



MATEMATIKAKO GRADUA

4. MAILAKO IKASLEAREN GIDA

2022-2023 IKASTURTEA

Edukien taula

1.- Matematikako Graduari buruzko informazioa.....	3
Aurkezpena	3
Titulazioaren gaitasunak.....	3
Graduko ikasketen egitura	3
Laugarren mailako irakasgaiak graduaren testuinguruan	4
Egin beharreko jarduera motak.....	5
Gradu Amaierako Lana (GRAL).....	5
Mugikortasuna	5
Kanpoko praktika akademikoak.....	5
Tutoretza akademikoak.....	6
Tutoretza Plana (TP).....	6
Matematika Saileko liburutegia	6
Koordinazioa	6
Bestelako informazio interesgarria	7
2.- Mailari buruzko informazio espezifikoa.....	7
Ikasleen banaketa irakaskuntza taldeetan.....	7
Taldeari dagozkion jardueren egutegia	7
Irakasleak	7
Jarduerak laugarren mailako ikasleentzat	7
3.- Ikasturteko irakasgaien irakaskuntza gidak.....	8

Gida hau Matematikako Graduko Ikasketa Batzordeak (MATGIB) egin du

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 administrazioari goi mailetan aplikatzeari lotutakoak.

Beraz, Matematikan Graduatu tituluaren helburua hainbat eremutako arazoaren formulazio matematikoa, analisia, ebazpena eta, kasu batzuetan, tratamendu informatikoa egitea da. Hauek izan daitezke eremu horietako batzuk: oinarrizko zientziak, gizarte eta bizitzako zientziak, ingeniariak, finantzak, aholkularitza, etab.

Titulazioaren gaitasunak

Matematikako Graduak ondorengoetarako gaitzen du:

- T1. Matematika-arloen helburua, metodoak eta baliagarritasuna ezagutzea, eta haien oinarrizko kontzeptuak eta emaitzak zein diren jakitea.
- T2. Matematikaren hainbat arlotako Teorema klasiko batzuen frogapen zehatzak ezagutzea.
- T3. Objektu matematikoen, behatutako errealitatearen eta beste eremu batzuen egitura-propietateen abstrakzioa egiten eta noizbehinkako propietate hutsetatik bereizten jakitea, eta testuinguru abstraktu horretan arrazoiketa matematikoa erabiltzen jakitea.
- T4. Matematikako problemak oinarrizko kalkuluko eta bestelako abilezien bidez ebaztea, eta ebazpena eskuragarri dauden tresnen eta denbora- eta baliabide-mugen arabera planifikatzea.
- T5. Eskuraturako ezagutzak eta analisirako eta abstrakziorako gaitasuna problemaren definizio eta planteamenduan eta soluzioen bilaketan aplikatzea, testuinguru akademikoetan zein lanbide-testuinguruetan.
- T6. Tresna matematikoen erabilera eskatzen duten problema zientifiko, teknologiko edo beste eremu batzuetakoei buruzko datu, informazio edo emaitza garrantzitsuak bildu eta interpretatzea.
- T7. Esperimentatzeko eta kasu bakoitzerako konputazio-ingurune egokian problema matematikoak ebazteko aplikazio informatikoak erabiltzen jakitea.
- T8. Hizkuntza matematikoa ulertu eta erabiltzea, eta ezagutza, prozedura, emaitza eta ideia matematikoak idatziz zein ahoz komunikatzea.
- T9. Ondorengo ikasketak autonomia-maila handiarekin egiteko beharrezkoak diren ikaskuntza-trebetasunak garatzea.
- T10. Matematikan baliabide bibliografikoak bilatzeko tresnak erabiltzea.

Graduko ikasketen egitura

ECTS kredituak edo kreditu europarrak ikasketen Planean jasotako helburuak lortzeko ikasle bakoitzak egin beharreko ikasketen lanaren bolumen edo zama osoa neurtzen du. ECTS kreditu bakoitza ikaslearen 25 ordu arteko lan zamari dagokio eta horietatik 10 aurrez-aurre 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 urtetan 240 ECTSak egingo dituzte.

Matematikako Gradua urte osoko edo lauhileko irakasgaietan oinarrituta antolatzen da. Denboraren banaketa 1. taulan laburbilduta dago:

1. Taula Matematikako Graduako Egitura

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

Aipamen edo espezialitate bat lortzeko nahitaezkoa da gutxienez aipamen horretako 5 irakasgai egitea. Informazio gehiago:

<https://www.ehu.es/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/grado-matematicas>.

Laugarren mailako irakasgaiak graduaren testuinguruan

Bigarren eta hirugarren mailan bezala, laugarren mailako irakasgaiak Matematikako Gradurako espezifikokoak dira, Euskararen Arauak eta Erabilerak eta Komunikazioa Euskaraz irakasgaiak ezik. Horietako batzuek aurreko urteetako irakasgai jarraipen naturala ematen diete eta gainerakoak Matematikako adarren ikasketan sakontzen dira: Algebra, Analisi Matematikoa, Estatistika, Geometria eta Topologia, Matematika Aplikatua eta Probabilitatea. Aurreko urteetan ez bezala, graduaren laugarren mailako irakasgaiak hautazkoak dira.

Hautazko irakasgaiez gain, ikasle bakoitzak Gradu Amaierako Lana egin beharko du. Lan hau era autonomoan garatuko du, zuzendari batek edo gehiagok gainbegiratuta eta gidatuta, eta bertan eduki matematiko nabaria duen problema teoriko edo praktikoa bat aztertuko du. Gradu Amaierako Lana egindakoan, ikasleak lan horren aurkezpena egin beharko du epaimahai baten aurrean.

2022-2023 ikasturtean eskainiko diren hautazko irakasgaiak hauek dira:

Lehenengo lauhilekoa	Bigarren lauhilekoa
Aldagai Anitzeko Analisisa (MAEC)	Algebraic Geometry (MP)
Ampliación de Métodos Numéricos (MAEC)	Ampliación de Topología (MP)
Kodeak eta Kriptografia (MP) (MAEC)	Diseño de Algoritmos (MAEC)
Deribatu Partzialetako Ekuazioak (MP) (MAEC)	Komunikazioa euskeraz: Zientzia eta Teknologia
Euskararen Arauak eta Erabilerak	Numerical Solutions for Differential Equations (MAEC)
Functional Analysis (MP)	Probabilidad y Procesos Estocásticos (MAEC)
Grupos y Representaciones (MP)	Teoría de Números (MP)
Programación Matemática (MAEC)	Varietades Diferenciables (MP)

(MAEC): Matematika Aplikatua, Estatistika eta Konputazioa aipamena

(MP): Matematika Hutsa aipamena

Egin beharreko jarduera motak

Ikasgelako ikasteko prozesua hainbat jardueraren bidez gauzatzen da: eskola magistralak, ikasgelako praktika taldeak, ordenagailuko praktikak eta mintegiak, ikasleen parte-hartze aktiboaren mailaren arabera.

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

Gradu Amaierako Lana (GRAL)

Gradu Amaierako Lana (GrAL) ikasle bakoitzak zuzendari baten edo gehiagoren gidaritzapean banaka egin behar duen proiektu, memoria edo azterlana da. Lan horretan txertatu eta garatu beharko dira, hain zuzen, graduako ikaskuntza-prozesuan zehar jasotako prestakuntza-edukiak, gaitasunak eta trebetasunak.

Zientzia eta Teknologia Fakultateko Gradu Amaierako Lana Egin eta Defendatzeari Buruzko Arautegian ikasle bakoitzak GrALa egiten hasteko ezagutu behar dituzten fase eta bete beharreko baldintzen inguruko xehetasunak azaltzen dira. Hurrengoak dira 2022-2023 ikasturteko data garrantzitsuak:

Aurreinskripzioa (2022ko uztailak 14-16, biak barne): online betetzeko formularioaren bidezko aurreinskripzioa: https://www.ehu.es/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/tfg_aurreinskripzioa.

Inskripzioa edo izen-ematea: GRALen izena emateko, 72 kreditu eduki daitezke gehienez egin gabe (4. mailako 60 kredituak eta aurreko ikasturteetatik gehienez gera daitezkeen 12). Bi aukera daude:

- **2022ko irailak 1-10** (biak barne): irakasleek ikasleekin **adostutako lanen** izenak ematen dituzte eta, aldi berean, adostu gabeko lanen gaiak eskaintzen dituzte, gero ikasleek hautatu ditzaten.
- **2022ko irailak 22-24** (biak barne): **adostutako lanik ez** duten ikasleek GAUREn bidez egiten dute gaien aukeraketa. Zerrendatik gehienez bost gai hautatu daitezke.

Esleipena (2022ko irailak 27 – urriak 1 (biak barne): GRALen gaien behin betiko esleipena egindakoan ikasleei posta elektronikoko bidez mezua helarazten zaie.

Matrikulazioa, memoria entregatzea eta defentsa: matrikulak bi defentsa deialditarako eskubidea ematen du ikasturteko. Matrikulatzeko, ikasleak Graduako kreditu guztiak gaindituta izan behar ditu, GRALarenak izan ezik. 2022/23 ikasturtean, honako hauek izango dira matrikularako eta defentsarako datak:

Deialdia	Matrikula eta Memoria entregatzea	Defentsa
Otsaila	2023ko otsailaren 14-17	2023ko martxoaren 7-12
Ekaina	2023ko ekainaren 22-24	2023ko uztailaren 13-15
Abuztua	2023ko uztailaren 22-26	2023ko irailaren 7-9

GrALari buruzko informazio gehiago:

<https://www.ehu.es/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/trabajos-fin-grado>.

Matematikako Graduako araudi espezifikoa:

https://www.ehu.es/documents/19559/1482414/MAT_TFG_eus.pdf/dda29c1a-cc6e-4e88-3404-107e20eee15a?t=1653386379441.

Mugikortasuna

Fakultateak parte hartzen duen mugikortasun programen bidez, ikasleek aukera izango dute lauhileko edo ikasturte oso bat beste unibertsitate batean ikasteko. Bete beharreko baldintzak eta kontuan izan beharreko gainerako informazioa hurrengo estekan ikus daitezke:

<https://www.ehu.es/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/programas-intercambio-alumnado>.

Kanpoko praktika akademikoak

Kanpoko erakundeetan praktikak egiteak aukerak zabaltzen dizkie ikasleei lan-munduan sartzeko, eta ezagutza eta gaitasun praktikoak bereganatzeaz ez ezik, lan-eskarmentua ere eskuratzen dute. Matematikako Graduak kanpoko praktika akademikoak egin daitezke, curriculumetik kanpokoak; hau da, hautazkoak dira. Horiek egiteko, 120 ECTS gainditu behar dira. Informazio gehiago:

<https://www.ehu.es/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/insercion-laboral>.

Tutoretza akademikoak

Tutoretza akademikoa, funtsean, ikasleei aholkularitza eta orientazio akademikoa ematean datza, irakasle baten bidez. Aholkularitza honi esker ikasleak laguntza jasoko du ikasten dituen irakasgaietan. Lauhileko bakoitzaren hasieran irakasle bakoitzak bere tutoretza-ordutegiak berri emango du.

Tutoretza Plana (TP)

Tutoretza Planaren (TP) bidez ikasleei irakasle tutore bat edukitzeko aukera eskaintzen zaie eta, horrela, unibertsitateko bizitzaren alderdi guztietan integratzea errazagoa izango dute. Horrez gain, irakasle tutore bakoitzak ibilbide akademiko osoan zehar orientatuko ditu bere ikasleak.

Irakasle tutoreen xedeak hurrengo hauek dira:

- Prestakuntza integraleko prozesuan ikasleei laguntzea, ikuspegi akademiko, pertsonal eta profesionalen.
- Ikasleei Fakultatearen jardura akademikoan integratzen laguntzea.
- Ikasleei unibertsitatean eskuragarri dituzten zerbitzu eta jardueren berri ematea.
- Ikasketa aldiak ager daitezkeen zailtasunak identifikatzea eta ikasteko gaitasun eta estrategien garapena erraztea.
- Erabakiak hartzen laguntzea, bereziki curriculum ibilbidea aukeratu behar duenean.
- Ikasleen garapen akademiko eta profesionalerako interesgarria izan daitezkeen informazioa ematea.

Lehenengo mailaren hasieran, irakasle tutore bana esleitzen zaie Matematikako Graduak ikasleei. Esleipen hori indarrean egongo da gradua lortu arte.

Matematika Saileko liburutegia

Matematika Sailak dibulgazio matematikako eta logikako problemei buruzko liburu bilduma du interesdunen eskura.

<https://www.ehu.es/eu/web/departamento-matematicas/biblioteca>.

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

Koordinazioa

Gradu Ikasketen Batzordeak (GIB) graduak koordinazioaz arduratzen dira, hau da, graduaren curriculumaren garapenez, jarraipenez, errebisioaz eta hobekuntzaz arduratzen dira. Gida hau idazterakoan, honako hauek osatzen dute Matematikako Graduak GIB:

Mota	Koordinatzailea	Kontaktua
Gradua TP	Ana María Valle Martín Matematika Saila	anamaria.valle@ehu.es 946015467 E.P0.19
1. maila	Aingeru Fernández Bertolín Matematika Saila	aingeru.fernandez@ehu.es 946012659 E.S1.20
2. maila	Leticia Hernando Rodríguez Matematika Saila	leticia.hernando@ehu.es 946015459 E.P1.17
3. maila	Txomin Ramirez Alzola Matematika Saila	txomin.ramirez@ehu.es 946015463 E.P1.5
4. maila GrAL	Miren Agurtzane Amparan Larrabaster Matematika Saila	agurtzane.amparan@ehu.es 946015466 E.S1.4

Matematikako Graduak GIBei buruzko informazio gaurkotua hurrengo estekan kontsultatu daitezke:

<https://www.ehu.es/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/comisiones-grado#GradulkasketenBatzor8>

Gainera, graduak irakasgai bakoitzerako koordinatzaile bat izendatuko da, zeina irakasgai hura ematen duen irakasle-taldea koordinatzeaz arduratuko baita. Matematikako Graduak irakasgaietako koordinatzaileak hurrengo estekan kontsultatu daitezke:

<https://www.ehu.es/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/coordinacion-asignaturas-mat>.

Bestelako informazio interesgarria

Graduko zenbait irakasgaitan, irakasleek ikasgela birtuala erabiltzen dute irakaskuntza presentzialaren osagarri gisa. Ikasgela horiek eGelan daude (<https://egela.ehu.eus>). eGelan sartzeko LDAP erabiltzaile-izena eta pasahitza behar da, ikasle bakoitzari esleitzen zaiona ikasle berriko matrikula egitean. LDAP erabiltzaile-izena eta pasahitza ere GAUREn sartzeko erabiltzen dira, zeina administrazio tramiteak eta ikasleen biziak akademikoari lotutako datuak kontsultatzeko erabiltzen den errEminta informatikoa baita.

Matematikako Graduan matrikulatutako ikasle bakoitzak posta elektronikoko korporatibo propioa dauka; kasu honetan ere, ikasle berriko matrikula egitean helbidea eta pasahitza esleitzen zaio ikasle bakoitzari. Helbide honetara iristen dira irakasleek, eGelak, dekanotza taldeak eta unibertsitateko bestelako estamentuek bidalitako mezuak. Helbide honetara iristen diren mezuak posta elektronikoko pertsonalera birbideratu daitezke. Informazio gehiago hurrengo estekan:

https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/bbc_alumnado.

