera.

Maiatzak 13: Bigarren lauhilabeteko eskolen amaiera.

Maiatzak 17-Ekainak 3: Azterketak. Bigarren lauhilabeteko ohiko deialdia (bigarren lauhilabeteko irakasgaiak eta urte osoko irakasgaiak) eta azterketa partzialak (urte osoko irakasgaiak).

Ekainak 20-Uztailak 11: Ezohiko deialdia.

Hurrengo tauletan 1-15 eta 16-30 asteetako datak agertzen dira:

Astea	Iraila
1	7 8 9 10 11
2	14 15 16 17 18
3	21 22 23 24 25
4	28 29 30

Astea	Urria
4	1 2
5	5 6 7 8 9
6	12 13 14 15 16
7	19 20 21 22 23
8	26 27 28 29 30

Astea	Azaroa
9	2 3 4 5 6
10	9 10 11 12 13
11	16 17 18 19 20
12	23 24 25 26 27
13	30

Astea	Abendua
13	1 2 3 4
14	7 8 9 10 11
15	14 15 16 17 18

Astea	Urtarrila
Azterketak	7 8
Azterketak	11 12 13 14 15
Azterketak	18 19 20 21 22
16	25 26 27 28 29

Astea	Otsaila
17	1 2 3 4 5
18	8 9 10 11 12
19	15 16 17 18 19
20	22 23 24 25 26
21	29

Astea	Martxoa
21	1 2 3 4
22	7 8 9 10 11
23	14 15 16 17 18
24	21 22 23

Astea	Apirila
25	4 5 6 7 8
26	11 12 13 14 15
27	18 19 20 21 22
28	25 26 27 28 29

Astea	Maiatza
29	2 3 4 5 6
30	9 10 11 12 13

### Ordutegiak

Lehenengo lauhilekoan Matematikako Graduko hirugarren mailako 31 taldearen ordutegia (1. astetik 15. astera) hurrengoa da:

	Astlehena	Asteartea	Asteazkena	Osteguna	Ostirala
8.40 9.30	EK.DIF (T) [1-15 {2/3}]	ALJ.TR (S1) [4-15] {1/2} ALJ.TR (T) [1-3, 4-15 {2/2}, 7-15 {1/4}] EK.DIF (S2) [4-15 {1/2}]	INF.EST (T)	NEU.INT (T)	TOPO (T) [3-5, 8-9, 11-12, 14-15]
9.40 10.30	NEU.INT (GA1)	ALJ.TR (T) [1-3, 7-15 {1/4}] ALJ.TR (GA1) [5-13] {1/4} INF.EST (GA1) [4-15 {1/2}]	EK.DIF (T)	INF.EST (GA1) [1-3 {1/2}, 8] INF.EST (GO1) [2-6 {1/2}, 10-14 {1/2}] INF.EST (S1) [5-15 {1/2}]	NEU.INT (T)
10.40 11.30	EK.DIF (T) [1-15 {2/3}] TOPO (T) [1-15] {3/3}	EK.DIF (GA1) [1-7] TOPO (T) [8-15]	TOPO (GA1)	INF.EST (GA1) [1-3 {1/2}, 8] INF.EST (GO1) [2-6 {1/2}, 10-14 {1/2}] INF.EST (S2) [5-15 {1/2}]	ALJ.TR (T) [3] EK.DIF (GA1) [7-15 {2/3}] EK.DIF (T) [5] TOPO (GA1) [7-15] {3/3} TOPO (T) [1-2, 4, 6-7, 10-13 {1/3}]
12.00 12.50	INF.EST (T)	EK.DIF (GA1) [8-15] TOPO (T) [1-7]		ALJ.TR (T)	ALJ.TR (T) [1-2, 10-14 {1/2}] EK.DIF (S1) [4-9 {1/2}] NEU.INT (S2) [2-13] {2/2} TOPO (S1) [2-13] {2/2}
13.00 13.50	INF.EST (GO2) [2-6 {1/2}, 10-14 {1/2}] NEU.INT (GA1) [11-15] {1/2} NEU.INT (T) [1-7 {1/2}, 9]	ALJ.TR (S2) [4-15] {1/2} EK.DIF (S1) [10-15 {1/2}] NEU.INT (S1) [2-13 {2/2}] NEU.INT (T) [1] TOPO (S2) [2-13] {2/2}		ALJ.TR (GA1)	
14.00 14.50	INF.EST (GO2) [2-6 {1/2}, 10-14 {1/2}]				

IRAKASGAIAK			
Kodea	Irakasgaiaren izena	Akronimoa	Irakaskuntza Motak
26690	Ekuazio Diferentzialak	EK.DIF	T: Teoria GA1: Gelako Praktiak S1: Mintegia (Lehenengo Taldea) S2: Mintegia (Bigarren Taldea)
26685	Algebra Trukakorra	ALJ.TR	T: Teoria GA1: Gelako Praktiak S1: Mintegia (Lehenengo Taldea) S2: Mintegia (Bigarren Taldea)
26692	Inferentzia Estatistikoa	INF.EST	T: Teoria GA1: Gelako Praktiak S1: Mintegia (Lehenengo Taldea) S2: Mintegia (Bigarren Taldea) GO1: Ordenagailuko Praktiak (Lehenengo Taldea) GO2: Ordenagailuko Praktiak (Bigarren Taldea)
26680	Neurria eta Integrazioa	NEU.INT	T: Teoria GA1: Gelako Praktiak S1: Mintegia (Lehenengo Taldea) S2: Mintegia (Bigarren Taldea)
26687	Topologia	TOPO	T: Teoria GA1: Gelako Praktiak S1: Mintegia (Lehenengo Taldea) S2: Mintegia (Bigarren Taldea)

Bigarren lauhilekoan Matematikako Graduko hirugarren mailako 31 taldearen ordutegiak (16. astetik 30. astera) hurrengoa da:

	Astelehena	Asteartea	Asteazkena	Osteguna	Ostirala
<b>8.40</b> <b>9.30</b>	KGGG (T)	EK.DIF (S1) [19-30 {2/2}] EK.DIF (T) [17-29 {1/2}] ERE.MAT (GA1) [16] ERE.MAT (S2) [19-30 {2/2}] KGGG (GA1) [18]	KGGG (T)	EK.ALJ (T) [19-30] {1/2} EK.DIF (T) [19-28 {2/2}] ERE.MAT (GO1) [16] ERE.MAT (GO2) [18] ZEN.METII (GO1) [17]	ERE.MAT (GO1) [16-30 {2/2}] ZEN.METII (GA1) [16-30] {1/2}
<b>9.40</b> <b>10.30</b>	EK.DIF (T) [16-22] ERE.MAT (T) [23-30]	EK.DIF (GA1) [16-30 {1/2}] ZEN.METII (GA1) [17] ZEN.METII (S1) [18-30] {2/2}	ERE.MAT (T) [16-22] ZEN.METII (T) [23-30]	EK.DIF (GA1) [22] EK.DIF (T) [17-21] ZEN.METII (GO2) [16]	ERE.MAT (GO1) [16-30 {2/2}] ERE.MAT (GA1) [16-30] {1/2}
<b>10.40</b> <b>11.30</b>	EK.ALJ (T)	EK.ALJ (GA1)	EK.ALJ (T)	ERE.MAT (T)	KGGG (GA1)
<b>12.00</b> <b>12.50</b>	ZEN.METII (T) [16-22]	KGGG (T) [17-29] {2/2} ZEN.METII (GO1) [17-29] {1/2}		ZEN.METII (T)	EK.DIF (T) [18-29]
<b>13.00</b> <b>13.50</b>	ERE.MAT (GO2) [17-30 {2/2}] ZEN.METII (GO2) [17-29] {1/2}	ZEN.METII (GO1) [17-29] {1/2} KGGG (GA1) [16, 30] KGGG (S1) [17-29] {2/2}		EK.ALJ (GA1) [16-18] EK.ALJ (S1) [19-30] {1/2} EK.DIF (S2) [19-30 {2/2}] ERE.MAT (S1) [19-30 {2/2}] ZEN.METII (S2) [19-30] {1/2}	EK.ALJ (S2) [19-30] {1/2} EK.DIF (GA1) [16-17, 18-30] {1/2}
<b>14.00</b> <b>14.50</b>	ERE.MAT (GO2) [17-30 {2/2}] ZEN.METII (GO2) [17-29] {1/2}				

IRAKASGAIAK			
Kodea	Irakasgaiaren izena	Akronimoa	Irakaskuntza Motak
26690	Ekuazio Diferentzialak	EK.DIF	T: Teoria GA1: Gelako Praktiak S1: Mintegia (Lehenengo Taldea) S2: Mintegia (Bigarren Taldea)
26686	Ekuazio Aljebraikoak Algebraic Equations	EK.ALJ	T: Teoria GA1: Gelako Praktiak S1: Mintegia (Lehenengo Taldea) S2: Mintegia (Bigarren Taldea)
26681	Eredu Matematikoak	ER.MAT	T: Teoria GA1: Gelako Praktiak S1: Mintegia (Lehenengo Taldea) S2: Mintegia (Bigarren Taldea) GO1: Ordenagailuko Praktiak (Lehenengo Taldea) GO2: Ordenagailuko Praktiak (Bigarren Taldea)
26688	Kurben eta Gainazalen Geometria Globala Global Geometry of Curves and Surfaces	GEOM.GLO	T: Teoria GA1: Gelako Praktiak S1: Mintegia (Lehenengo Taldea) S2: Mintegia (Bigarren Taldea)
26682	Zenbakizko Metodoak II	ZEN.METII	T: Teoria GA1: Gelako Praktiak S1: Mintegia (Lehenengo Taldea) S2: Mintegia (Bigarren Taldea) GO1: Ordenagailuko Praktiak (Lehenengo Taldea) GO2: Ordenagailuko Praktiak (Bigarren Taldea)

Irakasgaiaren eta irakaskuntza motaren akronimo ondoan hurrengo hau ager daiteke:

- $[x_1-x_2]$ :  $x_1$ . astetik  $x_2$ . atera (biak barne) irakaskuntza mota hori izango dela esan nahi du.
- $[x_1-x_2]\{1/2\}$ :  $x_2-1$ . edo  $x_2$ . atera heldu arte,  $x_1$ .,  $x_1+2$ .,  $x_1+4$ ., ... asteetan irakaskuntza mota hori izango dela esan nahi du.
- $[x_1-x_2]\{2/2\}$ :  $x_2-1$ . edo  $x_2$ . atera heldu arte,  $x_1+1$ .,  $x_1+3$ .,  $x_1+5$ ., ... asteetan irakaskuntza mota hori izango dela esan nahi du.
- $[x_1-x_2]\{1/3\}$ :  $x_2-2$ .,  $x_2-1$ . edo  $x_2$ . atera heldu arte,  $x_1$ .,  $x_1+3$ .,  $x_1+6$ ., ... asteetan irakaskuntza mota hori izango dela esan nahi du.
- $[x_1-x_2]\{2/3\}$ :  $x_2-2$ .,  $x_2-1$ . edo  $x_2$ . atera heldu arte,  $x_1+1$ .,  $x_1+4$ .,  $x_1+7$ ., ... asteetan irakaskuntza mota hori izango dela esan nahi du.
- $[x_1-x_2]\{1/3\}$ :  $x_2-2$ .,  $x_2-1$ . edo  $x_2$ . atera heldu arte,  $x_1+2$ .,  $x_1+5$ .,  $x_1+8$ ., ... asteetan irakaskuntza mota hori izango dela esan nahi du.



Irakaskuntza motan talde bat baino gehiago dituzten irakasgaietan ikasleak taldetan banatuta daude. Lauhilabeteko hasieran irakasgaiaren irakaskuntza motaren talde bakoitzean dauden ikasleen zerrendak argitaratzen dira.

<b>IRAKASKUNTZA-GIDA</b>		2015/16
<b>Ikastegia</b>	310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea	<b>Zikl.</b> Zehaztu gabea
<b>Plana</b>	GMATEM30 - Matematikako Gradua	<b>Ikastaroa</b> 3. maila
<b>IRAKASGAIA</b>		
26690 - Ekuazio Diferentzialak		<b>ECTS kredituak:</b> 12
<b>IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA</b>		
<b>AZALPENA</b> Irakasgai honetan bat ordenako ekuazio diferentzial arruntak ebazteko oinarrizko metodoak (analitikoak eta kualitatiboak) aurkezten dira. Goi-ordenako ekuazio diferentzial linealen eta sistema diferentzial linealen azterketa sakona azaltzen da. Cauchyren problemaren soluzioen existentziaren eta bakartasunaren teoria azaltzen da. Sistema autonomoak estudiatzen dira. Sturm-Liouville-ren mugalde-problema aztertzen da. Lehen eta bigarren ordenako deribatu partzialetako ekuazioak tratatzen dira karakteristikoen metodoaren eta aldagaien banantze-metodoaren bidez.		
<b>TESTUINGURUA</b> Ekuazio diferentzialak irakasgaia eta Deribatu partzialetako ekuazioak irakasgaia elkarrekin erlazionatzen dira. Ekuazio diferentzialak irakasgaiaren lehen zatian ekuazio diferentzial arruntak emaitzak eta teknikak aurkezten dira; bigarren zatian eta Deribatu partzialetako ekuazioak irakasgaiaren deribatu partzialetako ekuazioei buruzko kontzeptuak eta ebazteko teknika bereziak landuko dira, eta haien aplikazio interesgarrienak geometriara eta fisikara.		
<b>GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK</b>		
<b>GAITASUNAK</b> Ekuazio diferentzial arruntak ebazteko metodo nagusiak aplikatu. Ekuazio diferentzialen soluzioen existentziaren eta bakartasunaren teoriako oinarrizko kontzeptuak bereganatu eta funtsezko emaitzak enuntziatu zehaztasunez analisi matematikoaren aurretiko kontzeptuak erabiliz. Baita ere, hastapen balioekiko mendekotasunari buruzko teorema. Ekuazio diferentzialei buruzko emaitzen frogapen zorrotzak ezagutu eta proposatutako emaitzen frogapen berriak asmatu. Ekuazio diferentzial batzuen ebazpenerako metodo analitikoak eta grafikoak erabili. Ekuazio diferentzial arruntak sistema linealak ebazti. Geometriako, Fisikako eta mundu fisikoko problemak ekuazio diferentzialekin erlazionatu. Ekuazio diferentzial arruntaren ebazpenari buruz informazio kualitatiboa lortu, ekuazioa ebazti gabe. Ekuazio diferentzialak ebazti eta lengoia matematiko egokiaren bidez ebazpen metodoak azaldu ahoz zein idatziz. Problema errealek ekuazio diferentzial arruntak edo deribatu partzialetako ekuazioak bihurtu		
<b>IKASTEAREN EMAITZAK</b> Ekuazio diferentzial arruntak edo deribatu partzialetako ekuazioak ebazteko metodo nagusiak aplikatu. Ekuazio diferentzial arruntak sistema linealak ebazti. Problema errealek ekuazio diferentzialen bidez adierazi. Ekuazio diferentzialen soluzioei buruzko informazio kualitatiboa lortu.		
<b>EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK</b>		
1. SARRERA: Definizioak, soluzio kontzeptua, sailkapena, soluzioen deskribapen geometrikoa, kurba-familiak eta ibilbide isogonalak, jatorri zientifiko-teknologikoko problemak. 2. EBAZPEN-METODO ELEMENTALAK: Aldagai bananduetako ekuazioak, ekuazio homogeneoak, ekuazio linealak, Bernouilliren ekuazioak, Ricattiren ekuazioak, ekuazio zehatzak, integrazio-faktoreak, bigarren ordenako ekuazioak lehen ordenako ekuazio bira laburtu daitezkenak. 3. EKUAZIO LINEALAK: Ekuazio homogeneoak, Liouville-ren formula, ordenaren murriztapena, ekuazio ez-homogeneoak, konstanteen aldakuntza, koefiziente konstanteetako ekuazioak, Eulerren ekuazioak. 4. SERIE-GARAPENEN BIDEZKO SOLUZIOAK: Puntu erregularrak, puntu singular erregularrak; ekuazio erakuslea: erro errealek bakanak beren arteko kendura zenbaki osoa ez denean, zenbaki osoa denean, erro erreale bikoitza; Bessel-en funtzioak. 5. SISTEMA LINEALAK: Sistema homogeneoak, oinarrizko matrizea, Jacobiren formula, koefiziente konstanteetako sistemak, murriztapen metodoa, matrize esponenziala, bektore propioen metodoa. 6. EXISTENTZIA-TEORIA: Cauchyren problema, Lipschitz-en baldintza, Picard-en hurbilketa, soluzioaren existentzia eta bakartasuna, existencia-tartea, hastapen-balioekiko eta parametroekiko dependentzia. 7. SISTEMA AUTONOMOAK: Fase-planoa, orbitak, puntu kritikoak, egonkortasun eta egonkortasun asintotikoa; sistema linealen egonkortasuna, puntu kritikoaren sailkapena; sistema ez-linealak: linealizazioaren bidezko egonkortasuna, sistema kontserbakorra, Poincaré eta Liapunov-en teorema. 8. STURM-LIOUVILLE-REN PROBLEMAK: Funtzio baten Fourier-en seriea. Fourier-en seriea sistema ortogonal batekiko. Konbergentzia eta $L^2$ konbergentzia. Sturm-Liouville-ren problema: balio propioak eta funtzio propioak, balio		

propioen existentzia, funtzio propioen ortogonalitatea, S-T-ren problema erregular ez-homogeneoak; Green-en funtzioa.

9. **DERIBATU PARTZIALETAKO EKUAZIOEN SARRERA:** Ordena bateko Deribatu Partzialetako Ekuazioak. Soluzioen existentzia. Karakteristikoaren metodoa. Bi ordenako eta koefiziente konstantetako DPEak. Sailkapena. Laburketa forma kanonikora. Karakteristikoaren metodoa. Ekuazio hiperbolikoaren ebazpena planoerdi eta koadrantean.

10. **ALDAGAIEN BANANTZE-METODOA:** Aldagaien banantze-metodoa hari bibratzailearen problemarako. Aldagaien banantze-metodoa bero-banaketa hagar finituan edo plaka zirkularrean aztertzeko. Aldagaien banantze-metodoa Laplace-ren ekuaziorako errektangeluan eta zirkuluan.

## METODOLOGIA

### METODOLOGIA

Eduki teorikoa klase magistraletan azalduko da Bibliografian agertzen diren oinarritzko erreferentziak eta nahitaezko materialak jarraituz. Klase magistralak ariketa-klaseekin (gela-praktikekin) osatuko dira; klase horietan ikasleei proposatuko zaie teoriako klaseetan ikasitakoa problemak ebazteko erabiltzea.

Mintegietan ikasleek aurkeztu eta azalduko dituzte, idatziz edo ahoz, irakasgaiaren galdera edo adibide adierazgarriak irakasleak mintegia baino lehen, oro har, ikasleei proposatutakoak; horrela, ikasleek mintegi egunerako pentsatuta izanez gero, galderak hobeto eztabaidatuko dituzte eta ondorio egokiak aterako dituzte. Ikasleei banakako edo taldeko lanak teoriari buruz edo problemei buruz proposatuko zaizkie. Ikaslearen lanen zati nagusia lan pertsonala izango da. Irakasleak ikasleak orientatuko ditu bidalitako lanetan. Ikasleek irakasgaiari aurkitzen dituzten zailtasunak edo zalantzak irakaslearen tutorietan argitu ahal izango dituzte.

## IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	72	12	36						
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	108	18	54						

**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

- Ebaluazio mistoaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Ver orientaciones. 100%

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

### OHIKO DEIALDIA:

Azterketa idatziak bai teoriak bai ariketetaz.

Pisua: %85-%100

Irizpideak:

- Arrazonamenduetan eta definizioetan zehaztasuna.
- Lengoai matematikokoaren doitasuna.
- Argudio-metodoak argiak eta ordenatuak pausuak azalduz.
- Ariketen emaitzak zuzenak.

Mintegietako lanak (idatzizkoak edo ahozkoak).

Pisua:%0-%15

Irizpideak:

- Erantzun zuzenak eta lengoai matematikokoaren erabilpen ona
- Argitasuna argudioetan
- Ahozko azalpenetan, ordena eta zehaztasuna
- Problemen ebazpenetan ordena eta zehaztasuna
- Asistentzia

## EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Azterketa idatzia. Pisua %100.

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

eGela plataforma baldin eta badago.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Oinarrizko bibliografia**

#### **BIBLIOGRAFÍA**

\*BOYCE-DIPRIMA, Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera, Limusa.

\*A. DOU, Ecuaciones en derivadas parciales, Dossat.

\*KISELIOV, KRASNOW Y MAKARENKO, Problemas de ecuaciones diferenciales ordinarias, MIR.

\*R. K. NAGGLE Y E. B. SAFF, Fundamentos de Ecuaciones Diferenciales, 2ª edición, Addison-Wesley Iberoamericana, 1992.

\*II. PERAL ALONSO, Primer curso de ecuaciones en derivadas parciales, Addison-Wesley/Universidad Autónoma de Madrid, 1995.

\*F. SIMMONS, Ecuaciones Diferenciales con Aplicaciones y Notas Históricas, McGraw Hill, 1977.

### **Gehiago sakontzeko bibliografia**

\*M. BRAUN, Differential Equations and Their Applications, Springer Verlag, New York 1978.

\*M. W. HIRSCH, S. SMALE, Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal, Alianza Editorial, Alianza Universidad, Textos nº 61.