Partekatutako fitxategi gordailu-zerbitzua ere badago (<https://www.ehu.eus/eu/group/ikt-tic/bildu>).

Posta korporatiboaren erabilerari edo UPV/EHUko zerbitzu informatikoei lotutako edozein zalantza edo arazo izanez gero, gomendagarria da EAZrekin (Erabiltzailearentzako Arreta Zerbitzua) kontaktatzea <https://lagun.ehu.es/CAisd/pdmweb.exe> web orriaren bidez, LDAP erabiltzaile-izena eta pasahitza erabiliz. EAZri buruzko informazio gehiago <https://www.ehu.eus/eu/web/ikt-tic/eaz-cau> estekan aurkitu daiteke.

Zientzia eta Teknologia Fakultateko Ikaslearentzako Arreta Zerbitzuak (ZTFIAZ) aholku ematen die ikasleei, eta enpresetako praktiketan zein akademia-elkartruke programetan parte hartzeko beharrezko izapideez ere arduratzen da. Fakultateko Idazkaritzan kokatuta dago. ZTFIAZri buruzko informazio gehiago <https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/atencion-estudiantes> estekan aurkitu daiteke.

Matematikako Graduari buruzko informazio gehiago:

<https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/grado-matematicas>.

Fakultateko web orria:

<https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea>.

2.- Mailari buruzko informazio espezifikoa

Ikasleen banaketa irakaskuntza taldeetan

Irakasgai batean talde bat baino gehiago dagoen kasuetan, ikasleei bere taldea zein den jakinaraziko zaie lauhileko bakoitzeko lehen asteetan zehar.

Taldeari dagozkion jardueren egutegia

Ikastegiko eskola-egutegia webgune honetan kontsultatu daiteke:

<https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/calendario>.

Ordutegi ofiziala, jarduera bakoitza emango den ikasgelen inguruko informazioa eta azterketen egutegi ofiziala Fakultateko web-orrian argitaratu eta eguneratuko dira. Hurrengo estekan kontsultatu daitezke: <https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/egutegia-ordutegiak>. Horrez gain, aurreko estekan ere graduko ikasgaietarako izendatutako 5. eta 6. deialdiko tribunalak kontsultatu daitezke.

Irakasleak

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

<https://www.ehu.eus/eu/matematikako-gradua/irakasleak>.

Irakasle batek aurreko estekan duen informazioa eskuratzeko, nahikoa da haren izenean klik egitea.

Jarduerak laugarren mailako ikasleentzat

Laugarren mailako ikasleek GrAren Defentsa Eraginkorraren ikastaro bat egin ahal izango dute.

3.- Ikasturteko irakasgaien irakaskuntza gidak

Gidak ordena alfabetikoaren arabera ordenatuta daude. Gida bakoitza irakasgaia emango den hizkuntzan agertzen da. Ingelesez ematen diren irakasgaietarako B2 maila izatea gutxienez gomendatzen da, hauek ondo jarraitu eta ulertu ahal izateko.

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea**Zikl.** Zehaztu gabea**Plana** GMATEM31 - Matematikako Gradua**Ikastaroa** 4. maila**IRAKASGAIA**

26669 - Aldagai Anitzeko Analisisia

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

Aldagai Anitzeko Analisisaren oinarriko kontzeptuak, teknikak eta emaitzak aurkeztuko dira irakasgai honetan. Aldagai anitzeko teknika erabilgarrien definizio, hipotesi eta ezaugarri teorikoak ezagutuko dira. Egokia den testuinguruan teknika bakoitza aplikatzeko beharrezkoak diren metodoak garatuko dira eta eskuragarri dugun software estatistikoaren bidez garaturiko teknikak aplikatu eta lorturiko emaitzak interpretatuko dira.

TESTUINGURUA

Aldagai Anitzeko Analisisia irakasgaia hautazkoa da eta Estatistika arloan sakondu nahi duten ikasleei zuzenduta dago. Beharrezkoa da hirugarren mailako Inferentzia Estatistikoa landuta izatea.

GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**GAITASUN ESPEZIFIKOAK**

GE01.- Probabilitateen kalkuluaren, estatistikaren eta programazio matematikoaren kontzeptuak eta emaitzak sakon ezagutzea.

GE03.- Zorizko gertaerekin, datu analisiarekin eta funtzio linealen optimizazioarekin erlazioatutako terminologia zuzentasunez erabiltzea.

GE04.- Zorizko gertaerei eta datuen tratamenduari buruzko egoera tipikoak behar bezala modelizatzea

GE05.- Aipatutako egoerak aztertzeke baliabide informatiko egokiak ezagutzea eta horietako batzuk behar bezala erabiltzen jakitea

GE06.- Aipatutako egoera horietan lortu nahi den helburuaren arabera analisi-teknika egokia behar bezala hautatzea.

GE07.- Egoera horiek eskatzen dituzten kalkulu edota bistaratze gra koak behar bezala egitea, baliabide teoriko edota konputazional egokiak erabiliz.

GE08.- Egindako analisisien emaitzak zentzu kritikoarekin interpretatzen jakitea.

IRAKASKUNTZA-EMAITZAK

- Aldagai anitzeko datuak aztertzeke teknika nagusien ikuspegi orokorra izatea.

- Datu multzo bat aztertzeke teknika zehatz egokiena arrazoituz aukeratzen jakitea.

- Analisisaren emaitzak zuzen interpretatzen jakitea.

- Aldagai anitzeko datuak aztertzeke edota programazio linealeko eta oso-mistoko arazoak konputazionalki ebazteko baliabide informatiko egokiak ezagutzea eta behar bezala erabiltzea.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. SARRERA: aldagai anitzeko analisirako sarrera, aldagai anitzeko banaketa normala

2. EREDU LINEALA: erregresio lineal bakuna, erregresio lineal anizkoitza, eredu lineal orokorra.

3. EREDU LINEAL OROKORTUA eta ANALISI DISKRIMINATZAILEA: erregresio logistikoa, poisson erregresioa eta analisi diskriminatzailea.

4. FAKTORE ANALISIA: faktore analisi-motak, faktore analisisaren ereduak, analisisaren faseak, faktoreen ateratze eta biraketa, osagai nagusietako analisia, komunalitateen lortzea, doikuntza-egokitasuna

5. KORRESPONDENTZIA ANALISIA: analisi orokorra, azpiespazio bat, puntu-hodeira doitzea, korrespondentzia sinpleetako analisia, korrespondentzia anizkoitzetako analisia.

6. SAILKAPEN AUTOMATIKOA: sailkapen motak, distantzia eta algoritmoak, metodo hierarkikoak, metodo ez hierarkikoak.

Ordenagailuko praktiketan ikasitako estatistika-teknika ezberdinak datu-fitxategi zehatz batean aplikatuko dira baliabide informatikoak erabiliz. Lorturiko emaitzak erabiliko dituzte ikasleek txosten estatistikoa garatzeko.

METODOLOGIA

Ikasturte hasieran, eGela plataforman argitaratuko dira irakasgaiaren apunteak, adibideak ebatzita eta irakasgaia lantzeko beharrezkoak diren material ezberdinak.

Eduki teorikoa klase magistraletan azalduko da, Bibliografian eta erabili beharreko materialen agertzen diren oinarriko erreferentziei jarraituz. Klase magistral horiek osatzeko, ikasgelako praktikak daude, non azalduko diren aldagai anitzeko teknika ezberdinei loturiko adibide praktikoaren emaitzak landuko diren.

Ordenagailuko praktiketan, ikasleak lan-taldetan banatuko dira eta talde bakoitzak fitxategi zehatz bat landu beharko du, azalduko teknika ezberdinak aplikatuz, txosten estatistiko bat osatu beharko dutelarik. Txosten estatistiko idatzia entregatu beharko dute eta horren ahozko azalpena egin ere.

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	18	3	15		24				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	27	4,5	22,5		36				

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 jarraituaren sistema
- Azken ebaluazioaren sistema

KALIFIKAZIOKO TRESNAK ETA EHUNEKOAK

- Ikusi orientazioak % 100

OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

EBALUAZIO JARRAITUA:

Azken azterketa idatzia (%50)

Praktikak (ikasturte osoan zehar landu beharreko lana). Txosten idatzia eta ahozko aurkezpena egitea (%50)

AZKEN EBALUAZIOA (9.asterarte (hau barne) eska daiteke; data horretarako eskaerarik jaso ezean, ebaluazio jarraitua aplikatuko da):

Azken azterketa idatzia (ebaluazio jarraitua egiten duten ikasleekin batera) (%50)

Azterketa praktikoa: lan praktikoa garatzeko 24 ordu. Frogaren hasieran emandako datu basea hartuta, kurtsoan zehar landutako kompetentzia guztiak menperatzen direla frogatu beharko da.(%50)

UKO EGITEA

Ohiko deialdian, azterketa idatzira aurkezten ez den edo txosten estatistikoa ematen ez duen ikaslearen kalifikazioa Ez-aurkeztua izango da, nahiz eta ahozko aurkezpena egina izan.

EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Azken azterketa idatzia (ebaluazio jarraitua egiten duten ikasleekin batera) (%50)

Azterketa praktikoa: lan praktikoa garatzeko 24 ordu. Frogaren hasieran emandako datu basea hartuta, kurtsoan zehar landutako kompetentzia guztiak menperatzen direla frogatu beharko da.(%50) Txosten estatistikoaren ebaluazioa gainditu bada, ohiko deialdian egindako praktiken nota mantenduko da. Horrela, ez da egongo azterketa praktikoa egin beharrik.

NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

Apunteak eta eGela plataforman argitaraturiko materialak.

BIBLIOGRAFÍA

Oinarrizko bibliografia

- Julian J. Faraway. Linear models with R., Chapman & Hall/CRC, 2014 (second ed.)
- Julian J. Faraway. Extending the linear model with R, Chapman & Hall/CRC,2005
- Michael Greenacre. La práctica del análisis de correspondencias, Fundación BBVA, 2008.
- David W. Hosmer, Stanley Lemeshow and Rodney X. Sturdivant. Applied Logistic Regression, Wiley, 2013 (third ed.).
- Daniel Peña, Análisis de datos multivariantes, McGraw-Hill, 2002.
- Sanford Weisberg, Applied Linear Regression, Wiley, 2013 (fourth ed.).
- Husson, F., Le, S., Pages, J. Exploratory multivariate analysis by example using R. Chapman & Hall/CRC Texts in Computer Science and Data Analysis, 2017 (second ed.)

Gehiago sakontzeko bibliografia

- Annette J. Dobson & Adrian Barnett. An Introduction to Generalized Linear Models. Chapman & Hall/CRC Texts in Statistical Science. 2008 (third ed.).
- Michael Greenacre.. Theory and application of Correspondence Analysis. London Academic Press, 1984.
- Frank E. Harrell. Regression modeling strategies. Springer, 2001
- Michel Jambu. Exploratory and Multivariate Data Analysis. Academic Press, 1991.
- David G. Kleinbaum, Lawrence L. Kupper, Azhar Nizam, and Eli S. Rosenberg. Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods. Cengage Learning, 2013 (fifth ed.).
- Peter McCullagh & John.A.Nelder. Generalized Linear Models. Chapman and Hall, 1989. ((second ed.).
- Ewout W Steyerberg. Clinical prediction models: a practical approach to development, validation, and updating. Springer, 2008

Aldizkariak

- Biometrical journal: <http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/%28ISSN%291521-4036/>
- BMC Medical research methodology: <http://www.biomedcentral.com/bmcmedresmethodol>
- Journal of Applied Statistics: <http://www.tandfonline.com/loi/cjas20#.VWw8eUYpp8E>
- Statistics in medicine: <http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/%28ISSN%291097-0258>
- Statistical methods in medical research: smm.sagepub.com/

Interneteko helbide interesgarriak

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

OHARRAK

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

COURSE GUIDE

2022/23

Faculty

310 - Faculty of Science and Technology

Cycle

Not Applicable

Degree

GMATEM31 - Bachelor's Degree in Mathematics

Year

Fourth year

COURSE

26674 - Algebraic Geometry

Credits, ECTS: 6**COURSE DESCRIPTION**

In this course we study (geometric) varieties that are described as the zero sets of polynomial equations. We start by understanding the relation between varieties and polynomial rings using techniques in commutative algebra. Additionally, we set background in affine and projective geometry over algebraically closed fields (most of the time, over the field of complex numbers) and then, we study the Zariski topology, irreducible varieties, Bezout theorem for intersection of curves in the projective plane and the additive structure of irreducible cubic curves.

We recommend to have taken the following courses: Algebraic Structures (2nd year), Commutative Algebra (3rd year) and Algebraic Equations (3rd year), which are devoted to developing the fundamentals of abstract algebra and its main applications. Also, we recommend to have at least a B2 level in English to follow the course.

COMPETENCIES/LEARNING RESULTS FOR THE SUBJECT

SPECIFIC COMPETENCES:

M11CM09 - To know the ring of fractions of Z and of ring of polynomials over a field (unity, prime ideals, maximal ideals, etc). To understand the relation between the ring of fractions and its quotients.

M11CM10 - To be able to apply the structure theorem of Artinian rings to the quotients of polynomial rings with two variables (with coefficients in a field) by ideals generated by two coprime polynomials.

M11CM11 - To be able to apply Hilbert's Nullstellensatz theorem to study the existence of solutions of a system of equations over an algebraically closed field.

M11CM12 - To be able to compute the index of intersection point of two planar curves.

M11CM13 - To be able to apply Bezout's theorem to study the planar curves: inflection points, parametrization of curves, etc. To be able to sum points in an irreducible cubic curve.

LEARNING RESULTS:

- Compute the unities, prime and maximal ideals, etc. of certain fractions of Z and of polynomial rings with coefficients in a field.

- To be able to apply the zeroes theorem of Hilbert to study the existence of solutions of a system of equations with coefficients in an algebraically closed field.

- To be able to compute the index of intersection point of two planar curves.

- To be able to apply Bezout's theorem to study the planar curves: inflection points, parametrization of curves, etc. To be able to sum points in an irreducible cubic curve.

Further key words in learning results: Noetherian rings, Zariski topology, algebraic varieties, coordinate rings, tangent space, multiple points, singularities.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. RINGS OF FRACTIONS: Definition and main properties. Localization of a ring in a prime ideal. Ideals in rings of fractions.
2. NOETHERIAN RINGS: Definition properties and examples.
3. HILBERT NULLSTELLENSATZ: Integral extensions of rings, Zariski theorem. Maximal ideals of a polynomial ring over an algebraically closed field. Hilbert nullstellensatz.
4. PLANE CURVES: Tangents. Multiple points. Intersection index of two curves in a point.
5. APPLICATIONS: Bezout theorem and applications: Pascal and Pappus and the additive group structure of a cubic irreducible curve. Resolution of singularities. Quadratic and cubic surfaces.

TEACHING METHODS

The theoretical contents will be presented in master classes following the 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 the problems. In the seminar sessions, exercises and representative examples will be considered. Such exercises will be given to the students in advance so that they will be able to work on them to work out the solutions by themselves. Students must participate actively in the seminar sessions and they will be encouraged to discuss about the solutions.