### **Aldizkariak**

### **Interneteko helbide interesgarriak**

## **OHARRAK**

<b>IRAKASKUNTZA-GIDA</b>		2015/16	
<b>Ikastegia</b>	310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea	<b>Zikl.</b>	Zehaztu gabea
<b>Plana</b>	GMATEM30 - Matematikako Gradua	<b>Ikastaroa</b>	3. maila
<b>IRAKASGAIA</b>			
26685 - Aljebra Trukakorra		<b>ECTS kredituak:</b>	6
<b>IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA</b>			
<p>Irakasgai honetan eraztun trukakorren egitura aljebraikoa aztertzen da, horretatik eratortzen diren beste batzuekin batera: aljebra eta moduluak, alegia. Egitura horien propietate nagusiak ikusten dira, batez ere faktORIZAZIOAREN inguruko gaitan zentratuz. Horrela, faktORIZAZIO bakarreko domeinuen garrantzi berezia izango dute eta, horien artean, gorputzen gaineko polinomioen eraztunak bereziki. Bestalde, aplikazioak ere ikusiko dira aljebrairen beste alor batzuetan, gehienbat ideal nagusietako domeinuen gaineko moduluen kasuan.</p> <p>Irakasgai honek modulu bat osatzen du "Egitura Aljebraikoak" eta "Ekuazio Aljebraikoak" irakasgaiekin batera. Irakasgai horietan aljebra abstraktuaren oinarriak garatzen dira eta hainbat aplikazio ere jorratzen dira. Ikasleak aljebrairen oinarriko teknikak bereganatuko ditu, matematikaren beste alor batzuetan erabili ahalko dituenak eta utziko diotenak, nahi izanez gero, aljebra gehiago sakontzen laugarren mailako hautazko irakasgaien bitartez.</p>			
<b>GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK</b>			
<p><b>GAITASUN ESPEZIFIKOAK</b></p> <p>Eraztun-teoriaren eta gorputz-teoriaren oinarriko kontzeptuak (azpierzak, idealak, zatidurak, homomorfismoak, karakteristika, zatikien gorputzak...) ezagutzea.</p> <p>Indeterminatu bateko edo anitzeko polinomioen zatigarritasunaren propietateak ezagutzea eta, bereziki, irreduzibilitaterako irizpideak aplikatzen jakitea.</p> <p>Gröbnerren oinarriak eraikitzen jakitea, indeterminatu anitzeko polinomioen idealarako. Oinarri horiek aplikatzen jakitea, emandako polinomio bat ideal baten barruan dagoen erabakitze, edo indeterminatuak eliminatzeko ekuazio polinomikoen sistemetan.</p> <p>Eraztun trukakorren mota nagusiak (domeinuak, faktORIZAZIO bakarrekoak, euklidearrak eta ideal nagusietakoak) eta haien arteko erlazioak ezagutzea.</p> <p>Eraztunen gaineko moduluen teoriaren oinarriko kontzeptuak ezagutzea.</p> <p>Egitura-teorema ezagutzea ideal nagusietako domeinuen gaineko modulu finituki sortu eta, eta baita horren aplikazioak ere (Jordanen forma kanonikoa eta Smithen forma).</p>			
<p><b>IKASTEAREN EMAITZAK</b></p> <p>Eraztun trukakorren inguruko oinarriko kontzeptuak ezagutzea, bereziki, indeterminatu bateko edo anitzeko polinomioen eraztunen kasuan.</p> <p>Moduluen propietate nagusiak ezagutzea, eta horien artean, ideal nagusietako domeinuen gaineko modulu finituki sortu eta egitura-teorema. Teorema horren aplikazioak ezagutu eta gai izan adibide zehatzak lantzeko: Smithen forma normala, talde abeldar finituki sortuak, endomorfismoen forma kanonikoa.</p>			
<b>EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK</b>			
<p>1. ERAZTUNEI BURUZKO OROKORTASUNAK: Eraztunak eta azpierzak. Idealak eta zatidura-eraztunak. Homomorfismoak eta isomorfismoak.</p> <p>2. ZATIGARRITASUNA ETA FAKTORIZAZIOA ERAZTUNETAN: FaktORIZAZIO bakarreko domeinuak. Ideal nagusietako domeinuak. Domeinu euklidearrak. Aplikazioak: aritmetikaren teorema klasiko batzuk.</p> <p>3. INDETERMINATU ANITZEKO POLINOMIOAK: Gaussen lema. FaktORIZAZIOA polinomioen eraztunetan. Irreduzibilitaterako irizpideak.</p> <p>4. GRÖBNERREN OINARRIAK: Ordena monomialak polinomioen eraztunetan eta zatiketaren algoritmoa. Hilberten oinarriaren teorema. Gröbnerren oinarrien propietate nagusiak. Buchbergerren algoritmoa. Aplikazioak.</p>			

5. MODULUAK: Moduluak, oinarritzko propietateak eta adibideak. Azpimoduluak eta zatidura-moduluak. Modulu-homomorfismoak. Batura zuzenak. Modulu askeak.

6. MODULUAK IDEAL NAGUSIETAKO DOMEINUEN GAINEAN: Moduluak ideal nagusietako domeinuen gaineen: anulatzaileak eta deskonposizio primarioa. Egitura-teorema ideal nagusietako domeinuen gaineke moduluetarako. Matrizeak ideal nagusietako domeinuen gaineen: Smithen forma normala. Aplikazioak: ekuazio lineal diofantikoen sistemak, talde abeldar finituki sortuak, forma kanoniko arrazionala eta Jordanen forma kanonikoa.

## METODOLOGIA

Eduki teorikoa eskola magistraletan azalduko da, nahitaez erabili beharreko materialean eta bibliografiako erreferentzietan oinarrituz. Eskola magistral horiez gain, problema-eskolak (ikasgelako praktikak) ere egongo dira. Horietan ikasleei ariketak ebazteko proposatuko zaie, eskola teorikoetan ikasitakoa aplikatuz. Bestalde, mintegietan irakasgai honetan esanguratsuak diren ariketak eta adibideak jorratuko dira, ikasleei aldez aurretik helaraziko zaizkienak. Horrela, aukera izango dute ariketa horiek behar bezala lantzeko. Mintegiaren egunean hausnarketa eta eztabaida bultzatuko dira aurkeztutako soluzioen inguruan. Azkenik, taldeka ebazteko problemak ere proposatuko dira, talde-lana bultzatzeko asmoz. Horien soluzioak idatzita emango dira, irakasleak zuzentzeko.

Ikaslearen lanaren zatirik handiena pertsonala da. Irakasleek edozein momentutan orientazioa eskainiko diete ikasleei; horretarako, tutoretza-orduak erabili ahalko dituzte.

## 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  
GCL: P. klinikoa

S: Mintegia  
TA: Tailerra

GA: Gelako p.  
TI: Tailer Ind.

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

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio mistoaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia 70%
- Praktikak (ariketak, kasuak edo buruketak) 10%
- Banakako lanak 10%
- Talde lanak (arazoen ebazpenak, proiektuen diseinuak) 10%

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

### OHIKO DEIALDIA

Azken nota ondorengo kalifikazioen batezbesteko haztatua izango da:

- O1. Azken azterketa idatzia: 70%
- O2. Azterketa partzial idatzia: 10%
- O3. Banakako problemak edo lanak (mintegietako parte-hartzea barne): 10%
- O4. Taldekako lanak: 10%

Irakasgaia gaintzeko, beharrezkoa da azken azterketa idatzian gutxienez 4,5 puntu lortzea 10ren gaineen.

Derrigorrezkoa da mintegietara etortzea, ezinbesteko arrazoiaren batengatik ez bada. Kasu horretan, behar den dokumentuaren bidez egiaztatu beharko da arrazoi hori.

## EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

### EZOHIKO DEIALDIA

Ikasle baten kalifikazioa kalkulatzeko bi egoera hauek bereizten ditugu:

A EGOERA. Ikaslearen ohiko deialdiko O2, O3 eta O4 ataletako noten batezbesteko ez-haztatua 5 baino handiago edo berdina den.

B EGOERA. Gainerako ikasleak.

Ikaslea A egoeran badago, orduan ezohiko deialdiaren nota kalifikazio hauen batezbesteko haztatua izango da:

Ezohiko deialdiko azterketa idatzia: 70%

Ohiko deialdiko O2, O3 eta O4 atalak: 10% atal bakoitzak

Kasu horretan, beharrezkoa izango da gutxienez 4,5 puntu izatea ezohiko deialdiko azterketa idatzian.

Bestalde, B egoeran dauden ikasleen kasuan, notaren 100% ezohiko deialdiko azterketari dagokio. Beraz, gutxienez 5 puntu lortu beharko dira azterketa horretan.

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

Ikasgelako apunteak. Ariketa-orriak eta proposatutako problema gehigarriak.

#### **BIBLIOGRAFIA**

##### **Oinarrizko bibliografia**

- M.F. ATIYAH, I.G. MACDONALD. Introducción al Álgebra Conmutativa. Reverté, 1973.
- P. CAMERON. Introduction to algebra. Oxford University Press, segunda edición, 2008.
- D. COX, J. LITTLE, D. O'SHEA. Ideals, Varieties and Algorithms. Springer, segunda edición, 1997.

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

- N. JACOBSON. Basic Algebra. W.H. Freeman and Company, 1985.
- S. LANG. Undergraduate algebra. Springer, tercera edición, 2005.
- M. REID. Undergraduate Commutative Algebra. Cambridge University Press, 1996.
- A. VERA. Introducción al Álgebra. (2 volúmenes). AVL, 1986.

##### **Aldizkariak**

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

#### **OHARRAK**

## IRAKASGAIA

26692 - Inferentzia Estatistikoa

ECTS kredituak:

6

## IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA

## DESKRIBAPENA

Inferentzia estatistikoa irakasgaian, estimazio-teknika eta hipotesi-kontrasteko teknika estatistikoak lantzen dira. Teknika horiek, zorizko laginetatik abiatuz lorturiko emaitzak populazio osorako hedatzea baimentzen digute. Halaber, informatika-baliabide egokiak erabiliz, teknika estatistiko horiek aplikatzen dira datu-fitxategi ezberdinetan.

## TESTUINGURUA

Inferentzia estatistikoa irakasgaia, Probabilitate eta Estatistikako moduluaren hirugarrena da. Irakasgai hau ikasteko gomendatzen da Estatistika Deskribatzailea eta Probabilitate Kalkulua irakasgaiak landuta izatea.

## GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK

## GAITASUN ESPEZIFIKOAK

- Probabilitate-banaketa garrantzitsuenak, datu-azterketarako eta estatistika-inferentziarako ohiko teknikak ondo ezagutzea.
- Aipaturiko egoerak aztertzeke egokiak diren informatika-baliabideak ezagutzea eta horietariko batzuk ondo erabiltzea.
- Egoera ezberdinak aztertzean bilatzen den helburuaren arabera, egokia den estatistika-azterketarako teknika ondo aukeratzea.
- Beharrezkoak diren kalkuluak eta irudi grafikoak ondo egitea, egokiak diren baliabide teorikoak edo/eta konputaziozkoak erabiliz.
- Buruturiko azterketen emaitzak era kritikoan interpretatzea.

## EMAITZAK

- Laginetatik abiatuz, estimazioak eta hipotesi-kontrasteak burutzeko metodarik egokiena aukeratzen jakitea.
- Egindako azterketa estatistikoen bidez lorturiko emaitzak interpretatzen jakitea.
- Adierazgarriak diren neurriak (probabilitateak, batezbestekoak, &#8230;) estimatzen jakitea, beraien kalkulu zehatzak lortu ezin direnean.
- Datu-multzoa aztertzeke beharrezkoak diren kalkuluak edo adierazpen grafikoak lortzeko egokiak diren baliabide informatikoak ondo erabiltzea.

## EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK

## 1. LAGIN BANAKETAK

- 1.1 Kontzeptu orokorrak
- 1.2 Batezbestekoari, bariantzari eta proportzioari loturiko banaketak.

## 2. ESTIMAZIOA

- 2.1. Puntu-estimazioa. Estimatzailak lortzeko metodoak. Estimatzailen propietateak.
- 2.2. Tarte bidezko estimazioa. Konfiantza-tartearen definizioa. Populazio baterako ohiko konfiantza-tarteak. Bi populaziorako ohiko konfiantza-tarteak. Normalak ez diren populazioetarako konfiantza-tarteak..

## 3. HIPOTESI KONTRASTEAK

- 3.1. Hipotesi Kontrasteen oinarriak. Kontrasteen sailkapena. I mota eta II motako erroreen probabilitateak. Adierazgarritasun-maila. p-bailoaren kalkulua.
- 3.2. Kontraste Uniformeki Ahaltsuenak. Neyman-Pearsonen lema. Kontraste bakunak. Alde bakarreko kontrasteak.
- 3.3. Errore-probabilitateen eta lagin-tamainaren kontrola.
- 3.4. Egiantz-arrazoiaren testa.
- 3.5. Bi populaziorako ohiko kontrasteak.

## 4. KONTRASTE EZ PARAMETRIKOAK

- 4.1. Sarrera.
- 4.2. Doikuntza-egokitasunerako kontrasteak. Pearson-en khi-karratu testa. Kolmogorov-Smirnov-en testa.
- 4.3. Independentzia- eta homogeneotasun-kontrasteak.
- 4.4. Zorizkotasun-kontrasteak. Wald-Wolfowitz-en bolada-kontrastea. Medianaren testa.
- 4.5. Kokapen-kontrastea. Zeinuen kontrastea. Wilcoxon-en testa.
- 4.6. Bi populaziorako kontrasteak. Kolmogorov-Smirnov-en kontrastea. Wilcoxon-Mann-Whitney-en kontrastea.

## 5. BARIANTZA ANALISIA



- 5.1. Sarrera.
- 5.2. Sailkapen bakuneko edo faktore bakarreko bariantza-analisia (ANOVA delakoa).
- 5.3. Batezbestekoen arteko berdintasunerako kontrastea, hainbat populazio aske, banaketa normala ez den kasua. Kruskal-Wallis-en testa.
- 5.4. Faktore anitzeko sailkapenerako bariantza-analisia.
6. R-PROJECT ETA SPSS
- 6.1. R Project (Aukera libreko Software). Datuen irakurketa. Probabilitate Kalkulurako eta Inferentzia estatistikorako aginduak. Emaizten interpretazioa.
- 6.2. SPSS (Social Package Statistical Sciences). Datuen irakurketa. Probabilitate Kalkulurako eta Inferentzia estatistikorako aginduak. Emaizten interpretazioa.

Ordenagailuko praktiketan ikasitako inferentzia-teknika estatistiko ezberdinak datu-fitxategi zehatz batean aplikatuko dira baliabide informatikoak erabiliz. Lorturiko emaitzak erabiliko dituzte ikasleek irakasleak saio bakoitzean aplikaturiko tekniken inguruan planteaturiko galderei erantzuteko.

## METODOLOGIA

Ikasturte hasieran, eGela plataforman argitaratuko dira irakasgaiaren apunteak, ikasturtean zehar erabiliko diren banaketa-taulekin batera. Ikasleen eskura jarriko da ordenagailu-praktikak egiteko lagungarria izango den agindu-eskuburua. Halaber, ikasgelako praktiketan ebatziko den problema-zerrenda argitaratuko da.

Eduki teorikoa klase magistraletan azalduko da, Bibliografian eta erabili beharreko materialen agertzen diren oinarritzko erreferentziei jarraituz. Klase magistral horiek osatzeko, ariketetako klaseak (ikasgelako praktikak) daude, non ikasleei hainbat galdera eta ariketa proposatuko zaizkie beraiek ebazteko. Mintegietan, aurretik planteaturiko lan zehatzak azalduko dituzte ikasleek. Eta ordenagailuko praktiken bidez irakasgaiaren gaitasunak landuko dira.

Ikasleei teoria eta ariketei buruzko banakako lanak egitea proposatuko zaie eta beraiek lantzeko eta azaltzeko irakaslearen laguntza izango dute aldizkako mintegien bidez.

Ikasleen lanen zati handi bat banakakoa da. Irakasleak lan hori zuzenduko du eta era jarraituaz eta dedikazioz egitea bultzatuko du. Halaber, tutoretzak erabiltzea bultzatuko dute, beraien bidez irakasgaiaren izan dezaketen edozein zalantza edo zailtasun argitu ahal izateko.

## IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	30	6	12		12				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	45	9	18		18				

**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

- Ebaluazio mistoaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Ikusi orientazioak 100%

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

OHIKO DEIALDIA:

Azterketa idatzia (% 65)

Ordenagailuko praktikak (% 15)

Mintegiak (% 5)

Talde-lanak: problemak entregatzea eta estatistika-txosten bat garatzea (% 15)

Oharra: Irakasgaia gainditzeko, atal ezberdinetan, ikasleak gutxienez 4 bat (10etik) lortu behar du.

UKO EGITEA

Nahiz eta ikasturtean zeharko jarduerak ebaluatuak izan, ohiko deialdira aurkeztu ez den ikaslearen kalifikazioa Ez-aurreztua izango da.

## EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Ebaluazio-irizpideak ohiko deialdiaren berdinak izango dira.

Ikasturtean zehar egindako jarduerak (ordenagailuko praktikak, ariketak, mintegiak) ebaluatuak izango dira ikasturteko bi deialdietarako. Beraz, gaindituta dituzten ikasleek ez-ohiko deialdian azterketa idatzia egin beharko dute soilik.

Ikasturtean zeharko jarduerak gainditu ez izateak ez ditu salbuesten ikasleak jarduera horiek garatzeko gaitasuna eta ezagutzak dituela egiaztatzen. Horregatik, ez-ohiko deialdian, jarduera horiek ebaluatzeko diseinaturiko beste proba bat egin beharko dute azterketa idatziaz gain. Proba hori, ahozko azalpena, ordenagailu aurrean egin beharrekoa edo lan idatzia izan daiteke eta azken notari egiten dion ekarpena ohiko deialdiarenaren berbera izango da.

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

Apunteak eta eGela plataforman jaritako materiala.

## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

#### BIBLIOGRAFÍA

- Jean Kickinson y Subhabrata Chakabarti. Non Parametric Statistical Inference, Dekker Inc., 1992.
- Daniel Peña Sanchez de Rivera. Estadística. Modelos y métodos. 1. Fundamentos. 2. Modelos lineales y series temporales. Alianza Universidad textos, 1992.
- Vijay K. Rohatgi. Statistical Inference, Wiley, 2003.
- Luis Ruiz-Maya. Problemas de Estadística, Editorial AC, 1989.

### Gehiago sakontzeko bibliografia

- George Casella & Roger L. Berger. Statistical Inference. Duxbury Press, 2008.
- José Miguel Casas-Sánchez. Inferencia estadística. Centro de Estudios Ramón Areces, 1997
- Morris H. DeGroot. Probabilidad y Estadística. Addison-Wesley, 1988.
- Vijay K. Rohatgi. An Introduction to Probability Theory and Mathematical Statistics. John Wiley and Sons, 2000.
- Ronald Walpole & Raymond Myers. Probabilidad y estadística. Mc Graw-Hill, 1992.

## Aldizkariak

### Interneteko helbide interesgarriak

Interneteko helbide interesgarriak:

- R-project software askea: <http://www.r-project.org>
- Antonio J. Arriaza et al. Estadística básica con R y R commander. UCA, 2008.  
<http://knuth.uca.es/moodle/course/view.php?id=37>
- SPSS: <http://www.spss.com/es/>
- Mathematica: <http://www.wolfram.com/>
- Latex: <http://www.slideshare.net/digna/1-introduccion-a-latex>
- Taula ez-parametrikokoak: <http://www.jstatsoft.org/v08>
- Testuliburu elektronikoa: <http://www.statsoft.com/textbook/>

## OHARRAK

**Ikastegia** 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea**Zikl.** Zehaztugabea**Plana** GMATEM30 - Matematikako Gradua**Ikastaroa** 3. maila**IRAKASGAIA**

26680 - Neurria eta Integrazioa

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

Irakasgai honetan alde batetik Lebesgueren integrazioaren Teoria ete bere propietateak garatzen dira, eta bestetik Hilbert eta Bannch espazioetarako sarrera, zeintzuek Analisi Matematiko Modernoaren oinarria diren.

Analisi Funtzionaleko irakasgaiarekin batera, Analisi Funtzional izeneko moduluan sartzen da eta hori dela eta komenigarria da, irakasgai hau aurrera eramanez ahal izateko arazorik gabe, lehen eta bigarren mailako Analisi arloko irakasgaiak menperatzea, besteak beste Kalkulu Diferentzial eta Integrala I eta II eta Aldagai Konplexuko Analisia.

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

- Neurriaren teoriaren eta Lebesgueren integrazioaren oinarriak eta teknikak jakin.
- Neurriaren kontzeptua integrazioarekin erlazionatu.
- Teorema garrantzitsuenak (konbergentzia monotonoa eta menperatua, Fatouren lema, Fubiniaren teorema, aldagai-aldaketa) ikasi eta erabiltzen jakin.
- Hilberten eta Banachen espazioen oinarritzko propietateak jakin.
- Teoriaren oinarritzko emaitzak erabateko zehaztasunez garatu.

**JAKINTZAREN EMAITZAK**

- Neurriaren teoriaren oinarritzko kontzeptuak ulertzea eta bere aplikazioa Lebesgueren integralaren definizioan.
- Funtzio integragarriak aztertzeke erabiltzen diren oinarritzko teorema aplikatzea.
- Funtzio integragarri eta oinarritzko neurrien adibideak ezagutzea.
- Espazio normatuen eta beraien arteko eraldaketan ezaugarri nagusiak ezagutzea.
- Biderkadura eskalarra eta Hilbert espazioen propietate nagusiak ulertzea.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

1. LEBESGUEREN NEURRIA  $R^n$ -N. NEURRIDUN ESPAZIOAK: Riemannen integrazioa eta haren mugak. Multzoen neurria  $R^n$ -n: kanpo-neurria eta Lebesgueren neurria. Multzo ez-neurgarriak. Sigma-aljebra, neurriak eta neurridun espazioak: oinarritzko propietateak eta adibideak.
2. LEBESGUEREN INTEGRALA: PROPIETATEAK: Funtzio sinpleen integrazioa. Funtzio neurgarriak. Funtzio positiboaren integrazioa eta edozein zeinutako funtzioena. Konbergentzia-teorema integraletarako. Integrazio-ikurraren barruko diferentziazioa.
3. FUBINIREN TEOREMA ETA ALDAGAI-ALDAKETA: Zenbait aldagaitako funtzioen integrazioa. Tonelliren eta Fubiniaren teorema. Aldagai-aldaketa.
4. HILBERTEN ESPAZIOEN OINARRIZKO TEORIA: Biderketa eskalarra. Sistema ortogonalak eta ortonormalak. Hilberten espazioak, proiektzioak. Oinarri ortonormalak. Riesz-Fischerren teorema. Funtzional linealak, errepresentazio-teorema.
5. BANACHEN ESPAZIOAK ETA  $L_p$  ESPAZIOAK: Espazio normatua.  $L_p$  espazioak. Hölderren eta Minkowskiren desberdintzak.  $L_2$  Hilberten espazio modura.