TYPES OF TEACHING

Types of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Hours of face-to-face teaching	36	6	18						
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	54	9	27						

Legend: M: Lecture-based S: Seminar GA: Applied classroom-based groups
GL: Applied laboratory-based groups GO: Applied computer-based groups GCL: Applied clinical-based groups
TA: Workshop TI: Industrial workshop GCA: Applied fieldwork groups

Evaluation methods

- Continuous evaluation
- End-of-course evaluation

Evaluation tools and percentages of final mark

- Written test, open questions 60%
- Exercises, cases or problem sets 25%
- Oral presentation of assigned tasks, Reading 15%

ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

To pass the subject it will be enough to follow and to carry out correctly the activities in class including seminars and projects. If the student decides to go to the final exam, the final mark will be the maximum between the mark of the final exam and the weighted average under the following formula:

$$\text{Final Mark} = \max\{0, 2x(\text{Mark of the Partial Exam}) + 0,4x(\text{Mark Oral Exposition, Projects and Problems}) + 0,8x(\text{Mark of the Final Exam} - 5), \text{Mark of the Final Exam}\}$$

The interest and willingness of the student during the course will also be taken into account.

EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

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

MANDATORY MATERIALS

BIBLIOGRAFÍA

Basic bibliography

BIBLIOGRAFIA

- M. ATIYAH, I.G. MACDONALD. Introducción al Álgebra Conmutativa, Ed. Reverté, 1973.
D. COX, J. LITTLE, D. O'SHEA. Using Algebraic Geometry, Springer, 1998.
W. FULTON. Curvas Algebraicas, Reverté, 1971.
F. KIRWAN. Complex Algebraic Curves, Cambridge Univ. Press, 1992.
E. KUNZ. Introduction to Commutative Algebra and Algebraic Geometry, Birkhäuser, 1985.
C. MUSILI. Algebraic Geometry for Beginners, Hindustan Book Agency, 2001.
M. REID. Undergraduate Algebraic Geometry, Cambridge University Press, 1988.

Detailed bibliography

Journals

Web sites of interest

OBSERVATIONS

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GMATEM31 - Grado en Matemáticas**Curso** 4º curso**ASIGNATURA**

26673 - Ampliación de Topología

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

Esta asignatura tiene como objetivo el conocimiento del concepto de invariante topológico a través del estudio de la homotopía, el manejo de la noción general de convergencia para el reconocimiento de propiedades topológicas y el estudio de condiciones para la extensión de funciones continuas.

Tras finalizar el curso, el alumnado debería saber distinguir una gran variedad de espacios no homeomorfos, utilizando tanto técnicas de topología general como de topología algebraica.

Los conocimientos adquiridos, en combinación con otras asignaturas del área de Geometría y Topología como las Variedades diferenciables, constituyen una formación básica de estas materias: el alumnado podrá aplicar estas habilidades en múltiples direcciones interrelacionadas.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

M12CM05 - Comprender los conceptos de invariante topológico y de deformación topológica través del estudio de la homotopía

M12CM06 - Conocer la noción de grupo fundamental de un espacio topológico.

M12CM07 - Distinguir espacios topológicos utilizando la homotopía.

M12CM08 - Utilizar espacios recubridores para estudiar propiedades topológicas locales.

M12CM09 - Manejar la noción general de convergencia como herramienta que permita identificar, tratar de obtener resultados en espacios topológicos.

M12CM10 - Adquirir algunas técnicas de construcción de funciones con valores reales, a través de las llamadas escalas.

M12CM11 - Aplicar dichas técnicas a la extensión de funciones (funciones semi-continuas, espacios inyectivos) y al reconocimiento de propiedades topológicas.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Manejar la noción general de convergencia como herramienta que permita identificar, tratar y obtener resultados en espacios topológicos.
- Adquirir algunas técnicas de construcción de funciones con valores reales a través de las llamadas escalas.
- Aplicar dichas técnicas a la extensión de funciones (funciones semicontinuas, espacios inyectivos) y al reconocimiento de propiedades topológicas.
- Distinguir espacios topológicos utilizando la homotopía.
- Utilizar espacios recubridores para estudiar propiedades topológicas locales.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. HOMOTOPÍA DE APLICACIONES Y GRUPO FUNDAMENTAL: Homotopía de aplicaciones. Homotopía de caminos. El grupo fundamental. El grupo fundamental de la circunferencia. Teorema de Seifert-Van Kampen. Ejemplos y aplicaciones.

2. INTRODUCCIÓN A LOS ESPACIOS RECUBRIDORES: Espacios recubridores. Propiedades de levantamiento. Aplicaciones en el cálculo del grupo fundamental de algunos espacios.

3 AXIOMAS DE SEPARACIÓN. EXTENSIÓN DE APLICACIONES CONTINUAS: Espacios normales. Construcción de funciones reales: escalas. Existencia y extensión de funciones continuas: Lema de Urysohn, Teorema de extensión de Tietze.

4. CONVERGENCIA EN ESPACIOS TOPOLÓGICOS: Redes y filtros. Convergencia. Relación entre filtros y redes. Caracterización de algunos conceptos topológicos. Convergencia en productos.

METODOLOGÍA

El contenido teórico se expondrá en clases magistrales siguiendo referencias básicas que figuran en la bibliografía y el material de uso obligatorio. Estas clases magistrales se complementarán con clases de problemas (prácticas de aula) en los que se propondrá al alumnado resolver cuestiones en las que se aplicarán los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. En los seminarios, se desarrollaran cuestiones y ejemplos representativos del contenido de la asignatura, que generalmente habrán sido facilitados con anterioridad al alumnado para trabajarlos y motivar la posterior reflexión y discusión en la sesión dedicada a ello.

Se propondrán trabajos individuales sobre teoría y problemas, para cuya realización y exposición el alumnado dispondrá

del apoyo del profesorado en seminarios periódicos.

Parte importante del trabajo del alumnado es de carácter personal. El profesorado orientará en todo momento ese trabajo y estimulará que se haga con regularidad y dedicación. Se animará igualmente a que utilicen las tutorías personales para aclarar cualquier duda o dificultad que se les presente en las asignaturas.

Se entregará al alumnado unas notas de clase, incluyendo el programa, la teoría con enunciados y demostraciones, relaciones de ejercicios a desarrollar en el aula y propuestos como trabajo personal, y la bibliografía recomendada. Todo este material estará disponible en la plataforma Egela.

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/a	54	9	27						

Leyenda: M: Magistral 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 final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- VER ORIENTACIONES 100%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Examen final (Peso: 60 %, debe aprobarse esta parte para sumar el resto de las calificaciones)

Criterios:

- Precisión en los razonamientos y en las definiciones.
- Correcta utilización del lenguaje matemático.
- Método correcto de razonamiento, explicando de una manera clara y ordenada los argumentos y pasos intermedios.

Seminarios (Peso: 25 %)

Criterios:

- Respuestas correctas y buena utilización del lenguaje matemático.
- Claridad en los argumentos.
- En las exposiciones orales, orden y precisión.

Resolución de problemas escritos (Peso: 15 %)

Criterios:

- Respuestas correctas y buena utilización del lenguaje matemático.
- Claridad en los argumentos.
- En la entrega de problemas, orden y precisión.

EVALUACIÓN FINAL (en caso de renunciar a la evaluación continua)

Examen escrito: 100%

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Examen escrito: 100%

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Apuntes y relaciones de ejercicios y problemas propuestos (disponibles en la plataforma Egela).

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- R. ENGELKING, General Topology, Heldermann Verlag, 1989.
- A. HATCHER, Algebraic Topology, Cambridge University Press, 2001.
- J. KELLEY, Topología General, EUDEBA, 1975.
- W.S. MASSEY, Introducción a la topología algebraica, Reverté, 1982.
- J.R. MUNKRES, Topología, Prentice Hall, 2002.
- 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.
- S. WILLARD, General Topology, Dover Publications Inc, 2004.

Bibliografía de profundización

L.J. HERNÁNDEZ PARICIO y M.T. RIVAS RODRÍGUEZ, Grupo Fundamental, superficies, nudos y aplicaciones recubridoras, <http://www.unirioja.es/cu/luhernan/hfolder/htp.pdf>

C. IVORRA CASTILLO, Topología Algebraica (con aplicaciones a la geometría diferencial), <http://www.uv.es/~ivorra/Libros/Topalg.pdf>

S.A. MORRIS, Topology without tears, <http://poincare.matf.bg.ac.rs/~filip/aidt/topbook.pdf>

Revistas

Direcciones de internet de interés

Página web de A. Hatcher: <http://www.math.cornell.edu/~hatcher/>

Blog de la asignatura Topología I de R. López Camino (U. de Granada): <http://topologia-i.blogspot.com.es/>

Blog de Topología de J.L. Rodríguez Blancas (U. de Almería): <http://topologia.wordpress.com/>

Historia de la Topología: http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/HistTopics/Topology_in_mathematics.html

OBSERVACIONES

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GMATEM31 - Grado en Matemáticas**Curso** 4º curso**ASIGNATURA**

26677 - Ampliación de métodos numéricos

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

En esta asignatura se ofrece una presentación sistemática de algunos de los métodos y técnicas más importantes del Análisis Numérico en relación a la resolución de sistemas y el cálculo de valores y vectores propios de matrices. Será requisito imprescindible la realización de prácticas de ordenador con MATLAB.

Se profundiza en los conceptos de estabilidad y condicionamiento vistos en la asignatura de Métodos Numéricos I (2º curso) y su aplicación a los algoritmos básicos para la resolución de los problemas de Álgebra Lineal.

Esta asignatura y Resolución Numérica de Ecuaciones Diferenciales, ambas del 4º curso del Grado en Matemáticas, pertenecen al módulo Ampliación de Métodos Numéricos.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**COMPETENCIAS**

M10CM01 - Conocer los resultados y demostraciones más importantes de las materias propias de este módulo.

M10CM02 - Conocer algunas de las técnicas avanzadas del cálculo numérico y su traducción en algoritmos o métodos constructivos de solución de problemas.

M10CM03 - Comprender los conceptos matemáticos necesarios para el cálculo numérico de valores propios y la resolución numérica de ecuaciones diferenciales.

M10CM04 - Aplicar los conocimientos sobre cálculo numérico de valores propios y solución de ecuaciones diferenciales a la resolución de problemas tanto teóricos como prácticos.

M10CM05 - Utilizar una herramienta computacional en la que se manejen y apliquen algunos de los métodos estudiados, y que sirva como herramienta de apoyo a programas propios.

M10CM06 - Comunicar ideas y resultados relativos a las materias propias de este módulo de manera oral y escrita.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Conocer algunas de las técnicas avanzadas del cálculo numérico y su traducción en algoritmos o métodos constructivos de solución de problemas.

- Comprender los conceptos matemáticos necesarios para el cálculo numérico de valores propios y la resolución numérica de ecuaciones diferenciales.

- Aplicar los conocimientos derivados del estudio de los conceptos arriba indicados a la resolución de problemas tanto teóricos como prácticos.

- Utilizar una herramienta computacional en la que se manejen y apliquen algunos de los métodos estudiados, y que sirva como herramienta de apoyo a programas propios.

- Comunicar ideas y resultados relativos a las materias propias de este módulo de manera oral y escrita.

- Conocer demostraciones rigurosas de algunos resultados importantes en las materias propias de este módulo.

- Adquirir de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. VECTORES Y MATRICES: Vectores, matrices y submatrices. Matrices elementales. Núcleo e imagen de una matriz: rango y nulidad. La factorización LU: algoritmo.

2. NORMAS DE VECTORES Y MATRICES: Normas de vector. Equivalencia de normas. Normas de matriz inducidas.

3. VALORES SINGULARES: Ortogonalidad y matrices unitarias. Valores singulares. Teorema SVD. Pseudoinversa. Aproximaciones de rango menor.

4. PRECISION, CONDICIONAMIENTO Y ESTABILIDAD: Aritmética en punto flotante. Error relativo y dígitos significativos. Condicionamiento. Números de condición. El condicionamiento del problema de resolución de sistemas lineales.

Algoritmos estables

5. FACTORIZACION QR Y PROBLEMA DE MINIMOS CUADRADOS: Proyectores ortogonales. Algoritmos de Gram-Schmidt. Reflexiones de Householder. Rotaciones de Givens. Algoritmos. Condicionamiento y estabilidad.

6. VALORES PROPIOS DE MATRICES: Valores y vectores propios. Forma triangular de Schur. Matrices defectuosas. Condicionamiento de valores y vectores propios.

7. ALGORITMOS PARA EL CALCULO DE VALORES PROPIOS. EL PROBLEMA NO SIMETRICO: Método de las potencias. Método de las potencias inversas. Cociente de Rayleigh. Iteración simultánea y algoritmo QR. Análisis de la convergencia. Reducción a forma Hessenberg. Implementación.

8. ALGORITMOS PARA EL CALCULO DE VALORES PROPIOS. EL PROBLEMA SIMETRICO: El algoritmo QR para matrices simétricas. El algoritmo divide y vencerás. Otros algoritmos: bisección y Jacobi. El cálculo de los valores singulares.

9. METODOS ITERATIVOS: Subespacios de Krylov: métodos de Arnoldi y Lanczos. Método del gradiente conjugado. Análisis de la convergencia. Precondicionamiento.

TEMARIO PRACTICO

1. Resolución con MATLAB de problemas computacionales relativos a los temas introductorios de la asignatura (resolución de sistemas, normas, valores singulares, rango, factorización QR y valores propios).
2. Diseño de algoritmos con MATLAB para la resolución de problemas de mínimos cuadrados.
3. Diseño de algoritmos para el cálculo de valores propios y valores singulares.

METODOLOGÍA

El contenido teórico se expondrá en clases magistrales siguiendo referencias básicas que figuran en la bibliografía y el material de uso obligatorio. Estas clases magistrales se complementarán con clases de problemas (prácticas de aula) en las que se discutirán problemas de aplicación de los conocimientos adquiridos en las clases teóricas que habrán sido previamente propuestos a los estudiantes. En los seminarios se desarrollarán cuestiones y ejemplos representativos del contenido de la asignatura y se expondrán por parte de los estudiantes temas relacionados con el contenido de la asignatura y preparados con antelación en grupos reducidos. Además, se realizarán prácticas de ordenador orientadas a la consecución de las competencias de la asignatura.

Parte importante del trabajo del alumno es de carácter personal. Las profesoras orientarán en todo momento ese trabajo y estimularán que se haga con regularidad y dedicación. Se animará igualmente a que utilicen las tutorías personales donde pueden aclarar cualquier duda o dificultad que se les presente en la asignatura.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	30	6	9		15				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	45	9	13,5		22,5				

Leyenda: M: Magistral
GL: P. Laboratorio
TA: Taller

S: Seminario
GO: P. Ordenador
TI: Taller Ind.

GA: P. de Aula
GCL: P. Clínicas
GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Ver orientaciones 100%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La evaluación continua consistirá en la realización de prácticas de ordenador, trabajos individuales o en grupo, prueba parcial, y la exposición de trabajos que se llevará a cabo en los seminarios. Además, las profesoras podrán proponer a los alumnos entrevistas, bien individualizadas o con otros compañeros, para la evaluación de trabajos previamente programados. Este sistema de evaluación continua contabilizará el 50% de la nota final. El 50% restante corresponderá al examen escrito final.