**METODOLOGIA**

Eduki teorikoa klase magistraletan landuko dira Bibliografian aipatzen diren erreferentziak jarraituz. Klase hauek ordu praktikoekin osatuko dira, non ikasleei ariketak ebaztea proposatuko zaien, klase magistraletan emandakoa oinarrituz hartuz.

Mintegietan alde aurretik emandako ariketa eta kuestioak landuko dira bertan eztabaidatzeko. Lan hau bakarka edo taldekoa izan daiteke.

Taldearen ezaugarrien arabera, ERAGIN metodologia erabil daiteke.

**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 mistoaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## **KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK**

- Ikusi argibideak 100%

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

Idatzizko azterketa: %65 eta %100en artean; beste lanetan lortutako notak kontuan izateko, azterketa honetan 4ko nota minimo bat atera behar da (hamarren gainean).

Lanen ebaluazioa eta mintegietan parte hartzea, %35era arte.

ARGIBIDEAK: Eragin motako metodologia aktiboak ezarriz gero, irakasleak ekintza bakoitzak duen balioa azken notan jakinaraziko du.

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

Ezohiko deialdia: deialdi honetako ebaluazioan irakasgairen temario guztia sartuko da idatzizko azterketa batean. Azterketak 10 puntu balioko du eta ez dira gordeko ikasturtean zehar ohiko deialdirako egindako lanak.

## **NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

Egela plataformako gela virtuala.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Oinarrizko bibliografia**

J. A. Facenda eta F. J. Freniche, Integración de funciones de varias variables, Pirámide, Madrid, 2002.

### **Gehiago sakontzeko bibliografia**

J. Cerdà, Análisis real, Universitat de Barcelona, Barcelona, 2000.

G. B. Folland, Real Analysis, John-Wiley-Interscience, New York, 1984.

M. De Guzmán eta B. Rubio, Integración: teoría y técnicas, Alhambra, Madrid, 1979.

H. L. Royden, Real Analysis, Macmillan, New York, 1963.

W. Rudin, Análisis real y complejo, Alhambra, Madrid, 1979.

E. M. Stein y R. Shakarchi, Real Analysis, Princeton University Press, 2005.

T. Tao, An Introduction to Measure Theory, American Mathematical Society, 2011.

P.L. Ulyánov eta M.T. Dyachenko, Análisis real : medida e integración, Addison-Wesley/ UAM, 2000.

R. Wheeden eta A. Zygmund, Measure and integral, Marcel Dekker, 1977.

### **Aldizkariak**

### **Interneteko helbide interesgarriak**

<http://ocw.pucv.cl/cursos-1/teoria-de-la-medida-e-integracion>

<http://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-125-measure-and-integration-fall-2003/>

## **OHARRAK**

<b>IRAKASKUNTZA-GIDA</b>		2015/16	
<b>Ikastegia</b>	310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea	<b>Zikl.</b>	Zehaztugabea
<b>Plana</b>	GMATEM30 - Matematikako Gradua	<b>Ikastaroa</b>	3. maila
<b>IRAKASGAIA</b>			
26687 - Topologia		<b>ECTS kredituak:</b>	6
<b>IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA</b>			
<p>Irakasgaiaren helburua ikaslea Topologia Orokorreko oinarriko 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.</p> <p>Jarraian Topologia Orokorreko oinarriko gai batzuk aztertzen dira: funtzioen jarraitutasuna, espazio topologiko eratorriak eraikitzea (biderkadura eta zatidura espazioak), trinkotasuna eta konexutasuna.</p> <p>Irakasgaiaren helburua zera da, ikaslea topologiaren ezagutzarekin hastea, Geometria eta Topologia eta Analisi Matematiko arloetako beste hainbat irakasgaitan beharrezkoak diren oinarriko egiturak aztertuz.</p>			
<b>GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK</b>			
<p><b>GAITASUN ESPEZIFIKOAK</b></p> <p>Espazio topologiko eta metrikoen oinarriko kontzeptu, metodo eta emaitzak (eta frogapenak) ezagutzea eta bereganatzea.</p> <p>Jarraitutasuna, trinkotasuna eta konexutasunaren kontzeptuen ezagutzea.</p> <p>Espazio topologikoaren adibideak eraikitzea azpiespazio topologiko, biderkadura espazio eta zatidura espazioaren nozioak erabiliz.</p> <p>Segiden konbergentzia erabiltzea jarraitutasuna eta trinkotasuna aztertzeko.</p> <p><b>IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK</b></p> <p>Egitura topologikoak adibide konkretuetan ezagutzea.</p> <p>Jarraitutasuna, trinkotasuna eta konexutasunaren kontzeptuen erabiltzen jakitea.</p> <p>Espazio topologikoaren adibideak eraikitzen jakitea azpiespazio topologiko, biderkadura espazio eta zatidura espazioaren nozioak erabiliz.</p> <p>Segiden konbergentzia erabiltzen jakitea jarraitutasuna eta trinkotasuna aztertzeko.</p>			
<b>EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK</b>			
<p>1. <b>ESPAZIO TOPOLOGIKOAK:</b> Topologia. Azpimultzo irekiak eta itxiak. Topologia baten oinarria eta azpionarria. Inguruneak. Ingurune-oinarriak. Distantzia. Espazio metrikoa. Bola irekiak eta itxiak.</p> <p>2. <b>AZPIMULTZOAK ESPAZIO TOPOLOGIKOETAN:</b> Multzo baten barrualdea. Multzo baten itxitura. Metatze-puntuak eta puntu isolatuak. Multzo deribatua. Multzo baten muga.</p> <p>3. <b>JARRAIKITASUNA:</b> Aplikazio jarraituak. Homeomorfismoak. Propietate topologikoak. Segidak espazio metrikoetan: konbergentzia eta segidazko jarraitutasuna.</p> <p>4. <b>ESPAZIO TOPOLOGIKOEN ERAIKUNTZA:</b> Azpiespazioak. Aplikazio konbinatuak. Murgilketak. Biderkadura topologia. Proiekzioak. Zatidura topologia. Identifikazioak.</p> <p>5. <b>TRINKOTASUNA:</b> Espazio eta azpimultzo trinkoak. Espazio trinkoen biderkadura. Segidazko trinkotasuna. Trinkotasuna Hausdorff espazioetan.</p> <p>6. <b>KONEXUTASUNA ETA BIDEZKO KONEXUTASUNA:</b> Espazio eta azpimultzo konexuak. Osagai konexuak. Bideak espazio topologikoetan. Bidezko konexutasuna. Osagai bidez konexuak.</p>			
<b>METODOLOGIA</b>			
<p>Eduki teorikoa eskola magistralen bidez azalduko da, horretarako bibliografian eta nahitaezko materialean ageri diren oinarriko erreferentziak erabiliko direlarik.</p> <p>Eskola magistral hauen osagarri gisa ariketa-eskolak erabiliko dira. Horietan, eskola teorikoetan landutako edukien alde praktikoa jorratuko da.</p>			

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 zuzena 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: Mintegia

GA: Gelako p.

GL: Laborategiko p.

GO: Ordenagailuko p.

GCL: P. klinikoak

TA: Tailerra

TI: Tailer Ind.

GCA: Landa p.

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio mistoaren 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**

**IRAKASKUNTZA-GIDA**

2015/16

**Ikastegia** 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea**Zikl.** Zehaztu gabea**Plana** GMATEM30 - Matematikako Gradua**Ikastaroa** 3. maila**IRAKASGAIA**

26686 - Ekuazio Aljebraikoak

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

Irakasgai honen helburu nagusia Galoisen hedadurak diren gorputz hedadura finituak ikastea da. Honela polinomio baten Galoisen talde ezagutuko ditugu. Talde hau lortuko dugu kasu berezi batzuetan eta ulertuko dugu ze lotura duen talde honek polinomioaren ebazgarritasunarekin. Aldez aurretik, gorputz hedadurei buruzko teoria orokorra, hedadura aljebraikoak eta polinomio baten deskonposizio gorputzak ikusiko ditugu.

Irakasgai hau hurrengo moduluari dagokio: Egitura Aljebraikoak (2. Maila)+ Aljebra Trukakorra(3. Maila)+Ekuazio aljebraikoak(3.Maila). Modulo honek Aljebra Abstraktuaren oinarriak eta aplikazio nagusiak lantzen ditu. Ikasleak modulo honetako oinarrizko tresnak eskuratuko ditu matematikaren beste arlo batzuetan erabilgarriak izango dituenak. Gainera, tekinak hauei esker, laugarren mailako aljebraiko irakasgaietan aurrera egiteko prest izango da.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK****GAITASUN BEREZIAK**

- Gorputz hedadura errezenetan eragiketak egiten jakitea.
- Hedadura normal eta Galoisen hedaduraren propietateak ezagutzea eta hedadura errezenetan Galoisen taldea kalkulatzeko jakitea.
- Galoisen teoriaren oinarrizko teorema erabiliz hedadura errezenen tarteko azpigorputzak kalkulatzeko jakitea.
- Erradikalen bitartez ebazgarriak diren ekuazio aljebraikoak bereizten jakitea.

**EMAITZAK:**

Polinomio baten Galoisen taldea ezagutzea eta kasu errezenetan kalkulatzeko jakitea. Ulertu talde honek duen (edo ez duen) erlazioa polinomioaren erradikalen bitarteko ebazgarritasunarekin.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

1. EKUAZIO ALJEBRAIKOEN EBAZGARRITASUNAREN ARAZOA: Zer da ekuazio aljebraiko bat ebaztea?. Maila lau baino txikiagoa edo berdina duten ekuazio aljebraikoak ebazpena erradikalak erabiliz.
2. GORPUTZ HEDADURAK: Gorputz hedadurak. Elementu aljebraikoak eta elementu trazeendentak. Hedadura aljebraikoak eta hedadura finituak. Polinomio baten deskonposizio gorputza: existentzia eta bakartasuna.
3. HEDADURA NORMALAK ETA HEDADURA BAKUNAK: Hedadura normalak. Hedadura finitu eta normalen karakterizazioa. Hedadura bakunak: Jatorrizko elementuaren teorema zero karakteristika duten hedadurentzako.
4. GALOISEN HEDADURAK: Gorputz baten automorfismoak. Galoisen hedadurak eta Galoisen taldea. Galoisen teoriaren Oinarrizko teorema. Aplikazioak (Gorputz finituak, Aljebra oinarrizko teorema).
5. EKUAZIO ALJEBRAIKOEN EBAZGARRITASUNA: Talde ebazgarriak. Galoisen teorema ekuazio aljebraikoak ebazgarritasunari buruzkoa erradikalak erabiliz.

**METODOLOGIA**

Irakasgaiaren teoria klase magistraletan emango da. Teoriako apunteak osatzeko Bibliografian aipatutako liburuak erabiliko ditugu. Klase magistralak ariketa saioekin osatuko dira, bertan ikasleak zenbait ariketa proposatuko zaizkie. Ariketa hauen bitartez ikasleak teoriako klaseetan lortutako ezagupenak zabalduko dira. Mintegietan irakasgaiaren oinarrizko elementuak landuko dira, ariketak irakasleak ezagutaraziko zaizkie aldez aurretik lan egin dezan. Mintegian irakasleak izan dituen arazoak aztertuko dira.

Ikasleak partu hartu beharko dute problemen ebazpenean.

**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.



**EBALUAZIO-SISTEMAK**

- Ebaluazio mistoaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

**KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK**

- Garatu beharreko proba idatzia 70%
- Test motatako proba 10%
- Praktiak (ariketak, kasuak edo buruketak) 10%
- Talde lanak (arazoen ebazpenak, proiektuen diseinuak) 10%

**OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

EBALUAZIO-SISTEMA. Bi idatzizko proba egongo dira, bat partziala, eta bestea finala. Azken notan ikasle bakoitzaren interesa eta jarrera kontuan hartuko dira.

- Idatzizko azterketa finala(notaren %80).
- Idatzizko azterketa partziala(notaren %10).
- Gelako praktikak: ariketak, kasuak edo problemak (notaren %10).

Irakasgaia gainditu ahal izateko, ezinbestekoa da azterketa finalean gutxienez 4 puntu ateratzea 10ren gainean.

**EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA**

Ez ohizko deialdian (Uztaila), ikasleen kalifikazioa idatzizko azterketan lortutako nota izango da.

**NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK****BIBLIOGRAFIA****Oinarrizko bibliografia**

- 1.- CLARK, A. Elementos de Algebra Abstracta. Alhambra, Madrid, 1979.
- 2.- De VIOLA-PRIOLI. A.M.; VIOLA-PRIOLI, J.E. Teoría de Cuerpos y Teoría de Galois. Reverté, Barcelona, 2006.
- 3.- NAVARRO, G. Un curso de Algebra. Universidad de Valencia, 2002.
- 4.- STEWART, I. Galois Theory. Chapman & Hall, 2nd ed., London, 1989.
- 5.- VERA LÓPEZ, A. Introducción al Algebra, II. Ellacuría, Bilbao, 1986.
- 6.- VERA, A.; VERA, J. Problemas de Algebra, I: Teorías de Grupos y de Cuerpos. AVL, 1995.

**Gehiago sakontzeko bibliografia**

- 1.- GARLING, D. J. H. A course in Galois Theory. Cambridge University Press, Cambridge, 1986.
- 2.- HUNGERFORD, T.W. Algebra. Springer-Verlag, New York, 1984.
- 3.- LANG, S. Algebra. 3rd. ed. Springer, 2005.
- 4.- MORANDI, P. Field and Galois Theory, Springer, New York, 1996.
- 5.- VERA, A.; ARREGI, J.M. Problemas de Algebra, II: Teorías de Grupos, Cuerpos y Anillos. AVL, 1989.

**Aldizkariak****Interneteko helbide interesgarriak**

<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Galois.html>  
<http://mathworld.wolfram.com/topics/AlgebraicEquations.html>

**OHARRAK**

**GUÍA DOCENTE**

2015/16

**Centre**

310 - Faculty of Science and Technology

**Ciclo**

Indiferente

**Plan**

GMATEM30 - Bachelor's Degree in Mathematics

**Curso**

Third year

**SUBJECT**

26686 - Algebraic Equations

**ECTS Credits:** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

The main goal of this course is the study of finite Galois field extensions in order to know the concept of Galois group of a polynomial, how to calculate it in simple cases, and to understand the relation of this group with the solvability by radicals of the polynomial. Before that, we introduce the basic theory of fields, algebraic extensions of fields and the splitting field of a polynomial over a field.

This course belongs to the module Algebraic Structures (2nd year) + Commutative Algebra (3rd year) + Algebraic Equations (3rd year), which is devoted to developing the fundamentals of abstract algebra and its main applications. The student will learn the basic techniques in this area that will allow him to use these concepts in other areas of mathematics, as well as to embark on a deeper study of algebra in the optional courses of the 4th year, if he/she wishes to do so.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA****SPECIFIC COMPETENCES:**

- To know how to operate in easy field extensions.
- To know the concepts of normal and Galois field extensions and to know how to calculate the Galois group of easy Galois extensions.
- To know how to apply the fundamental theorem of Galois theory in order to calculate the intermediate fields of easy Galois extensions.
- To know how to characterize the algebraic equations which are soluble by radicals.

**LEARNING RESULTS:**

To know the Galois group of a polynomial and how to calculate it in easy cases. To understand the relation of this group with the solvability of a polynomial by radicals.

**CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS**

1. THE PROBLEM OF THE SOLVABILITY OF ALGEBRAIC EQUATIONS: What is to solve an algebraic equation? Solvability by radicals of the equations of degree at most 4. Review of polynomial rings: divisibility and irreducibility criteria. Fields, generalities. Structure of the additive and the multiplicative group of a field. Characteristic of a field and prime subfield.
2. FIELD EXTENSIONS: Field extensions. Algebraic and transcendental elements. Simple extensions, algebraic extensions, and finite extensions. Splitting field of a polynomial: existence and unicity.
3. NORMAL EXTENSIONS AND SEPARABLE EXTENSIONS: Normal extensions. Characterization of finite normal extensions. Finite separable extensions: the primitive element theorem.
4. GALOIS EXTENSIONS: Field automorphisms. Galois extensions and the Galois group. The fundamental theorem of Galois theory. Applications (finite fields, the Fundamental Theorem of Algebra).
5. SOLVABILITY OF ALGEBRAIC EQUATIONS: Solvable groups. Galois' theorem on the solvability of algebraic equations by radicals.

**METODOLOGÍA**

The theoretical contents will be presented in master classes following basic references in the bibliography. These lectures will be complemented with problem classes (classroom practice), in which students will apply the knowledge acquired in the theoretical lectures in order to solve problems. In the seminar sessions, exercises and representative examples will be considered. These will have been given to the students in advance, for them to have enough time to work out the solutions. Students must participate actively in the seminar sessions, and discussion of the solutions will be encouraged.

**TIPOS DE DOCENCIA**

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	36	6	18						
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	54	9	27						

**Leyenda:**

M: Maestría

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación mixta
- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 70%
- Prueba tipo test 10%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 10%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 10%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

There will be two written exams, one after two thirds of the course have been covered, and another one at the end of the course. The final mark will be the weighted average of the following activities, with the indicated weights:

- 70%, the final written exam.
- 10%, the partial written exam.
- 20%, for other types of exercises, either individual or in groups, and written or with oral exposition.

The interest and willingness of the student will also be taken into account. In order to pass the course, it is necessary to obtain at least 4 points out of 10 in the final written exam.

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

The final mark will be that which is obtained in the written exam corresponding to this call.

## MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

## BIBLIOGRAPHY

### Basic bibliography

#### BIBLIOGRAFÍA

- 1.- CLARK, A. Elementos de Algebra Abstracta. Alhambra, Madrid, 1979.
- 2.- De VIOLA-PRIOLI, A.M.; VIOLA-PRIOLI, J.E. Teoría de Cuerpos y Teoría de Galois. Reverté, Barcelona, 2006.
- 3.- NAVARRO, G. Un curso de Algebra. Universidad de Valencia, 2002.
- 4.- STEWART, I. Galois Theory. Chapman & Hall, 2nd ed., London, 1989.
- 5.- VERA LÓPEZ, A. Introducción al Algebra, II. Ellacuría, Bilbao, 1986.
- 6.- VERA, A.; VERA, J. Problemas de Algebra, I: Teorías de Grupos y de Cuerpos. AVL, 1995.

### In-depth bibliography

- 1.-GARLING, D. J. H. A course in Galois Theory. Cambridge University Press, Cambridge, 1986.
- 2.-HUNGERFORD, T.W. Algebra. Springer-Verlag, New York, 1984.
- 3.-LANG, S. Algebra. 3rd. ed. Springer, 2005.
- 4.-MORANDI, P. Field and Galois Theory, Springer, New York, 1996.
- 5.-VERA, A.; ARREGI, J.M. Problemas de Algebra, II: Teorías de Grupos, Cuerpos y Anillos. AVL, 1989.

### Revistas

### Useful websites

<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Galois.html>  
<http://mathworld.wolfram.com/topics/AlgebraicEquations.html>

## OBSERVACIONES

<b>IRAKASKUNTZA-GIDA</b>		2015/16	
<b>Ikastegia</b>	310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea	<b>Zikl.</b>	Zehaztugabea
<b>Plana</b>	GMATEM30 - Matematikako Gradua	<b>Ikastaroa</b>	3. maila
<b>IRAKASGAIA</b>			
26681 - Eredu Matematikoak		<b>ECTS kredituak:</b>	6
<b>IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA</b>			
<p>Ikasgaiaren helburua hauxe da, zenbait zientzi arlotan zein egungo informazio-gizartean garatu diren teknika berrietarako matematikako eredugintzak eman ditzaken soluzioei buruzko ausnarketa egitea. Besteak beste, ikasgai honetan erakutsiko da nola eraiki eredu matematikoak fisikan, biologian zein egungo informazio eta irudiko gizartean baliozkoak direnak eta fenomenoak eta prozesuak ulertzeko eta hobetzeko balioko dutenak. Ikasgaiak alde teorikoa izango du eredu motak ikasteko eta haien baliogarritasuna, sinpletasuna eta doitasuna aztertzeke eta baita alde praktikoa tresna informatikoen erabilera problema batzuen soluzioa aurkitzeko.</p> <p>Hemen eredugintza matematikoaren eta modelo eraginkorreko analisiaren kontzeptu orokorrak eta eredu eraikuntzaren eta analisiaren kontzeptuak nahasten dira. Proposatutako ereduak fenomenoak deskribatzen duten datu experimentalen egokitzapena bermatzea eskatzen da edota baliozkoak izatea bete behar duten beharrekiko ados egoteko.</p> <p>Ikasgai honetan aurkeztutako eredu matematikoak sustatu zuten aspektu historikoak arretaz aztertuko dira ere. Ikasgai honetan aurkeztu diren eredu matematikoak ebazteko edo soluzioen hurbilketa bilatzeko tresnak ondoko ikasgaietan sakonki aztertzen dira: Zenbakizko Metodoak I eta II, Ekuazio Diferentzialak, Kodigoak eta Kriptografia, Zenbakizko Metodoen Hedapena eta Programazio Matematikoa.</p>			
<b>GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK</b>			
<p>Problema praktikoak ebazteko zein arlo ezberdinetan aplikazioak eraikitzeke Matematikak daukan ahalmenaren eta indarraren ikuspegia hartzea.</p> <p>Zenbait zientzietarako eta ingeniarietarako eraginkorrak diren metodoak proposatzeko, soluzioak emateko eta erabaki egokiak hartzeko gaitasuna garatzea.</p> <p>Matematikak erabiltzen ikastea. Matematika zientzia izateaz gain, baita erabiltzeko tresna da, eta horren arabera, erabiltzen ikasi behar da.</p>			
<b>EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK</b>			
<p>1. EREDUGINTZA MATEMATIKORAKO SARRERA.</p> <p>2. MATEMATIKA INFORMAZIOAN ETA IRUDIAN OINARRITUTAKO EGUNGO GIZARTEAN. Googleko matematikak. Irudien konpresioa. Digitalizazioa. Kode zuzentzaileak. Segurtasuna informazioan. Sinadura digitala.</p> <p>3. EREDUAK BIOLOGIAN. Populazio hazkuntzako ereduak. Espezieen interakzioak ereduak. Osasun-zaintzari buruzko ereduak.</p> <p>4. EREDUAK FISIKAN. Deformazioak ingurune jarraituan. Kontserbazio-legeak. Fluidoaren mekanikaren sarrera.</p> <p>5. PRAKTIKAK.</p> <p>PRAKTIKA PROGRAMA: Ikasgaiaren zati teorikoan ikasten eta analizatzen diren zenbait algoritmoak aplikatzen dituen ordenagailu praktikak egin behar dira.</p>			
<b>METODOLOGIA</b>			
<p>Eskola magistraletan ikasgaiaren eduki teorikoak garatuko dira bibliografian agertzen diren oinarriko erreferentziei jarraituz. Eskola teorikoekin batera ariketa saioak eskeiniko dira ere gelako praktikak), azken hauetan ikasleei erantzuteko galderak proposatuko zaie, non eskola teorikoan garatutako kontzeptuak aplikatzen diren. Mintegietan ikasgaiaren edukiari lotutako galdera eta adibidea esangarriak garatuko dira. Mintegia burutu baino lehenago ikasleei galdera eta adibideak bideratuko zaie saioan bertan ausnarketa eta eztabaidaketa sustatzeko. Hortaz gain ikasgaiaren gaitasunetaz jabetzeko ordenagailu praktikak egingo dira.</p> <p>Ikasleei teoriari eta ariketei buruzko banakako lanak proposatuko zaie eta lan hau burutzeko eta aurkezteko irakaslearen laguntza jasoko du mintegi saioetan.</p> <p>Irakaslearen bakarkako lana funtsezkoa da. Irakasleek lan horijardura bideratuko eta sustatuko dute lan hori arretaz eta jarraitutasunez burutzeko. Baita banakako tutoretzetara joatea sustatuko da ikasgaiaren sortzen diren zalantzak eta</p>			