Aunque las actividades realizadas durante el curso hayan sido evaluadas, el estudiante que no se presenta a la prueba escrita recibirá la calificación de "no presentado" en la convocatoria ordinaria.

Quienes renuncien a la evaluación continua deberán comunicarlo por escrito a las profesoras en un plazo de 9 semanas a contar desde el comienzo del cuatrimestre, y deberán realizar un examen escrito final que contabilizará el 85% de la nota final. El 15% restante corresponde a las prácticas de ordenador, que son ineludibles.

Para aprobar la asignatura el o la estudiante deberá acreditar haber obtenido una calificación superior a 5 en las prácticas obligatorias de ordenador, que contabilizarán el 15% de la nota final, y una calificación superior a 4 en el examen escrito final obligatorio.

El o la estudiante puede renunciar a la convocatoria en aplicación de la normativa vigente: artículo 12 del ACUERDO de 15 de diciembre de 2016, del Consejo de Gobierno de la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, por el que se aprueba la Normativa reguladora de la Evaluación del alumnado en las titulaciones oficiales de Grado.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Para aprobar la asignatura en la convocatoria extraordinaria, el o la estudiante deberá acreditar haber obtenido una calificación superior a 5 en las prácticas obligatorias de ordenador y realizar un examen final escrito, en el que deberán obtener una calificación superior a 4. Las prácticas de ordenador contabilizarán un 15% de la nota final. Además, a

quienes hubieran obtenido una calificación superior a 5 en las tareas realizadas a lo largo del curso de forma individual o en grupo, se les mantendrá la calificación obtenida, si así lo desean. En tal caso, el peso de dicha calificación contabilizará un 35% de la nota final.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Apuntes de la asignatura (disponibles en egela)
Guía de MATLAB (disponible en egela)

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

LL. N. TREFETHEN, D. BAU: Numerical Linear Algebra. SIAM. Philadelphia, 1997.
J. W. DEMMEL: Applied Numerical Linear Algebra. SIAM. Philadelphia, 1997.
G. W. STEWART: Matrix Algorithms. Vol I y II. SIAM. Philadelphia, 2001.
D. S. WATKINS: The Matrix Eigenvalue Problem: GR and Krylov Subspace Methods. SIAM. Philadelphia, 2008.
R. A. HORN, C. R. JOHNSON: Matrix Analysis. Cambridge University Press, 1989.
C. B. MOLER: Numerical Computing with MATLAB. SIAM. Philadelphia, 2004.

Bibliografía de profundización

G. H. GOLUB, Ch. F. VAN LOAN: Matrix Computations. SIAM, Philadelphia, 1996.
G. W. STEWART, J. SUN: Matrix Perturbation Theory. Academic Press, 1990.
F. CHATELIN: Eigenvalues of Matrices. John Wiley and Sons. New York, 1995. SIAM, Philadelphia, 2013.

Revistas

SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications
Numerical Linear Algebra
Linear Algebra and its Applications

Direcciones de internet de interés

<http://www.ehu.es/izaballa>
<http://www.comlab.ox.ac.uk/nick.trefethen/home.html>
<http://www.cs.berkeley.edu/~demmel/>
<http://www.mathworks.com/moler/>
<http://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-335j-introduction-to-numerical-methods-fall-2010/index.htm>

OBSERVACIONES

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztugabea

Plana GMATEM31 - Matematikako Gradua

Ikastaroa 4. maila

IRAKASGAIA

26691 - Deribatu Partzialetako Ekuazioak

ECTS kredituak: 6

IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA

Irakasgai honetan fisika matematikoko deribatu partzialetako oinarriko ekuazioak aztertuko dira: lehen ordenako ekuazio batzuk, uhinen ekuazioa, beroaren ekuazioa eta potentzialaren ekuazioa. Irakasgai honetan deribatu partzialetako ekuazioen ebazpenerako oinarriko kontzeptuak eta teknika zehatzak garatuko dira, beraien aplikazio fisiko eta geometrikoekin batera. Irakasgai honekin ikasleak Ekuazio Diferentzialak irakasgaien lortutako ezagutza osatu nahi da. Ekuazio Diferentzialen irakasgaia gainditzeaz gain, Kalkulu diferentziala eta integrala I eta II, eta Neurria eta Integrazioa irakasgaiak ikasi izana gomendatzen da.

GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK

M04CM03 Ekuazio diferentzialei buruzko emaitzen frogapen zorrotzak ezagutu eta proposatutako emaitzen frogapen berriak asmatu.

M04CM04 Ekuazio diferentzial batzuen ebazpenerako metodo analitiko, grafiko eta konputazionalak erabili.

M04CM06 Geometriako, Fisikako eta mundu fisikoko problemak ekuazio diferentzialekin erlazionatu.

M04CM08 Ekuazio diferentzialak ebatzi eta lengoaia matematiko egokiaren bidez ebazpen metodoak azaldu ahoz zein idatziz.

M04CM09 Deribatu partzialetako ekuazioen soluzioen esanahi ezberdinak ezagutu eta soluzioak ebazteko metodo desberdinak aplikatu.

M04CM10 Problema errealak ekuazio diferentzial arruntetan edo deribatu partzialetako ekuazioetan bihurtu.

M04CM11 Puntu erregular eta singularren ingurune bateko ekuazio diferentzialen portaera eta oreka puntuen egonkortasuna ulertu.

IKASTEAREN EMAITZAK

Deribatu partzialetako ekuazioak ebazteko metodo nagusiak aplikatu.

Deribatu partzialetako ekuazio linealak ebatzi.

Problema erreal batzuk ekuazio diferentzialen bidez adierazi.

Deribatu partzialetako ekuazioen soluzioei buruzko informazio kualitatiboa lortzen jakin.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. SARRERA. Zer dira DPEak? Terminologia. Aldagai aldaketa. Dibergentzia, gradienteak, dibergentziaren teorema eta Green-en formularen errepasoa. Fisika-Matematikako ekuazioen adibideak: beroaren ekuazioa, uhin, potentzial, Schrödinger, Cauchy-Riemann eta Navier-Stokes-en ekuazioak. Cauchyren problema. Hasierako baldintzak eta mugalde baldintzak. Lehen mailako ekuazioen ebazpena: Karakteristiken metodoa. Bigarren mailako ekuazioen sailkapena. Cauchy-Kowalevsky-ren teorema. Ondo planteaturiko problemak.

2. DIMENTSION BAKARREKO UHINEN EKUAZIOA. Ekuazioa ondorioztatu. Hari bibratzaile infinitua: D'Alembert-en soluzioa. Oinarriko soluzioak. Menpekotasun eta eragin eremuak. Ekuazio ez-homogeneoa. Soluzio orokortu edo ahulak. Uhinak zuzenerdi batean. Uhinak hari finitu batean. Energiaren mantentzea.

3. UHINAREN EKUAZIOA ZUZEN BATEAN. Ekuazioa ondorioztatu. Soluzio auto-antzekoak. Distribuzioak eta konboluzioa. Soluzio fundamentalak. Greenen funtzioak. Hasierako balioen problemaren ebazpena. Soluzioaren propietate batzuk. Bakartasuna. Ekuazio ez-homogeneoa: Duhamel-en metodoa. Beroaren ekuazioa zilindro batean.

4. ALDAGAIEN BANANTZE-METODOA. Beroaren ekuazioa ebatzi hari finitu batean aldagaien banantze metodoa erabiliz. Funtzioen konbergentziari buruzko teorema batzuen errepasoa. Weierstrass-en kriterioa. Fourier-en seriea: Fourierren koefizienteak, Dirichlet-en nukleoa, konbergentziako emaitzak, Bessel-en desberdintza eta konbergentzia uniformeak. Konbergentzia hasierako datura. Beste mugalde baldintza batzuk. Sturm-Liouville-ren problema. Beroaren ekuazio ez-homogeneoaren ebazpena hari finitu batean aldagaien banantze-metodoa erabiliz. Aldagaien banantze-metodoa beste eremu batzuetan.

5. POTENTZIALAREN EKUAZIOA PLANOAN. Dirichleten problema zirkuluan, eraztunean, bola baten kanpoaldean eta planoerdian. Poisson-en nukleoa. Mugarainoko jarraitutasuna. Funtzio harmoniko batzuen propietate batzuk. Maximoaren printzipioa. Dirichleten problema errektangulo batean. Neumann-en problema.

METODOLOGIA

Eduki teorikoa klase magistraletan azalduko da Bibliografian agertzen diren oinarriko 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.

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	36	6	18						
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	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

- Ikusi argibideak % 100

OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Azterketa idatziak eta ariketak entregatzea.

Azterketa idatzia: notaren %80a

Lanen ebaluazioa: notaren %20a

Bi noten batzbestekoa egiteko azterketa idatzian gutxienez 4 bat atera behar da.

EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Ez-ohiko deialdian ohiko deialdiko ebaluazio irizpide berdinak erabiliko dira. Azterketa idatziaren egunean ikasleek aurreko deialdiren baten entregatu ez dituzten edo irakasgaiaren zati hau gainditu ez dutenek ariketak entregatuko dituzte.

NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

eGela plataforma.

BIBLIOGRAFÍA

Oinarrizko bibliografia

S. J. FARLOW, Partial Differential Equations for Scientists & Engineers, Ed. John Wiley & Sons, 1982.

F. JOHN, Partial Differential Equations, Ed. Springer-Verlag, New York, 1981.

J. D. LOGAN, Applied Partial Differential Equations, Ed. Springer-Verlag, 1998.

I. PERAL, Ecuaciones en Derivadas Parciales, Ed. Addison-Wesley/UAM, 1995.

H. F. WEINBERGER, Curso de Ecuaciones en Derivadas Parciales, Ed. Reverté, 1979.

W. STRAUSS, Partial Differential Equations: An Introduction, 2nd Edition, Wiley, 2008.

Gehiago sakontzeko bibliografia

J. OCKENDON, S. HOWISON, A. LACEY, A. MOVCHAN, Applied Partial Differential Equations, Oxford Texts in Applied and Engineering Mathematics, 2003.

L. C. EVANS, Partial Differential Equations, Graduate Studies in Mathematics, American Mathematical Society, 1998.

R. SEELEY, Introducción a las Series e Integrales de Fourier, Ed. Reverté, 1970.

E. A. GONZÁLEZ-VELASCO, Fourier Analysis and Boundary Value Problems, Ed. Academic Press, 1995.

Aldizkariak

Interneteko helbide interesgarriak

<http://www.ehu.es/luis.escauriaza/>

OHARRAK

GUÍA DOCENTE

2022/23

Centro

310 - Facultad de Ciencia y Tecnología

Ciclo

Indiferente

Plan

GMATEM31 - Grado en Matemáticas

Curso

4º curso

ASIGNATURA

26212 - Diseño de Algoritmos

Créditos ECTS :

6

DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

El principal objetivo de la asignatura es presentar las técnicas fundamentales de diseño de algoritmos. Se estudiarán el objetivo y funcionalidad de cada técnica para la resolución de problemas, su esquema general, posibles implementaciones, estudio de costes computacionales y aplicaciones.

Se parte de los conocimientos básicos de computación y las competencias básicas en programación adquiridas hasta el momento en los estudios de grado, particularmente, aunque no solo, en las asignaturas de primer curso "Introducción a la Computación" y "Fundamentos de Programación". Sobre esta base se presentan las técnicas básicas de diseño de algoritmos sobre un lenguaje algorítmico. Se realizan análisis comparativos en función de especificaciones, costes, restricciones y se estudian también implementaciones eficaces de las técnicas presentadas. Se realizarán también análisis de costes reales y sobre computadora.

Las técnicas y competencias adquiridas en esta asignatura servirán al alumno en la resolución por computadora de cualquier problema algorítmico planteado en las demás asignaturas.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

M09CM07 - Seleccionar las técnicas de diseño de algoritmos más apropiadas para la resolución de cada problema.

M09CM08 - Estudiar el coste computacional de un algoritmo.

M09CM09 - Proponer alternativas válidas en función de especificaciones concretas del problema y/o de restricciones en las resoluciones.

M09CM010 - Proponer implementaciones eficaces.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

El alumno deberá conocer las técnicas fundamentales de diseño de algoritmos y ser capaz de elegir las técnicas algorítmicas adecuadas para la resolución de problemas propuestos así como realizar análisis comparativos en función de especificaciones y objetivos. Igualmente deberá ser capaz de diseñar implementaciones eficientes así como estimar y analizar la complejidad computacional de las mismas. Deberá igualmente ser capaz de realizar análisis de costes reales sobre computadora. Finalmente deberá comunicar ideas y resultados relativos a la materia de manera oral y escrita

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. INTRODUCCIÓN: eficiencia de los algoritmos, complejidad espacial y temporal, análisis de algoritmos recursivos, repaso de técnicas básicas.
2. ALGORITMOS DE EXPLORACIÓN: esquema general, búsqueda en profundidad con retroceso, ramificación y poda.
3. BÚSQUEDA INFORMADA: heurísticos y funciones de evaluación, búsqueda óptima, algoritmo A*.
4. ALGORITMOS VORACES: esquema general, algoritmo de Prim, algoritmo de Kruskal, algoritmo de Dijkstra, aplicaciones a problemas tecnológicos
5. PROGRAMACIÓN DINÁMICA: esquema general recursivo e iterativo, el principio de optimalidad, caminos mínimos, aplicaciones a problemas tecnológicos.

PRÁCTICAS DE ORDENADOR

P0.- Selección y verificación del entorno de programación

P1.- Análisis de algoritmos iterativos y recursivos.

P2.- Búsqueda en profundidad y búsqueda en anchura

P3.- Algoritmos de juegos.

P4.- Problemas de optimización: algoritmo A*, algoritmos voraces y programación dinámica.

METODOLOGÍA

El contenido teórico se expondrá en clases magistrales siguiendo referencias básicas que figuran en la Bibliografía y el material de uso obligatorio. Estas clases magistrales se complementarán con clases de problemas (prácticas de aula) en los que se propondrá a los alumnos resolver cuestiones y ejercicios en los que se aplicarán los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. En los seminarios los alumnos realizarán exposiciones de cuestiones y ejemplos relacionados con el contenido de la asignatura. Además, se realizarán prácticas de ordenador orientadas a la consecución de las competencias de la asignatura.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	30	5	10		15				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	45	7,5	15		22,5				

Leyenda: M: Magistral 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 continua
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Ver orientaciones 100%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Evaluación continua:

- Exposiciones en seminarios: 15%
- Resolución algorítmica de problemas: ejercicios individuales entregables y con evaluación escrita (15%) y examen final (45%).
- Trabajo práctico individual (prácticas): informes entregables y prueba adicional de verificación sobre ordenador 25%
Se exige un mínimo de 4 sobre 10 en cada uno de los elementos de evaluación.