zailtasunak argitzen laguntzeko.

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

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio mistoaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia 65%
- Praktika (ariketak, kasuak edo buruketak) 20%
- Banakako lanak 15%

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Idatzizko azterketa: 65%  
Banakako lanaren buruketa, idazketa eta aurkezpena: 20%  
Egindako ariketen entrega eta zenbait saioetan parte hartze aktiboa: 15%  
Ikasgaia gainditu ahal izateko ezinbestekoa da 10 puntuen gainean ebaluatutako idatzitako azterketan gutxienez 4.0 lortzea.

## EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Ezohiko deialdian ohiko deialdian aplikatutako ebaluazio erizpide berberak erabiliko dira. Idatzizko azterketaz gain proposatutako jarduera osagarri ebaluagarriak gainditugabe edukitzeak ez du jarduera horiek burutzeko behar diren ezagutza eta gaitasuna frogatzetik salbuesten. Beraz, irakasleak ezagutza horiek balioztatzea bermatzen duen proba bat proposa dezake. Behin betiko notan proba horren balioa ohiko deialdian bezainbeste proportzioan kontutan hartuko da. Proposatutako proba ahozko aurkezpena, ordenagailuarekiko saioa, banakako lana prestatzea zein jarduera osagarrietan ikasitako ezagutza praktikoaren idatzizko deskribapena. Behar den moduan arrazoitutako egoera berezipean, irakasleak azterketa hori dezake ikasgaiaren 100% ebaluatzeko bide bakartzat.

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

e-gela atariaren bidez ikasleari eskeinitako materiala.

## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

M. BRAUN: Differential Equations and Their Applications: An Introduction to Applied Mathematics, 4th ed, Springer, 1992.  
L. EDELSTEIN-KESHET: Mathematical Models in Biology, SIAM, 2005.  
R. HABERMAN: Mathematical Models: Mechanical Vibrations, Population Dynamics, and Traffic Flow, SIAM, 1998.  
P.C. HANSEN, J.G. NAGY Y D.P. OLEARY: Deblurring Images: Matrices, Spectra, and Filtering, SIAM, 2006.  
E. KALNAY: Atmospheric Modelling, Data Assimilation and Predictability, Cambridge University Press, 2004.  
O. PAPINI Y J. WOLFMAN: Algèbre discrète et codes correcteurs, Springer, 1995.

### Gehiago sakontzeko bibliografia

[http://calvino.polito.it/fismat/poli/pdf/lecture\\_notes/BnDeDm-LNs.pdf](http://calvino.polito.it/fismat/poli/pdf/lecture_notes/BnDeDm-LNs.pdf)

### Aldizkariak

### Interneteko helbide interesgarriak

EDA ekuazioen soluzioak bistaratzeko "dfield" programa:  
<http://www.cs.unm.edu/%7Ejoel/dfield/dfield.jar>

"ESL" software sistema dinamikoaren simulazioak burutzeko:  
<http://www.isimsimulation.com/products/esl8/>

## OHARRAK

**IRAKASKUNTZA-GIDA**

2015/16

**Ikastegia** 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea**Zikl.** Zehaztugabea**Plana** GMATEM30 - Matematikako Gradua**Ikastaroa** 3. maila**IRAKASGAIA**

26688 - Kurben eta Gainazalen Geometria Globala

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

Irakasgai hau, "Geometria Diferentziala eta Topologia" jakintza arloan agertzen da, Kurba eta Gainazalak, eta Topologia irakasgaiekin batera.

Irakasgai honetan, Kurba eta Gainazalak irakasgaietan landu egiten den hurbileko geometriatik osoko geometriarako bidea egiteko, nahikoa dena erakutsiko da, Topologiak eragin handia duena bertan.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

$R^2$ -ko kurben eta  $R^3$ -ko kurba eta gainazalen zatikako eta osoko teorien artean loturak ezarri.

Ulertu propietate eta teoremarik garrantzitsuenak.

Erabili topologia eta kalkulu diferentziala eta integrala kurba eta gainazalen zatikako eta osoko propietateak ikasteko.

Erabili ekuazio diferentzialak eta lerro eta gainazal-integralak, kurba eta gainazalen osoko propietateak ondorioztatzeko

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

1.  $R^2$ -ko eta  $R^3$ -ko kurben osoko geometria: Jordan-en kurba teorema. Desberdintza isoperimetrikoa. Lau erpinen teorema. Cauchy-Crofton formula. Ukitzailen biraketa teorema. Fenchel-en teorema. Fary-Milnor teorema.

2. Gainazal norabidagarrien ezaugarri bat. Hodi-inguruneak. Gainazal trinko norabidagarrien bereizketa.

3. Gauss-Bonnet teorema. Gauss-Bonnet teorema inguruneetan. Euler-Poincaré ezaugarria. Gauss-Bonnet teorema orokorra eta bere erabilerak.

4. Esferaren zurruntasuna. Liebmman-en teorema. Minkowski eta Herglotz-en formulak. Cohn-Vossen teorema.

5. Gainazal beteak. Betetasun geodesikoa eta metrikoa. Hopf-Rinow teorema.

6. Aldakuntza teknikak eta erabilerak geometrian: Arku-luzeraren lehen aldakuntza formula, kurba geodesikoak. Arku-luzeraren bigarren aldakuntza formula, Bonnet-en teorema. Jacobiren eremuak eta puntu konjokatuak, Gaussen kurbadura ez positiboa duten gainazalak.

**METODOLOGIA**

Teoriazko 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

**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**

- Ebaluazio mistoaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- ikusi argibideak 100%

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

azterketa idatzia, galderak eta ariketekin: 80-100%  
igorritako ariketen aurkezpena eta eztabaida: 0-20%

## EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

azterketa idatzia, galderak eta ariketekin: 100%

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

M. P. DO CARMO, Geometría diferencial de curvas y superficies, Alianza Universidad Textos 135, Alianza Editorial, 1990.  
L.A. CORDERO, M. FERNÁNDEZ y A. GRAY, Geometría diferencial de curvas y superficies con Matemática©, Addison-Wesley Iberoamericana, 1995.  
A.F. COSTA, M. GAMBOA y A.M. PORTO, Notas de Geometría diferencial de curvas y superficies, Sanz y Torres, 1996.  
A.S. FEDENKO, Problemas de geometría diferencial, Editorial MIR, 1991.  
R. S. MILLMAN y G. D. PARKER, Elements of Differential Geometry, Prentice Hall Inc., 1977.  
S. MONTIEL y A. ROS, Curvas y superficies, Proyecto Sur, 1998.  
A. PRESSLEY, Elementary Differential Geometry, Springer Verlag, 2001.

### Gehiago sakontzeko bibliografia

S. S. CHERN, Curves and Surfaces in Euclidean Spaces, Studies in Global Geometry and Analysis, MAA Studies in Math., The Mathematical Association of America, 1967.  
W. KLINGENBERG, Curso de Geometría diferencial, Alhambra, 1978.

### Aldizkariak

### Interneteko helbide interesgarriak

## OHARRAK

Ondoko irakasgaiak aurretik ondo ikasita eta gaindituta behar lukete egon:

- Aljebra Lineala eta Geometria I
- Kalkulu diferentziala eta integrala I eta II
- Kurba eta gainazalak
- Ekuazio diferentzialak
- Topologia



GUÍA DOCENTE		2015/16																																					
Centre	310 - Faculty of Science and Technology					Ciclo	Indiferente																																
Plan	GMATEM30 - Bachelor`s Degree in Mathematics					Curso	Third year																																
SUBJECT																																							
26688 - Global Geometry of Curves and Surfaces						ECTS Credits:	6																																
DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA																																							
<p>This course is located in the field "Differential Geometry and Topology", that also includes the courses "Curves and Surfaces" and Topology. The course aims to introduce the concepts enough to go from the "local geometry" developed in the course "Curves and Surfaces" to the "global geometry", where strongly influences the topology.</p>																																							
COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA																																							
<p>Interpreting and understanding the relations amongst local and global properties of curves and surfaces in R3. Manipulating and making use of the main properties and results. Implementation of Integral and Differential Calculus and Topology processes to infer global properties of curves and surfaces.. Selecting differential equations methods and devising strategies to obtain applications in global properties.</p>																																							
CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS																																							
<p>1. GLOBAL GEOMETRY OF PLANAR AND SPACE CURVES : Jordan's Theorem for plane curves. Isoperimetric inequality. Four vertex Theorem. Cauchy-Crofton Formula. The Turning Tangent Theorem. Fenchel's Theorem. Fary-Milnor Theorem.</p> <p>2. A CHARACTERIZATION OF COMPACT ORIENTABLE SURFACES: Tubular neighborhoods. Characterization of compact orientable surfaces.</p> <p>3. THE GAUSS-BONNET THEOREM: The local Gauss-Bonnet theorem. The Euler-Poincaré number. The global Gauss-Bonnet theorem and applications.</p> <p>4. RIGIDITY OF THE SPHERE: Theorem of Liebmann. Formulas of Minkowski and Herglotz. Theorem of Cohn-Vossen.</p> <p>5. COMPLETE SURFACES. THE HOPF-RINOW THEOREM: Geodesic completeness and metric completeness. The Hopf-Rinow theorem.</p> <p>6. VARIATIONAL TECHNIQUES AND GEOMETRIC APPLICATIONS: First variation of the arc-length: geodesics. Second variation of the arc-length, Bonnet's theorem. Jacobi vector fields and conjugate points. Surfaces with non-positive, gaussian curvature.</p>																																							
METODOLOGÍA																																							
<p>The theoretical content will be presented in lectures following basic references in the Bibliography. These lectures will be complemented with problems classes (classroom practices) in which students will apply the knowledge acquired in lectures to resolve issues. In seminars issues and representative examples of course content will be develop, which generally have been provided before to students, to work them and encourage subsequent reflection and discussion in the session.</p>																																							
TIPOS DE DOCENCIA																																							
<table><tr><td>Tipo de Docencia</td><td>M</td><td>S</td><td>GA</td><td>GL</td><td>GO</td><td>GCL</td><td>TA</td><td>TI</td><td>GCA</td></tr><tr><td>Horas de Docencia Presencial</td><td>36</td><td>6</td><td>18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Horas de Actividad No Presencial del Alumno</td><td>54</td><td>9</td><td>27</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>										Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA	Horas de Docencia Presencial	36	6	18							Horas de Actividad No Presencial del Alumno	54	9	27						
Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA																														
Horas de Docencia Presencial	36	6	18																																				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	54	9	27																																				
<p><b>Leyenda:</b></p> <table><tr><td>M: Maestral</td><td>S: Seminario</td><td>GA: P. de Aula</td><td>GL: P. Laboratorio</td><td>GO: P. Ordenador</td></tr><tr><td>GCL: P. Clínicas</td><td>TA: Taller</td><td>TI: Taller Ind.</td><td>GCA: P. de Campo</td><td></td></tr></table>										M: Maestral	S: Seminario	GA: P. de Aula	GL: P. Laboratorio	GO: P. Ordenador	GCL: P. Clínicas	TA: Taller	TI: Taller Ind.	GCA: P. de Campo																					
M: Maestral	S: Seminario	GA: P. de Aula	GL: P. Laboratorio	GO: P. Ordenador																																			
GCL: P. Clínicas	TA: Taller	TI: Taller Ind.	GCA: P. de Campo																																				
SISTEMAS DE EVALUACIÓN																																							
<p>- Sistema de evaluación mixta</p> <p>- Sistema de evaluación final</p>																																							
HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN																																							
<p>- see guidelines 100%</p>																																							
CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA																																							
<p>Written exam with questions and problems: 80-100%</p> <p>Presentation and defense of exercises: 0-20%</p>																																							
CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA																																							
<p>Written exam with questions and problems: 100%</p>																																							

## MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

## BIBLIOGRAPHY

### Basic bibliography

- M. P. DO CARMO, Geometría diferencial de curvas y superficies, Alianza Universidad Textos 135, Alianza Editorial, 1990.  
L.A. CORDERO, M. FERNÁNDEZ y A. GRAY, Geometría diferencial de curvas y superficies con Matemática©, Addison-Wesley Iberoamericana, 1995.  
A.F. COSTA, M. GAMBOA y A.M. PORTO, Notas de Geometría diferencial de curvas y superficies, Sanz y Torres, 1996.  
A.S. FEDENKO, Problemas de geometría diferencial, Editorial MIR, 1991.  
R. S. MILLMAN y G. D. PARKER, Elements of Differential Geometry, Prentice Hall Inc., 1977.  
S. MONTIEL y A. ROS, Curvas y superficies, Proyecto Sur, 1998.  
A. PRESSLEY, Elementary Differential Geometry, Springer Verlag, 2001.

### In-depth bibliography

- S. S. CHERN, Curves and Surfaces in Euclidean Spaces, Studies in Global Geometry and Analysis, MAA Studies in Math., The Mathematical Association of America, 1967.  
W. KLINGENBERG, Curso de Geometría diferencial, Alhambra, 1978.

### Revistas

### Useful websites

## OBSERVACIONES

It is necessary to have previously taken the following courses:

- Algebra and Geometry I
- Differential and Integral Calculus I and II
- Curves and Surfaces
- Differential Equations
- Topology

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztugabea

Plana GMATEM30 - Matematikako Gradua

Ikastaroa 3. maila

**IRAKASGAIA**

26682 - Zenbakizko Metodoak II

ECTS kredituak: 6

**IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA**

Irakaskuntzaren helburua ekuazio diferentzial arruntan zenbakizko soluzioa hurbiltzeko Zenbakizko Analisiak eskeintzen dituen oinarrizko metodarik eta tresnarik garrantzitsuenetako batzuk sistematikoki aurkeztea da.

Kursoan zehar ezinbestekoa da ordenagailu praktikak burutzea bai programazio zientifikoko lengoai batetaz edota ikasitako metodo batzuk aplikatu eta kudeatu egiten duten pakete informatikoak erabiltzen.

Ikasgai hau, bigarren mailako Zenbakizko Metodoak I ikasgaiarekin eta hirugarren mailako Ekuazio Diferentzialak eta Eredu Matematikoak ikasgaiekin erlazionatutak daude.

**GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK****GAITASUN:**

Zenbakizko kalkuluko oinarrizko tresnak ezagutzea eta problemak ebazteko balio duten algoritmo edo metodo konstruktiboetan bihurtzea.

Ikasitako zenbakizko metodoak ordenagailuaz programazio lengoai estrukturatuaz inplementatzea eta modu eraginkorrez aplikatzea.

Ikasitako metodo batzuk aplikatu eta kudeatu egiten duten pakete informatikoak erabiltzea eta oinarri bezela integratzea norberak egindako programetan.

Errorearen analisia, lan konputazionala eta beste ezaugarrien arabera, problema bereziaren gainean metodo bakoitzaren erabilpenaren egokitasuna aztertzea.

Simulazio baten bidez lortutako emaitzak balioztatu, irudikatu eta ondorioak atera.

**IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**

Hastapen baldintzetako problemak eta ekuazio diferentzial arrunteko sistemak zenbakikoki ebazteko balio duten metodarik garrantzitsuenak ezagutzea eta aplikatzen jakitea.

**EDUKI TEORIKO-PRAKTIKOAK**

1. ZENBAKIZKO INTERPOLAZIORAKO SARRERA: Interpolazio polinomiala. Lagrange-ren interpolazioa. Hermite-ren interpolazioa. Interpolazio arrazionala.

2. ZENBAKIZKO INTEGRAZIO ETA DERIBAZIO METODOAK: Newton Cotes-en formulak. Richardson-en estrapolazioa. Romberg-en integrazioa. Integrazio orokorreko formulak. Koadratura Gaussiarra.

**EKUAZIO DIFERENTZIAL ARRUNTEN ZENBAKIZKO EBAZPENA**

3. SARRERA: Ordena murrizketa handitik txikira. Diferentzi linealen ekuazioak. Euler-en metodoa.

4. URRATS BATEKO METODOAK. R-K: Runge-Kutta metodoak. Runge-Kutta metodoen egonkortasuna.

5. URRATS UGARIKO METODO LINEALAK: Urrats ugariko metodo linealen egonkortasuna; Aurresan-zuzentzaile metodoak; Aurresan-zuzentzaile metodoen egonkortasuna.

6. DIFERENTZIA ATZERAKORREKO METODOAK: Diferentzia atzerakorreko Adams metodoak. BDF formula.

7. STIFF SISTEMAK: Kontzeptuaren interpretazioa. Egonkortasunaren definizioa Stiff sistemetan. Esponentzialaren Pádè-ren hurbilketa. Stiff sistemetarako metodoak.

**EDUKI PRAKTIKOAK**

Ikasgaiaren zati teorikoan ikasten eta analizatzen diren zenbait algoritmoak aplikatzen dituen ordenagailu praktikak egin behar dira.

**METODOLOGIA**

Eskola magistraletan ikasgaiaren edukin teorikoak garatuko dira bibliografian agertzen diren oinarrizko erreferentziei jarraituz. Eskola teorikoekin batera ariketa saioak eskeiniko dira ere gelako praktikak), azken hauetan ikasleei erantzuteko galderak proposatuko zaie, non eskola teorikoan garatutako kontzeptuak aplikatzen diren. Mintegietan ikasgaiaren edukinari lotutako galdera eta adibidea esangarriak garatuko dira. Mintegia burutu baino lehenago ikasleei galdera eta adibideak bideratuko zaie saioan bertan ausnarketa eta eztabaidaketa sustatzeko. Hortaz gain ikasgaiaren gaitasunetaz

jabetzeko ordenagailu praktikak egingo dira.

## 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: Maistrala

S: Mintegia

GA: Gelako p.

GL: Laborategiko p.

GO: Ordenagailuko p.

GCL: P. klinikoak

TA: Tailerra

TI: Tailer Ind.

GCA: Landa p.

## EBALUAZIO-SISTEMAK

- Ebaluazio mistoaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

## KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Garatu beharreko proba idatzia 65%
- Praktika (arriketak, kasuak edo buruketak) 20%
- Lanen, irakurketen... aurkezpena 15%

## OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Idatzizko azterketak (notaren %65)

Ordenagailu praktikak egitea (notaren %20)

Banakako problemak eta lanak (notaren %15)

Azterketan gutxienez 4,00ko nota ateratzea ezinbestekoa da aurretik zehaztutako porzentaiak eta erizpideak gauzatzeko.

## EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Ezohiko deialdian ohiko deialdian aplikatutako ebaluazio erizpide berberak erabiliko dira.

Idatzizko azterketaz gain proposatutako jarduera osagarri ebaluagarriak gainditugabe edukitzeak ez du jarduera horiek burutzeko behar diren ezagutza eta gaitasuna frogatzetik salbuesten. Beraz, irakasleak ezagutza horiek balioztatzea bermatzen duen proba bat proposa dezake. Behin betiko notan proba horren balioa ohiko deialdian bezainbeste proportzioan kontutan hartuko da. Proposatutako proba ahozko aurkezpena, ordenagailuarekiko saioa, banakako lana prestatzea zein jarduera osagarrietan ikasitako ezagutza praktikoen idatzizko deskribapena.

Behar den moduan arrazoitutako egoera berezipean, irakasleak azterketa har dezake ikasgaiaren 100% ebaluatze bide bakartzat.

## NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

e-gela atariaren bidez ikasleari eskeinitako materiala.

## BIBLIOGRAFIA

### Oinarrizko bibliografia

#### BIBLIOGRAFÍA

D. KINCAID Y W. CHENEY: Análisis Numérico. Las matemáticas del cálculo científico. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.

S.D. LAMBERT: Computational Methods in Ordinary Differential Equations, John Wiley & Sons, 1973.

S.D. LAMBERT: Numerical Methods for Ordinary Differential Systems, John Wiley & Sons, 1991.

E. HAIRER Y S.P. NORSETT Y G. WARNER: Solving Ordinary Differential Equations I. Non Stiff Problems, Springer, 1987.

J. STOER Y R. BULIRSCH: Introduction to Numerical Analysis. Springer-Verlag, Inc., 1993.

### Gehiago sakontzeko bibliografia

### Aldizkariak

### Interneteko helbide interesgarriak

## OHARRAK