Evaluación Final en Convocatoria Ordinaria:

- Resolución algorítmica de problemas (examen): 75%
- Trabajo práctico individual (prácticas): informes entregables y prueba adicional de verificación sobre ordenador 25%
Se exige un mínimo de 5 sobre 10 en cada uno de los elementos de evaluación.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Evaluación Final en Convocatoria extraordinaria:

- Resolución algorítmica de problemas (examen): 75%
- Trabajo práctico individual (prácticas): informes entregables y prueba adicional de verificación sobre ordenador 25%
Se exige un mínimo de 5 sobre 10 en cada uno de los elementos de evaluación.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Lenguaje de programación Phyton.
Transparencias de clase y algún libro de la bibliografía básica.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- Gilles Brassard, Paul Bratley. Fundamentos de algoritmia. Prentice-Hall, 2006.
- Ian Parberry. Problems on Algorithms. Prentice Hall, 2002.
- Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein. Introduction to Algorithms (Third Edition). The MIT Press, 2009.
- Ellis Horowitz, Sartaj Sahni, and Sanguthevar Rajasekaran. Computer algorithms (second Edition). Universities Press, 2007.
- Francesc J. Ferri, Jesús v. Albert, Gregorio Martín, Introducció a l'anàlisi i disseny d'algorismes, Universitat de Valencia, 1998
- Robert Sedgewick an Kevin Wayne: Algorithms (Fourth Edition), 2011.
- Steven S. Skiena. The Algorithm Design Manual (Second Edition). Springer, 2008.

Bibliografía de profundización

- * Jason Brownlee: Clever Algorithms: Nature-Inspired Programming Recipes. lulu.com, 2012
- * Weixiong Zhang: State-Space Search. Algorithms, Complexity, Extensions and Applications. Springer 1999,
- * Bo Xing and Wen-Jing Gao. Innovative Computational Intelligence: A Rough Guide to 134 Clever Algorithms. Springer 2014.

Revistas

* Lenguaje algorítmico en Latex

- Algorithm2e: <http://www.ctan.org/pkg/algorithm2e>

- Uso Algorithm2e en español: <http://tex.stackexchange.com/questions/146050/how-to-write-pseudo-code-in-other-languages-spanish>

* Python Programming Language

- Official Website: <http://python.org/>

- The Python Tutorial: <https://docs.python.org/3/tutorial/>

- Python 3 documentation: <https://docs.python.org/3/>

- Problem Solving with Algorithms and Data Structures Using Python - Official Website:

<http://interactivepython.org/runestone/static/pythonds/index.html>

OBSERVACIONES

Aclaraciones: el alumnado tendrá derecho a ser evaluado mediante el sistema de evaluación final, independientemente de que haya participado o no en el sistema de evaluación continua. Para ello, el alumnado deberá presentar por escrito al profesorado responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua, para lo que dispondrán de un plazo de 9 semanas para las asignaturas cuatrimestrales y de 18 semanas para las anuales, a contar desde el comienzo del cuatrimestre.

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea**Zikl.** Zehaztugabea**Plana** GMATEM31 - Matematikako Gradua**Ikastaroa** 4. maila**IRAKASGAIA**

25039 - Euskararen Arauak eta Erabilerak

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

IRAKASGAI HAU EUSKARAZ BAINO EZ DA ESKAINTZEN.

Irakasgai hau hautazkoa da Matematikako Gradu 4. mailako ikasleentzat. Komunikazio zientifiko-teknikoa landuko da: dokumentazioa, berrikuspen bibliografikoak eta testu-genero ohikoenak. Horretarako, espezializazio maila desberdinetako idatzizko eta ahozko testuak landuko dira: ikerketa-artikuluak, dibulgazioak, testu didaktikoak, lexikografikoak, eta ahozko aurkezpen akademikoak. Berariaz sakonduko da idatzizko komunikazio zientifikoan. Espezialitate-alorreko terminologia eta adierazpideak ere landuko dira aipatutako testu-generoekin lotuta.

Irakasgai honek (EAEk) lotura zuzena du gradu berean eskaintzen den Komunikazioa Euskaraz (KE) hautazko irakasgaiarekin (4. mailan egin daitekeena hau ere; bigarren lauhilekoan). KE irakasgaietan, idatzizko komunikazio zientifikoak landuko bada ere, areago sakonduko da ahozko testu moten ezaugarrietan.

Halaber, EAE irakasgaietan lantzen diren edukiek eta trebetasunek lotura zuzena dute Matematikako Gradu zenbait gaitasun zehatzekin:

- T8. Hizkuntza matematikoa ulertu eta erabiltzea, eta ezagutza, prozedura, emaitza eta ideia matematikoak idatziz zein ahoz komunikatzea.
- T9. Ondorengo ikasketak autonomia-maila handiarekin egiteko beharrezkoak diren ikaskuntza-trebetasunak garatzea.
- T10. Matematikan baliabide bibliografikoak bilatzeko tresnak erabiltzea.

Horretaz gain, Gradu Amaierako Lana prestatzen ari diren ikasleei oso baliagarri izango zaie irakasgai hau, testuak planifikatzeko, ekoizteko eta berrikusteko baliabideak landuko baitira.

GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK

- 1- Goi-mailako tituludunek euskararen erabileran eta garapenean duten eraginaren kontzientzia hartzea, eta norberaren komunikazio-rola berraztertzea testuinguru horretan
- 2- Informazio zientifikoak bilatzea, ulertzea, sintetizatzea eta kritikoki aztertzea.
- 3- Ikerkuntzarekin, aholkularitza teknikoarekin eta irakaskuntzarekin lotutako arazoei aurre egiteko bideak adostea, aurkeztea eta argudiatzea, elkarlana baliatuta.
- 4- Kontsulta-tresnak erabiltzen jakitea (bereziki Interneten eskuragarri daudenak), askotariko komunikazio-egoeretan sor daitezkeen premiei egokiro erantzuteko mailan.
- 5- Unibertsitate- eta lanbide-esparruetako dokumentuak egokiro sortzea (curriculumak, inprimakiak, protokoloak, eskabideak...).
- 6- Zientzia arloko gaiak komunikatzea, komunikazio-testuinguruaren eskakizunak aintzat hartuta: txostenak, artikulak zientifikoak, testu didaktikoak, dibulgazio-testuak, testu lexikografikoak.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

EGITARAU TEORIKOA

1. GAIA: Komunikazioaren oinarriak: testuen kalitatea
 - 1.1. Testua komunikazio-unitate linguistikoa: testuinguratzea, egituratzea eta testuratzea
 - 1.2. Testuen berrikuspena
 - 1.3. Komunikazio espezializatuaren bereizgarri batzuk
 - 1.4. Ahozko eta idatzizko testuak
 - 1.5. Testu-sorkuntzarako eta berrikuspenerako kontsulta-baliabideak
2. GAIA: Zientzia-testuak: testu prototipikoen bereizgarri linguistikokoak
 - 2.1. Parametro pragmatikoak eta zientzia-testuak
 - 2.2. Testu didaktikoak eta testu entziklopedikoak
 - 2.3. Ikerketa-testuak eta dibulgazio-testuak
 - 2.4. Zientzia-testuetan maiz erabiltzen diren zenbait diskurtso-eragiketa: testu-antolatzaileak, diskurtso-errutinak, aditzen hautapena.
 - 2.5. Erregistro akademikoaren zenbait bereizgarri: hitz elkartuen osaera eta idazkera, baliabide sinbolikoak diskurtsoan txertatzeko estrategiak eta izen-sintagma konplexuak.
3. GAIA: Terminologia eta fraseologia zientifikoak

jasoko dute aktan; deialdiari uko egiten ez dioten ikasleek, azken probara aurkezten ez badira, aktan GUTXIEGI kalifikazioa izango dute (zenbakizko kalifikazioa: 0).

EBALUAZIO JARRAITUA: KALIFIKAZIO-TRESNAK ETA EHUNEKOAK:

- Galdetegiak: % 20 (NAHITAEZ APROBATU BEHARREKOA)
- Ahozko aurkezpenak: % 30
- Portfolioa: % 50

EBALUAZIO EZ-JARRAITUA:

Bukaerako azterketarako orientazioak ezohiko deialdirako zehaztutako berberak dira.

EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Irakasgaiaren % 100 azterketa bidez ebaluatuko da. Azterketa ordenagailu-gelan egingo da, hizkuntza-tresna elektronikoekin lotutako gaitasunak ebaluatu ahal izateko. Ahozkoa ere ebaluatuko da. Horretarako, azterketa egunean, idatzia bukatu ondoren, 10 minutuko ahozko aurkezpena egingo dute azterketara aurkezten diren ikasleek ordenagailu-gelan bertan. Aurkezpena egiteko diapositibak prest ekarri beharko dituzte azterketa egiten duten ikasleek.

TEST MOTAKO PROBA	%20 (NAHITAEZ APROBATU BEHARREKOA)
ARIKETA PRAKTIKOA(K)	%25
IDAZLANA	%25
AHOZKO AURKEZPENA	%30

NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

Irakasleak emandakoa: apunteak, artikulak eta ikasleak berak erabili beharko dituenak lanak prestatzeko.

BIBLIOGRAFÍA

Oinarrizko bibliografia

EZEIZA, J; ALDEZABAL, I., ELORDUI, A., ZABALA, I., UGARTEBURU, I., ELOSEGI, K. (2010) PREST: Unibertsitateko komunikazio-gaitasunen eskuliburua. EHUko Euskara Errektoreordetzaren sareko argitalpena: <http://testubiltegia.ehu.es/Prest-komunikazio-gidaliburua>

ETXEBARRIA, J.R. (2011) Zientzia eta teknikako euskara arautzeko gomendioak. EIMAREN estilo-liburua http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.eus/r43-573/eu/contenidos/informacion/dih/es_5490/adjuntos/estilo_liburua/Zientzia_22_06.pdf

ETXEBARRIA, J.R. (2014) Komunikazioa euskaraz ingeniartzan. Bilbo. EHU eta UEU

EUSKALTZAINDIA (2018) Euskara Batuaren Eskuliburua (EBE). https://www.euskaltzaindia.eus/index.php?option=com_ebe&view=bilaketa&task=sarrera&Itemid=1161

EUSKALTZAINDIA "Euskara Batuaren Ahoskera Zaindua" (Euskaltzaindiaren 87 araua) https://www.euskaltzaindia.eus/dok/arauak/Araua_0087.pdf

EUSKALTZAINDIA " Adierazpena euskalkien erabileraz: irakaskuntzan, komunikabideetan eta administrazioan" (Euskaltzaindiaren 137 araua) https://www.euskaltzaindia.eus/dok/arauak/Araua_0137.pdf

Gehiago sakontzeko bibliografia

ALVARADO CANTERO, L. (2017) "Géneros académicos orales: Estructura y estrategias de la exposición académica" Revista Nebrija de Lingüística Aplicada a la Enseñanza de las Lenguas.

ALCOBA, S. (1999) La oralización. Barcelona: Ariel Practicum.

BONDI, M. eta LORÉS, R. (ed.) (2014) Abstracts in Academic Discourse. Berna: Peter Lang

CASTELLÓ, M. (koord.) (2007) Escribir y comunicarse en contextos científicos y académicos. Conocimientos y estrategias. Crítica y fundamentos. Bartzelona: Graó

EUSKALTZAINDIA.1986. Maileguzko hitz berriei buruz Euskaltzaindiaren erabakiak

EUSKALTZAINDIA (1992) Hitz elkartuen osaera eta idazkera

GOTI, M. (ed.) (2012) Academic Identity Traits. Berna: Peter Lang

GUTIÉRREZ RODILLA, B.M. (2003) Aproximaciones al lenguaje de la ciencia. Burgos: Fundación Instituto Castellano y Leonés de la Lengua. Colección Beltenebros.

ITURBE, J. eta TXURRUKA, J.M. (2020) Amets bikoitza. Euskara zientifikotzen eta zientzia euskaratzen. EHUko Argitalpen Zerbitzua.

KAUR, K., AFIDA, M.A. (2018) "Exploring the Genre of Academic Oral Presentations: A Critical Review" International Journal of Applied Linguistics & English Literature. Vol.7, 1

UZEI. 1982. Maileguzko hitzak: ebakera eta idazkera

VALEIRAS, J., RUIZ, M.N., JACOBS, G. (2018) "Revisiting persuasion in oral academic and professional genres: Towards a methodological framework for Multimodal Discourse Analysis of research dissemination talks" Ibérica: Revista de la Asociación Europea de Lenguas para Fines Específicos (AELFE), Nº. 35: 93-118

VÁZQUEZ, G. (2001) El discurso académico oral. Guía didáctica para la comprensión auditiva y visual de clases magistrales. Madrid: ADIEU.

YOUNG, K.S. eta TRAVIS, H. P. (2018) Oral communication: skills, choices, and consequences. Illinois: Waveland press. (4. argitalpena, 1. argitalpena 2012)

ZUAZO, K. (2005) Euskara batua. Ezina ekinez egina. Elkar.

ZUAZO, K. (2008) Euskalkiak euskararen dialektoak. Elkar.

Aldizkariak

Elhuyar aldizkaria <http://aldizkaria.elhuyar.eus/>

Ekaia. Euskal Herriko Unibertsitateko Zientzia Aldizkaria <http://www.ehu.eus/ojs/index.php/ekaia>

Interneteko helbide interesgarriak

<http://www.euskaltzaindia.eus/>

<http://www.hiztegia.net/>

<http://hiztegiak.elhuyar.eus/>

http://garaterm.ehu.es/garaterm_ataria/kontsultak/

<http://ehu.eus/ehg/zehazki/>

<http://www.euskara.euskadi.eus>

<http://www.ei.ehu.es>

<http://www.elhuyar.eus/>

<https://www.ehu.eus/eu/web/euskara/ehulku-aurkibidea/>

<http://ehuskaratuak.ehu.eus/kontsulta/>

http://www.euskara-errektoreordetza.ehu.eus/p267-http://garaterm.ehu.es/garaterm_ataria/eu

<http://31eskutik.eizie.eus/>

<http://www.erabili.eus/>

<http://gaika.ehu.eus/eu>

<https://zientziakaiera.eus/>

<http://teknopolis.elhuyar.eus/?lang=eu>

<https://ahotsak.eus/>

OHARRAK

COURSE GUIDE

2022/23

Faculty 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** Not Applicable**Degree** GMATEM31 - Bachelor's Degree in Mathematics**Year** Fourth year**COURSE**

26679 - Functional Analysis

Credits, ECTS: 6**COURSE DESCRIPTION**

OBJECTIVES

The objectives of the course are the study of the main properties of bounded operators between Banach and Hilbert spaces, of the basic results associated to the different types of convergences in normed spaces and for the spectral theorem and its applications.

COURSE DESCRIPTION

The Functional Analysis is an important branch of Mathematics developed with the purpose to cover theoretical needs of Partial Differential Equations and Mathematical Analysis. The Functional Analysis is related to problems arising on Partial Differential Equations, Measure Theory and other branches of Mathematics.

We do not encourage to register in the course to students with less than a B2 english level. To take the course we recommend to have first taken the courses: Calculus I (1°), Calculus II (2°), Complex Analysis (2°), Linear Algebra and Geometry I (1°), Linear Algebra and Geometry II (2°), Differential Equations (3°), Measure and Integration (3°) and Partial Differential Equations (4°).

COMPETENCIES/LEARNING RESULTS FOR THE SUBJECT

COMPETENCIES

CM04- To understand the concepts of Banach and Hilbert spaces and to learn to classify the standard examples. In particular, spaces of sequences and functions.

CM05- To learn to use properly the specific techniques for bounded operators over normed and Hilbert spaces.

CM06- To understand how to use the main properties of compact operators.

CM07- To learn to explain the fundamental results in the theory with accuracy and rigour.

CM08- To apply the spectral analysis of compact self-adjoint operators to the resolution of integral equations.

LEARNING OUTCOMES

To learn to recognize the fundamental properties of normed spaces and of the transformations between them. To be acquainted with the statement of the Hahn-Banach theorem and its corollaries. To understand the notions of dot product and Hilbert space. To apply the spectral theorem to the resolution of integral equations and Sturm-Liouville problems.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. BANACH AND HILBERT SPACES: Banach spaces, finite dimensional normed spaces, examples of Banach spaces, Hilbert spaces, best approximation, projection theorem, dual of a Hilbert space, Riesz-Fréchet theorem, variational problems, the Dirichlet principle, bases in Hilbert spaces, orthogonality.
2. HAHN-BANACH THEOREM AND ITS CONSEQUENCES: Hahn-Banach theorem, the extension property. Topological dual of classical spaces. Weak topology and reflexive spaces.
3. SPECTRAL THEOREM: Spectral theorem for self-adjoint compact operators: examples of bounded operators on Hilbert spaces, inversion of operators, spectrum, adjoint of operators on a Hilbert space, compact operators, some applications of the spectral theorem.
4. BAIRE THEOREM AND ITS COROLLARIES: open mapping theorem, uniform boundedness theorem and closed graph theorem.

TEACHING METHODS

The standard ones: lectures, problem sessions and personal homeworks solved by the students with the help of the lecturers.

The theoretical contents will be presented in master classes following basic references in the bibliography. The lectures will be complemented with problem sessions, where the students will apply the theory explained in the lectures to solve some problem sets and to understand some of its applications. In the problem sessions, exercises and representative examples will be considered. These will given to the students in advance for them to have time to work out the solutions. Students must participate actively in the problem sessions. The discussion of its solutions will be encouraged.

TYPES OF TEACHING

Types of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Hours of face-to-face teaching	36	6	18						
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	54	9	27						

Legend: M: Lecture-based S: Seminar GA: Applied classroom-based groups
GL: Applied laboratory-based groups GO: Applied computer-based groups GCL: Applied clinical-based groups
TA: Workshop TI: Industrial workshop GCA: Applied fieldwork groups

Evaluation methods

- End-of-course evaluation

Evaluation tools and percentages of final mark

- Written test, open questions 85%
- Exercises, cases or problem sets 15%

ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

Final written examination with questions related to the theory and problems worked out during the lectures. Students will turn in on the day of the final examination the written solutions to some of the problems assigned during the course.

Written examination: not less than 85% of the final grade.

Homework evaluation: not more than 15% of the final score.

The final grade will be No presentado when the written examination is not turned in.

EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

Final written examination with questions related to the theory and problems worked out during the lectures. Students will turn in on the day of the final examination the written solutions to some of the problems assigned during the course.

Written examination: not less than 85% of the final grade.

Homework evaluation: not more than 15% of the final score.

The final grade will be No presentado when the written examination is not turned in.

MANDATORY MATERIALS

In the lectures and problem sessions we shall mainly use the books:

K. Saxe. Beginning Functional Analysis. Springer
W. Rudin. Real and Complex Analysis. MacGraw-Hill Company.
H. Brezis. Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations. Springer.
W. Rudin. Functional Analysis. McGraw-Hill Book Company.

and the hand written lecture notes in the web page

http://www.ehu.es/luis.escauriaza/apuntes_problemas_y_examene/lecture-notes-functional.pdf

BIBLIOGRAFÍA

Basic bibliography

The book by K. Saxe, Beginning Functional Analysis, Springer together with the hand written lecture notes in the web page

http://www.ehu.es/luis.escauriaza/apuntes_problemas_y_examene/lecture-notes-functional.pdf

Detailed bibliography

Additional possible bibliography.

Yosida, K.: Functional Analysis, Springer-Verlag, 6th edition, 1980

Schechter, M.: Principles of Functional Analysis, AMS, 2nd edition, 2001

Sobolev, S.L.: Applications of Functional Analysis in Mathematical Physics, AMS, 1963
Lebedev, L.P. and Vorovich, I.I.: Functional Analysis in Mechanics, Springer-Verlag, 2002

Journals

Web sites of interest

<http://www.ehu.eus/luis.escauriaza/>

OBSERVATIONS

It is strongly recommended to attend the lectures and problem sessions. The problems solved in the problem sessions complement and contain important parts of the theory explained in the lectures.

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl. Zehaztugabea

Plana GMATEM30 - Matematikako Gradua (plan zaharra)

Ikastaroa 4. maila

IRAKASGAIA

26694 - Gradu-amaierako lana

ECTS kredituak: 12

IRAKASGAIAREN AZALPENA ETA TESTUINGURUA ZEHAZTEA

Lanaren funtsezko helburua ikasleak heldutasuna erakustea titulazioaren gai propio bat, teorikoa zein praktikoa, aurrera eramateko eta jarduera profesionala indartzen dituzten gaitasuna lantzea dira.

GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK

GrALak Matematikako Gradu titulazioari loturiko honako gaitasun hauek garatzera bideratua egon behar du:

- *Matematika arloko ezagutzak eskuratzea autonomia maila handiarekin.
- *Matematika arloko bibliografia bilatzeko tresnak erabiltzeko gai izatea.
- *Eskuratutako ezagutzak eraginkortasunez komunikatzea, ahoz eta idatziz.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

Ikus Matematikako Gradu Amaierako Lanaren Arautegia

<https://www.ehu.es/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/trabajos-fin-grado>

METODOLOGIA

GrALak honako jarduera hauek bilduko ditu:

- 1) Banakako tutoretzak. Ahal den heinean, ikaslearen lehenetsunak kontuan hartuta, zuzendariak, lana egiteko egutegian zehar, tutoretzak nola planifikatu adieraziko du, iraupenari, maiztasunari eta banaketari dagokienez.
- 2) Ikaslearen lan autonomia, bere zuzendariak gidatuta, GrALaren garapen, entrega, azalpen eta defentsa faseetan.
- 3) Borondatezko mintegiak. Ikasturte bakoitzean, Matematikako Gradu Ikasketa Batzordeak interes orokorreko mintegiak eskaini ahal izango ditu GrALa egiten ari diren ikasleentzat. Mintegi horietan parte hartzea GrALa osatzeko baldintza formal bat ez den arren, oso gomendagarria da. Bereziki, Gradu Ikasketa Batzordeak horretarako gaitasuna baldin badu, ikasturte hasieran mintegi bat antolatuko da Matematika Gradu GrALa nola egin azaltzeko (testu matematikoak idazteko estiloa, LaTeX-en oinarritako ezagutza, matematikako lanen aurkezpenak egitea...).

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak									
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a									

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

- Ahozko defentsa % 35
- Memoria % 65

OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

- *Aurkeztutako memoria: %65
- *Defentsa: %35

Ebaluazio irizpideen inguruko zehaztasun gehiagorako ikus Matematikako Gradu amaierako Lanaren Arautegia
<https://www.ehu.es/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/trabajos-fin-grado>

EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

- *Aurkeztutako memoria: %65

*Defentsa: %35

Ebaluazio irizpideen inguruko zehaztasun gehiagorako ikus Matematikako Gradu amaierako Lanaren Arautegia
<https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/trabajos-fin-grado>

NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

BIBLIOGRAFÍA

Oinarrizko bibliografia

1. Matematikako Gradu Amaierako Lanaren Arautegia
2. ZTF-FCTko Gradu Amaierako Lanari buruzko araudia
3. UPV/EHUko Gradu Amaierako Lanari buruzko araudia

Gehiago sakontzeko bibliografia

Aldizkariak

Interneteko helbide interesgarriak

<https://www.ehu.eus/eu/web/zientzia-teknologia-fakultatea/trabajos-fin-grado>

OHARRAK

ASIGNATURA

26675 - Grupos y Representaciones

Créditos ECTS : 6

DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Se completan los conocimientos sobre teoría de grupos estudiados en segundo curso (Estructuras Algebraicas) y se desarrolla una introducción a la teoría de la representación y la teoría de caracteres complejos, teniendo como objetivo final la demostración del teorema $p^a q^b$ de Burnside.

Esta asignatura profundiza en el campo del álgebra, cuyos fundamentos han quedado establecidos en el módulo Estructuras algebraicas (2º) + Álgebra conmutativa (3º) + Ecuaciones Algebraicas (3º). También está estrechamente relacionada con el módulo Álgebra lineal y geometría. Hay importantes aplicaciones en teoría de códigos, tema que se trata en la asignatura Códigos y criptografía.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

COMPETENCIAS

M11CM01 - Comprender el concepto de acción de un grupo sobre un conjunto y el concepto equivalente de representación por permutaciones.

M11CM02 - Conocer los teoremas de Sylow y saber aplicarlos para demostrar la resolubilidad de algunos grupos y clasificar grupos de orden bajo.

M11CM03 - Comprender la equivalencia entre los conceptos de representación de un grupo y de acción sobre un espacio vectorial.

M11CM04 - Saber definir y reconocer algunas representaciones de grupos sencillas.

M11CM05 - Entender el teorema de Maschke y su papel en la teoría de la representación.

M11CM06 - Conocer qué es un carácter y sus principales propiedades.

M11CM07 - Saber calcular la tabla de caracteres de algunos grupos sencillos.

M11CM08 - Entender el teorema de Burnside sobre la resolubilidad de los grupos de orden $p^a q^b$.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Conocer los conceptos y aplicaciones relacionados con las acciones de un grupo sobre un conjunto.
- Conocer los Teoremas de Sylow y sus aplicaciones (clasificación de grupos de orden bajo y criterios de no simplicidad).
- Saber definir y reconocer algunas representaciones de grupos sencillas.
- Saber calcular la tabla de caracteres de algunos grupos sencillos.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. ACCIONES DE GRUPOS Y PRODUCTOS SEMIDIRECTOS: Acciones y representaciones por permutaciones. Órbitas y estabilizadores. Clases de conjugación y centralizadores. Acciones de grupos sobre grupos y productos semidirectos.
2. LOS TEOREMAS DE SYLOW: Subgrupos de Sylow. Los teoremas de Sylow. Aplicaciones: criterios de no simplicidad y clasificación de algunos grupos de orden bajo.
3. GRUPOS RESOLUBLES: Conmutadores de elementos y de subgrupos. El subgrupo derivado y la serie derivada. Grupos resolubles. Subgrupos normales minimales en grupos resolubles finitos.
4. REPRESENTACIONES DE GRUPOS: La idea de representación. Representaciones de grupos. Representaciones irreducibles y lema de Schur. El teorema de Maschke.
5. CARACTERES: Carácter de una representación. Propiedades. Relaciones de ortogonalidad. El espacio de las funciones de clase. Núcleo y centro de un carácter.
6. EL TEOREMA $p^a q^b$ DE BURNSIDE: Enteros algebraicos. Divisibilidad de los grados de los caracteres irreducibles. El teorema $p^a q^b$ de Burnside.

METODOLOGÍA

El contenido teórico se expondrá en clases magistrales siguiendo referencias básicas que figuran en la bibliografía. Estas clases magistrales se complementarán con clases de problemas (prácticas de aula) en los que se propondrá a los alumnos resolver cuestiones en las que se aplicarán los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. En los seminarios se desarrollarán cuestiones y ejemplos representativos del contenido de la asignatura, que generalmente habrán sido facilitados con anterioridad a los alumnos para trabajarlos y motiven la posterior reflexión y discusión en la sesión dedicada a ello. Los alumnos deben participar activamente en clase resolviendo los problemas planteados. También habrá clases en las que los alumnos presentarán problemas o trabajos realizados en grupos.

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/a	54	9	27						

Leyenda: M: Magistral 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 continua
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 70%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 15%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 15%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

ALUMNAS/OS QUE SIGAN LA EVALUACIÓN CONTINUA

La nota final se obtendrá realizando la media ponderada de las calificaciones obtenidas en las siguientes tareas:

T1. Problemas o trabajos individuales a lo largo de todo el curso (con exposición en clase): 15%. Algunas de estas tareas se expondrán en las clases de problemas y otras en los seminarios. La asistencia a los seminarios es obligatoria, salvo causa justificada, que se deberá demostrar con el correspondiente documento.

T2. Problemas o trabajos en grupo a lo largo de todo el curso (con exposición en clase o en el despacho de alguno de los profesores): 15%.

T3. Prueba escrita intermedia (aprox. en la semana 7 u 8 del cuatrimestre) sobre la materia impartida hasta entonces: 20%.

T4. Examen final de la convocatoria ordinaria: 50%. Habrá un examen escrito de ejercicios y un examen de teoría que podrá ser oral o escrito. La nota mínima que es necesario obtener en este examen para poder aprobar la asignatura es de 4,5 puntos sobre 10.

ALUMNAS/OS QUE RENUNCIEN A LA EVALUACIÓN CONTINUA

El 100% de la nota corresponderá al examen escrito de la convocatoria ordinaria. Por lo tanto, será necesario tener una nota mayor o igual que 5 en dicho examen para aprobar la asignatura.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

En la convocatoria extraordinaria, se realizará un examen escrito y la calificación se calculará de la manera que se indica a continuación.

ALUMNAS/OS QUE HAYAN SEGUIDO LA EVALUACIÓN CONTINUA

La nota asignada será la mayor de entre las dos siguientes:

* Media ponderada de las tareas T1, T2, T3 y T4 indicadas en el bloque anterior, donde T4 se sustituye por el examen escrito de la convocatoria extraordinaria. En este caso, la nota mínima que es necesario obtener en dicho examen para poder aprobar la asignatura es de 4,5 puntos sobre 10.

* Nota del examen escrito de la convocatoria extraordinaria, que incluirá ejercicios y teoría. En este caso, será necesario tener una nota mayor o igual que 5 en dicho examen para aprobar la asignatura.

ALUMNAS/OS QUE HAYAN RENUNCIADO A LA EVALUACIÓN CONTINUA

El 100% de la nota corresponderá al examen escrito de la convocatoria extraordinaria. Por lo tanto, será necesario tener una nota mayor o igual que 5 en dicho examen para aprobar la asignatura.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- B. HUPPERT, Endliche gruppen I. Springer-Verlag, Berlín, 1967.
- B. HUPPERT, Character Theory of Finite Groups. Walter de Gruyter, Berlín, New York, 1998.
- I.M. ISAACS, Character Theory of Finite Groups. Dover Publications, New York, 1994.
- I.M. ISAACS, Finite Group Theory. American Mathematical Society, Providence (Rhode Island), 2008.
- W. LEDERMANN, Introduction to Group Characters. Cambridge University Press, 2nd ed., Cambridge, 1987.
- G. NAVARRO, Un curso de álgebra, Universidad de Valencia, 2002.
- J. ROSE, A Course on Group Theory. Dover Publications, New York, 1994.

Bibliografía de profundización

- J.L. ALPERIN, R.B. BELL, Groups and Representations. Springer, Berlin-New York, 1995.
- L. DORNHOFF, Group Representation Theory, Part A. Marcel Dekker, New York, 1971.
- L.C. GROVE, Groups and Characters. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1997.
- D.J.S. ROBINSON, A Course in the Theory of Groups, 2nd ed. Springer, New York, 1996.

Revistas

Direcciones de internet de interés

OBSERVACIONES

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea**Zikl.** Zehaztugabea**Plana** GMATEM31 - Matematikako Gradua**Ikastaroa** 4. maila**IRAKASGAIA**

26678 - Kodeak eta Kriptografia

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

Irakasgai honetan matematikaren bi aplikazio garrantzitsuak informazio teknologian ikusiko dira: errore zuzentzaileen kodeak eta kriptografia. Honela bada, informazioa era fidagarrian eta segurtasun osoaren transmititzeko beharrezkoak diren matematika tresnak landuko dira.

Horretarako, aurreko kurtsoetan ikasitako kontzeptuak ikusiko dira, adibidez, Aljebra Lineal eta Geometria I, Egitura Aljebraikoak, Aljebra Trukakorra eta Ekuazio Aljebraikoak. Algoritmoen Diseinuarekin modulu bat osatzen du.

Ikasleak arlo honetako oinarrizko tresnak landuko ditu eta horrela matematikako beste esparru batzuetan erabili ahal izango ditu eta, nahi izanez gero, laugarren kurtsoko eta aljebra arloko hautazko irakasgaietan sakontzeko balioko dio.

GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**1.- GAITASUN ESPEZIFIKOAK**

M09CM01- Ulertu kodeketaren ideia eta kode batek nola detektatu eta zuzentzen dituen erroreak.

M09CM02- Jakin erabiltzen sindromeetan oinarritutako zuzentze-metodoa.

M09CM03- Ezagutu kode garrantzitsu batzuk (Hamming-en kodeak, BCH kodeak, …) eta propietateak.

M09CM04- Ulertu gako publikoaren kriptografia.

M09CM05- Ulertu RSA eta Diffie-Hellman-en sistemak.

M09CM06- Ezagutu sinadura digitalak eta ziurtagiriak.

2.- IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK

Jakin mezuak kodetzen eta deskodetzen kode linealak erabiliz.

Jakin kalkulatzeko kode lineal baten distantzia minimoa.

Jakin kalkulatzeko kode lineal baten matrize sortzailea eta kontrol-matrizea.

Jakin mezuak enkriptatzen eta desenkriptatzen, gako publiko eta pribatuko sistemak erabiliz.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1.- KODE LINEALAK: Sarrera. Erroreak zuzentzen dituzten kodeak: oinarrizko definizioak. Hamming-en distantzia. Kode baliokideak. Kode perfektuak. Kode linealak: definizioa eta lehenengo propietateak. Kode lineal baten matrize sortzailea eta kontrol-matrizea. Kodeketa kode lineal batekin. Deskodeketa kode lineal batekin. Kode Linealen adibidea: Hammingen kodeak.

2.- KODE ZIKLIKOAK: Kode ziklikoen definizioa eta eraiketa. Kode zikliko baten polinomio sortzailea eta matrize sortzailea. Kode ziklikoaren kontrol-polinomioa eta kontrol-matrizea. Kodeketa eta deskodeketa kode zikliko batekin. Deskodeketa ziklikoaren metodoa. Kode ziklikoen adibidea: BCH kodeak.

3.- LEHENTASUN TESTAK: Lehentasun testa: definizioa eta motak. Lehentasun test determinista batzuk. Fermaten lehentasun testa. Zenbaki sasilehenak. Miller-Rabin-n lehentasun testa. Zenbaki sasilehen indartsuak.

4.- GAKO PRIBATUKO KRIPTOGRAFIA: Sistema kriptografikoak eta motak. Gako pribatuko sistema kriptografikoak: sistema afinak, Hill-en sistema kriptografikoa, ordezkapen sistemak eta DES. Hash funtzioak

5.- GAKO PUBLIKOKO KRIPTOGRAFIA: Sarrera. RSA sistema. ElGamal sistema. Diffie-Hellman-en gakoaren elkartrukaketa protokoloa. Sinadura digitalak.

PRAKTIKAK

Gai bakoitzeko ordenagailu praktika bat egingo da.

METODOLOGIA

Eskola magistrala: Eduki teorikoa azalduko da. horretarako bibliografian eta nahitaezko materialean ageri diren oinarrizko erreferentziak erabiliko direlarik.

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

Mintegiak: Ikaslea izango da protagonista. Bakarkako lanak edota taldekako lanak aurkeztu eta zuzenduko dira. Mintegian zehar izango den hausnarketa eta eztabaida aberatsagoa izan dadin ariketa horiek ikasleei alde aurretik proposatuko zaizkie egunerako landuta ekartzeko. Mintegi saioak derrigorrezkoak dira.

Ordenagailuko praktikak: Bi asterik behin bi orduko saioak izango ditugu. Saio hauek ere derrigorrezkoak dira. Ordu hauetan proposatuko praktikak egin beharko dira Mathematica programarekin.

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	30	6	9		15				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	45	9	13,5		22,5				

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 ETA UKO EGITEA % 100

OHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

- 1.- Azterketa finala (Pisua: %80)
- 2.- Ordenagailu praktiken azterketa hamabostgarren astean egingo dena (Pisua: %10)
- 3.- Azterketa partziala, bederatzi edota hamargarren astean egingo dena (Pisua: %10)

Aurreko portzentaiak aplikatu ahal izateko azterketa finalean 4 bat gutxienez atera beharko da eta entregatu beharko dira proposatutako praktika guztiak.

EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Azken proba bakarra egingo da. Proba honek bi parte izango ditu eta parte bakoitza aprobatu beharko da.

1. Parte: Teoria eta problemak (Pisua: %90).
2. Parte: Ordenagailu praktikak (Pisua: %10). Kurtsoan zehar bidalitako praktika entregatuko dira eta ordenagailu praktiken azterketa bat egingo da.

Ohiko deialdian ordenagailu praktiken azterketa gainditu duten ikasleek ez dute zertan 2. parte egin behar, nota igotzea ez baldin badute nahi.

NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

Gelako apunteak. Proposatutako ariketen eta praktiken zerrendak.

BIBLIOGRAFÍA

Oinarrizko bibliografia

- AKRITAS, A.G. Elements of computer algebra with applications, John Wiley and Sons, New York, 1989.
BRESSOUD, D.M. Factorization and primality testing, Springer-Verlag, New York, Iberoamericana, Wilmington, 1989.
HILL, R. A first course in coding theory. Ed. Clarendon Press, 1986.
HOFFSTEIN, J, PIPHER, J, SILVERMAN, J.H. An introduction to mathematical cryptography, Springer Science+Business Media, LLC, 2008.
MUNUERA, J., TENA, J. Codificación de la Información. Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Científico, 1997.
ROMAN, S. Coding and Information Theory, Springer-Verlag, New York, 1992.
STINSON, R. S. Cryptography Theory and Practice, 2nd. ed., Chapman and Hall, Boca Raton, 2002.

Gehiago sakontzeko bibliografia

- KOBLITZ, N. A course in number theory and cryptography. Ed. Springer-Verlag.
MENEZES, A.J., VAN OORSCHOT, P.C., VANSTONE, S.A. Handbook of applied cryptography CRC Press.
SMART, N. Cryptography: an introduction. Ed. McGraw-Hill.
VAN LINT, J.H., VAN DER GEER, G. Introduction to coding theory and algebraic geometry. Ed. Birkhäuser.
VAN LINT, J.H. Introduction to coding theory. Ed. Springer-Verlag.

Aldizkariak

Interneteko helbide interesgarriak

GARCIA, M.A., MARTINEZ, L., RAMÍREZ, T. Introducción a la Teoría de Códigos.

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

QUIROS, A. La Teoría de Códigos: una introducción a las Matemáticas de la transmisión de información

<http://www.grupoalquerque.es/ferias/2012/archivos/pdf/teoriacodigos.pdf> (Artículo de divulgación)

OHARRAK

Ikastegia 310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea**Zikl.** Zehaztugabea**Plana** GMATEM31 - Matematikako Gradua**Ikastaroa** 4. maila**IRAKASGAIA**

25138 - Komunikazioa Euskaraz: Zientzia eta Teknologia

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

IRAKASGAI HAU EUSKARAZ BAINO EZ DA ESKAINTZEN.

Irakasgai hau hautazkoa da Matematika Graduko 4. mailako ikasleentzat. Komunikazio zientifiko-teknikoa landuko da: dokumentazioa, berrikuspen bibliografikoak, testu-genero ohikoenak. Horretarako, espezializazio maila desberdinetako idatzizko eta ahozko testuak landuko dira: ikerketa-artikuluak, dibulgaziokoak, poster zientifikoak, ahozko komunikazioak, dibulgazio-hitzaldiak e.a. Berariaz sakonduko da ahozko komunikazioan. Matematikaren alorreko terminologia eta adierazpideak ere landuko dira aipatutako testu-generoekin lotuta.

Lotura zuzena du gradu berean hautazko irakasgai den Euskararen Arauak eta Erabilerak irakasgaiarekin (4. mailan egin daitekeena hau ere, lehenengo lauhilekoan). Nolanahi ere, EAE irakasgaiari gehiago sakonduko da idatzizko testu-generoetan eta KE irakasgai honetan, ahozko eta idatzizko testuak landuko badira ere, lan-ildo nagusia ahozko komunikazioaren bereizgarriak izango dira.

Irakasgaiok lotura zuzena dute baita Matematika Graduko zenbait gaitasun zehatzekin ere:

T8. Hizkuntza matematikoa ulertu eta erabiltzea, eta ezagutza, prozedura, emaitza eta ideia matematikoak idatziz zein ahoz komunikatzea.

T9. Ondorengo ikasketak autonomia-maila handiarekin egiteko beharrezkoak diren ikaskuntza-trebetasunak garatzea.

T10. Matematikan baliabide bibliografikoak bilatzeko tresnak erabiltzea.

Horretaz gain, gradu amaierako lana prestatzen ari diren ikasleei oso baliagarri izango zaie irakasgai hau, txosten zientifikoak idazteko eta ahozko aurkezpen akademikoetarako beharrezkoak diren baliabideak eta trebetasunak landuko baitira.

GAITASUNAK / IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK**MODULUKO GAITASUNA:**

M20CM01. Komunikazio- eta hizkuntza-gaitasunak lantzea, zeinak funtsezkoak baitira zientzia eta teknologiko tituludunen jarduera akademikoan eta profesionalean, hala ikerkuntzan, garapenean eta berrikuntzan nola alderdi sozializatzailean (dibulgazioan, sentsibilizazioan, hezkuntzan eta abar)

IRAKASGAIA IKASTEAREN EMAITZAK:

1. Goi-mailako tituludunek euskararen erabileran eta garapenean duten eraginaren kontzientzia hartzea, eta norberaren komunikazio-rola berraztertzea testuinguru horretan.
2. Informazio zientifikoa bilatzea, ulertzea, sintetizatzea eta kritikoki aztertzea.
3. Ikerkuntzarekin, aholkularitza teknikoarekin eta irakaskuntzarekin lotutako arazoei aurre egiteko bideak adostea, aurkeztea eta argudiatzea, elkarlana baliatuta.
4. Kontsulta-tresnak erabiltzen jakitea (bereziki Interneten eskuragarri daudenak), askotariko komunikazio-egoeretan sor daitezkeen premiei egokiro erantzuteko mailan.
5. Zientzia arloko gaiak komunikatzea, komunikazio-testuinguruaren eskakizunak aintzat hartuta: dibulgazio-hitzaldiak, klase magistralak, kongresuetarako komunikazioak, hitzaldietarako euskarri idatziak eta poster zientifikoak.
6. Norberaren intuizio eta esperientzia linguistikoak sistematizatu, azaldu eta berrikustea.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**EGITARAU TEORIKOA**

1. GAIA: Hizkuntzen kudeaketa ingurune akademiko eta profesional eleaniztunean
 - 1.1. Hizkuntza-eskubideak eta hizkuntza gutxituak
 - 1.2. Hizkuntza gutxituak eta hizkuntza-plangintza
 - 1.3. Euskararen normalizazio-plangintza
 - 1.4. Hizkuntza-ukipena, mailegutza, kalkoak eta hizkuntza-mendekotasuna
 - 1.5. Termino-sorkuntzarako bideak eta hizkuntza-ukipena
 - 1.6. Hizkuntzen kudeaketarako praktika onak testuinguru akademiko eta profesional eleaniztunean

Halako idatzirik bidali ezean, ebaluazio jarraiturako aurkeztutako zereginak kalifikatuko dira.

UPV/EHUko Ebaluaziorako Arautegiko 12.2 artikulua arabera, azken probaren pisua irakasgaiko kalifikazioaren % 40 edo txikiagoa bada, deialdiari uko egin nahi dioten ikasleek kasuan kasuko irakasgaiaren irakaskuntza aldia bukatu baino gutxienez hilabete lehenago eskaria egin beharko dute deialdiari uko egiteko. Eskari hori, idatziz, irakasgaiaren ardura duen irakasleari aurkeztu beharko zaio. Hori horrela, deialdiari uko egiten dioten ikasleek «AURKEZTEKE» kalifikazioa jasoko dute aktan; deialdiari uko egiten ez dioten ikasleek, azken probara aurkezten ez badira, aktan «GUTXIEGI» kalifikazioa izango dute (zenbakizko kalifikazioa: 0).

Ebaluazio jarraiturako tresnak hauek izango dira:

PORTFOLIOA	% 30
AHOZKO AURKEZPENAK	% 50
GALDETEGIAK	% 20 [NAHITAEZ APROBATU BEHARREKOA]

Bukaerako azterketan % 100 ebaluatzea eskatuko duten ikasleentzako orientazioak ezohiko deialdian zehaztutakoak dira.

EZOHIKO DEIALDIA: ORIENTAZIOAK ETA UKO EGITEA

Irakasgaiaren % 100 azterketa bidez ebaluatuko da. Azterketa ordenagailu-gelan egingo da, hizkuntza-tresna elektronikoekin lotutako gaitasunak ebaluatu ahal izateko. Ahozkoa ere ebaluatuko da. Horretarako, azterketa egunean, idatzia bukatu ondoren, 10 minutuko ahozko aurkezpena egingo dute azterketara aurkezten diren ikasleek ordenagailu-gelan bertan. Aurkezpena egiteko diapositibak prest ekarri beharko dituzte azterketa egiten duten ikasleek.

Bukaerako proban erabiliko diren tresnak hauek izango dira:

TEST MOTAKO PROBA	% 20
ARIKETA PRAKTIKOAK	% 15
IDAZLANA	% 15
AHOZKO AURKEZPENAK	% 50

NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

Irakasleak eGelan jarritako materialak.

BIBLIOGRAFÍA

Oinarrizko bibliografia

- EZEIZA, J; ALDEZABAL, I., ELORDUI, A., ZABALA, I., UGARTEBURU, I., ELOSEGI, K. (2010) PREST: Unibertsitateko komunikazio-gaitasunen eskuliburua. EHUko Euskara Errektoreordetzaren sareko argitalpena:
<http://testubiltegia.ehu.es/Prest-komunikazio-gidaliburua>
- ETXEBARRIA, J.R. (2011) Zientzia eta teknikako euskara arautzeko gomendioak. EIMArene estilo-liburua
- ETXEBARRIA, J.R. (2014) Komunikazioa euskaraz ingeniariaritzan. Bilbo. EHU eta UEU
- EUSKALTZAINDIA (2018) Euskara Batuaren Eskuliburua (EBE).
- EUSKALTZAINDIA "Euskara Batuaren Ahoskera Zaindua" (Euskaltzaindiaren 87 araua)
- EUSKALTZAINDIA " Adierazpena euskalkien erabileraz: irakaskuntzan, komunikabideetan eta administrazioan" (Euskaltzaindiaren 137 araua)
- Euskaltzaindiaren Ahoskera Batordea "Ahoskerak axola du"

Gehiago sakontzeko bibliografia

- ALVARADO CANTERO, L. (2017) "Géneros académicos orales: Estructura y estrategias de la exposición académica" Revista Nebrija de Lingüística Aplicada a la Enseñanza de las Lenguas.
- ALCOBA, S. (1999) La oralización. Barcelona: Ariel Practicum.
- BONDI, M. eta LORÉS, R. (ed.) (2014) Abstracts in Academic Discourse. Berna: Peter Lang
- CASTELLÓ, M. (koord.) (2007) Escribir y comunicarse en contextos científicos y académicos. Conocimientos y estrategias. Crítica y fundamentos. Bartzelona: Graó
- EUSKALTZAINDIA.1986. Maileguzko hitz berriei buruz Euskaltzaindiaren erabakiak
- EUSKALTZAINDIA (1992) Hitz elkartuen osaera eta idazkera
- GOTI, M. (ed.) (2012) Academic Identity Traits. Berna: Peter Lang
- GUTIÉRREZ RODILLA, B.M. (2003) Aproximaciones al lenguaje de la ciencia. Burgos: Fundación Instituto Castellano y Leonés de la Lengua. Colección Beltenebros.
- ITURBE, J. eta TXURRUKA, J.M. (2020) Amets bikoitza. Euskara zientifikotzen eta zientzia euskaratzen. EHUko Argitalpen Zerbitzua.
- KAUR, K., AFIDA, M.A. (2018) "Exploring the Genre of Academic Oral Presentations: A Critical Review" International Journal of Applied Linguistics & English Literature. Vol.7, 1
- UZEI. 1982. Maileguzko hitzak: ebakera eta idazkera
- VALEIRAS, J., RUIZ, M.N., JACOBS, G. (2018) "Revisiting persuasion in oral academic and professional genres: Towards a methodological framework for Multimodal Discourse Analysis of research dissemination talks" Ibérica: Revista de la Asociación Europea de Lenguas para Fines Específicos (AELFE), Nº. 35: 93-118

VÁZQUEZ, G. (2001) El discurso académico oral. Guía didáctica para la comprensión auditiva y visual de clases magistrales. Madrid: ADIEU.
YOUNG, K.S. eta TRAVIS, H. P. (2018) Oral communication: skills, choices, and consequences. Illinois: Waveland press. (4. argitalpena, 1. argitalpena 2012)
ZUAZO, K. (2005) Euskara batua. Ezina ekinez egina. Elkar.
ZUAZO, K. (2008) Euskalkiak euskararen dialektoak. Elkar.

Aldizkariak

Elhuyar aldizkaria
<http://aldizkaria.elhuyar.eus/>
Ekaia. Euskal Herriko Unibertsitateko Zientzia Aldizkaria
<http://www.ehu.eus/ojs/index.php/ekaia>

Interneteko helbide interesgarriak

<http://www.euskaltzaindia.eus/>
<http://www.hiztegia.net/>
<http://hiztegiak.elhuyar.eus/>
http://garaterm.ehu.es/garaterm_ataria/kontsultak/
<http://ehu.eus/ehg/zehazki/>
<http://www.euskara.euskadi.eus>
<http://www.ei.ehu.es>
<http://www.elhuyar.eus/>
<https://www.ehu.eus/eu/web/euskara/ehulku-aurkibidea/>
<http://ehuskaratuak.ehu.eus/kontsulta/>
http://www.euskara-errektoreordetza.ehu.eus/p267-http://garaterm.ehu.es/garaterm_ataria/eu
<http://31eskutik.eizie.eus/>
<http://www.erabili.eus/>
<http://gaika.ehu.eus/eu>
<https://zientziakaiera.eus/>
<http://teknopolis.elhuyar.eus/?lang=eu>
<https://ahotsak.eus/>

OHARRAK

Evaluation methods

- Continuous evaluation
- End-of-course evaluation

Evaluation tools and percentages of final mark

- See ORIENTATION 100%

ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

ORIENTATION FOR CONTINUOUS EVALUATION

The course evaluation will consider the regular attendance to class, the personal work done in the presentation and deliver of theoretical and practical homework, as well as the work done with computer programming (as individual or group work) and, of course, the exams. In order to pass the course it will be necessary to sum up 1.5 points in the two exams or to reach 6 points before the final exam.

Exams: 40%

Computer programming: 30%

Theoretical and practical homework: 30%

WITHDRAWAL OF CONTINUOUS ASSESSMENT SYSTEM

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

Article 8.3: In any case, students will have the right to be evaluated through the final evaluation system, regardless of whether or not they have participated in the continuous evaluation system. To do this, students must submit in writing to the teaching staff responsible for the subject the waiver of continuous assessment, for which they will have a period of 9 weeks for the quarterly subjects and 18 weeks for the annual subjects, starting from the beginning of the semester or course respectively, according to the academic calendar of the center.

DECLINING TO SIT

A student who does not fulfill the necessary conditions of summing up 1.5 points in the two exams or reaching 6 points before the final exam and does not take the final exam will obtain <<no presentado>>.

Article 12.2: In the case of continuous assessment, if the weight of the final test is greater than 40% of the grade for the course, it will suffice not to take the final test so that the final grade for the course is not presented or not filed. Otherwise, if the weight of the final test is equal to or less than 40% of the grade for the course, the student may waive the call within a period that, at least, will be up to one month before the end date of the teaching period of the corresponding subject. This resignation must be submitted in writing to the faculty responsible for the subject.

ORIENTATION FOR END-OF-COURSE (FINAL) EVALUATION

In the case of students who have not passed the evaluation of the activities carried out throughout the course (computer practices, exercises, seminars) or have chosen the final evaluation modality, in the ordinary call they must also take a complementary test designed for the evaluation of the activities carried out throughout the course. This test can consist of an oral presentation, a demonstration before a computer or a written description of the practical knowledge covered in the activities planned throughout the course. The value of this test will be taken into account in the same proportion as in the continuous evaluation.

EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

ORIENTATION FOR CONTINUOUS EVALUATION

For the extra final call, the same percentages will be used. The grade obtained in the computer programming (30%) and theoretical and practical homework (30%) will be kept, when advantageous to the student. Grades will never be kept from one year to another.

If it is necessary, the exam will consist of two parts: theoretical and practical ones.

DECLINING TO SIT

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

ORIENTATION FOR END-OF-COURSE (FINAL) EVALUATION

In the case of students who have not passed the evaluation of the activities carried out throughout the course (computer practices, exercises, seminars) or have chosen the final evaluation modality, in the extraordinary call they must also take a complementary test designed for the evaluation of the activities carried out throughout the course. This test can consist of an oral presentation, a demonstration before a computer or a written description of the practical knowledge covered in the activities planned throughout the course. The value of this test will be taken into account in the same proportion as in the continuous evaluation.

MANDATORY MATERIALS

COMPULSORY MATERIAL

Theoretical material stored in the virtual class of eGela.

BIBLIOGRAFÍA

Basic bibliography

- M.S. GOCKENBACH: P.D.E. Analytical and Numerical Methods, SIAM 2003.
- J.C. STRIKWERDA: Finite Difference Schemes and PDE, Wadsworth & Brooks 1989.
- L. LAPIDUS & G.F. PINDER: Numerical Solutions of PDE in science and engineering, John Wiley and Sons, 1999.
- E.H. TWIZELL: Computational Methods for P.D.E., John Wiley and Sons, 1988.
- B. FORNBERG: A Practical Guide to Pseudospectral Methods, Cambridge University Press 1998.
- A. TVEITO & R. WINTHER: Introduction to Partial Differential Equations - A Computational Approach, Springer, 1998.
- M.T. HEATH: Scientific computing: an introductory survey, Mc Graw Hill, 2002.
- V.G. GANZHA & E.V. VOROZHTSOV: Numerical solutions for Partial Differential Equations: Problem solving using Mathematica, CRC Press, 1996.
- Uri M. ASCHER: Numerical Methods for Evolutionary D. E., SIAM 2008.
- K.W. MORTON & D.F. MAYERS: Numerical Solution of PDE, Cambridge 2005.
- J.W. THOMAS: Numerical PDE. Finite Difference Methods, Springer, 1995.
- L.N. TREFETHEN: Spectral Methods in MATLAB, SIAM 2000.

Detailed bibliography

- J.D. LAMBERT, Numerical methods for O.D.E.: the initial value problems, Wiley, 1991.
- S.P. NORSETT, E. HAIRER & G. WANNER, Solving ordinary differential equations i: Nonstiff problems, Springer, 1987 (1993 second edition).
- E. HAIRER & G. WANNER, Solving ordinary differential equations ii: Stiff and Differential algebraic Problems, Springer, 1991.
- W. HUNSDORFER & J.C. VERWER: Numerical Solutions of Time-Dependent Advection-Diffusion-Reaction Equations, Springer 2007.
- C. JOHNSON: Numerical solution of P.D.E. by the F.E.M., Cambridge University Press 1987.
- W.E. SCHIESSER: The numerical method of line: integration of Partial Differential equations, Academic Press, 1991.
- W.E. SCHIESSER & G.W. GRIFFTHS: A compendium of partial differential equation models: method of lines analysis with Matlab, Cambridge University Press, 2009.
- J.S. HESTHAVEN, S. GOTTLIEB & D. GOTTLIEB: Spectral methods for time-dependent problems, Cambridge University Press, 2007.
- A.R. MITCHELL & D.F. GRIFFTHS: The Finite Difference Method in Partial Differential Equations, John Wiley and Sons, 1980.
- A. QUARTERONI & A. VALLI: Numerical Approximation of Partial Differential Equations, Springer-Verlag, 1994.
- L. DEMKOWICZ: Computing with hp-adaptive finite elements, v.1, One and two dimensional elliptic and Maxwell problems, Chapman and Hall/CRC, 2007.

Journals

JOURNALS

Mathematical Methods in the Applied Sciences
International Journal for Numerical Methods in Engineering
International Journal for Numerical Methods in Fluids
International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering

Web sites of interest

Videos for Korteweg de Vries equation:
<https://www.youtube.com/watch?v=i7ORX97drdg>
<https://www.youtube.com/watch?v=VFM48pSLwGc>
CIMNE: International Center for Numerical Methods in Engineering:
<http://www.cimne.upc.es/>
NAG Library:
<http://www.nag.co.uk/>
IMSL Library:
<http://www.roguewave.com/products-services/imsl-numerical-libraries>
SIAM Journal of Numerical Analysis:
<http://epubs.siam.org/SINUM>

OBSERVATIONS

GUÍA DOCENTE

2022/23

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GMATEM31 - Grado en Matemáticas**Curso** 4º curso**ASIGNATURA**

26668 - Probabilidad y Procesos Estocásticos

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

En esta asignatura se presenta la Teoría de la probabilidad en el contexto de la Teoría de la medida y los principios de la Teoría de los procesos estocásticos. De esta forma, se completa la formación básica adquirida por el estudiante en la asignatura Cálculo de probabilidades en el Segundo curso del grado al realizar un desarrollo sólido y sistemático de los principios, resultados y aplicaciones de la Teoría de la probabilidad.

Esta asignatura junto con las asignaturas Programación matemática y Análisis multivariante forman el Módulo M14 del Grado en Matemáticas denominado Ampliación de Estadística e Investigación Operativa. El objetivo de este módulo es proporcionar conocimientos y técnicas de probabilidad, estadística e investigación operativa para que el estudiante adquiera una formación básica y horizontal de estas materias que le permita comprender y aplicar tales conocimientos y habilidades en múltiples direcciones interrelacionadas. Estas tres asignaturas se pueden desarrollar de manera independiente.

Las siguientes asignaturas que se cursan en primero, segundo y tercer curso del grado son requisitos deseables a la hora de cursar la presente asignatura: Cálculo de probabilidades, Medida e integración, Análisis complejo y Cálculo Diferencial e Integral I y II.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**COMPETENCIAS**

M14CM01.- Conocer en profundidad los conceptos y resultados del cálculo de probabilidades, la estadística y la programación matemática.

M14CM03.- Usar correctamente la terminología relacionada con los fenómenos aleatorios, el análisis de datos y la optimización de funciones lineales.

M14CM04.- Modelizar correctamente situaciones típicas relativas a fenómenos aleatorios y el tratamiento de datos.

M14CM06.- Seleccionar correctamente la técnica de análisis adecuada, en función del objetivo que se persigue en el estudio de esas situaciones.

M14CM07.- Realizar correctamente los cálculos y/o visualizaciones gráficas que requieran tales situaciones, utilizando los recursos teóricos y/o computacionales apropiados.

M14CM08.- Interpretar con sentido crítico los resultados de los análisis realizados.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Saber plantear, resolver e interpretar problemas de cálculo de probabilidades y procesos estocásticos.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. ESPACIOS DE PROBABILIDAD: probabilidad y medida, espacios de probabilidad, probabilidad condicional, independencia de sucesos y de colecciones de sucesos.
2. VARIABLES ALEATORIAS: funciones medibles, distribución de probabilidad, independencia de variables aleatorias.
3. ESPERANZA: la esperanza como integral, propiedades, momentos, desigualdades principales.
4. FUNCIONES CARACTERÍSTICAS: concepto y propiedades principales, derivadas y momentos, fórmulas de inversión, identificación de funciones características.
5. CONVERGENCIA: modos de convergencia de variables aleatorias, relaciones mutuas, principales leyes fuertes y débiles de grandes números, convergencia de series aleatorias, el teorema central del límite y sus generalizaciones.
6. ESPERANZA CONDICIONAL: concepto y propiedades principales, martingalas, convergencia de martingalas.
7. PROCESOS ESTOCÁSTICOS: cadenas de Markov, otros procesos estocásticos, fundamentos de la teoría de procesos.

METODOLOGÍA

En las clases magistrales se exponen, desarrollan e ilustran los conceptos y resultados teóricos fundamentales. En las clases de problemas se muestran los aspectos prácticos de la teoría expuesta en las clases magistrales. También se pueden utilizar para asignar tareas a realizar, mostrar las pautas para su realización y/o exponer algunos trabajos. En los seminarios el estudiante tomará un papel más activo y deberá demostrar la destreza adquirida hasta ese momento en las competencias trabajadas. Dependiendo de la sesión, se realizarán diferentes actividades, como por ejemplo, se expondrán las tareas teóricas y/o prácticas que se le encargan, se realizarán trabajos individuales o en grupo, se resolverán problemas, ...

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/a	54	9	27						

Leyenda: M: Magistral 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 continua
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Ver orientaciones 100%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

ORIENTACIONES PARA LA EVALUACIÓN CONTINUA:

La evaluación de la asignatura consistirá en exposiciones y entrega de trabajos de teoría y/o de resolución de problemas y en la realización de varias pruebas escritas. Concretamente:

Prueba escrita parcial: 25%.

Resolución de problemas en clase, entrega y presentación de problemas propuestos y/o trabajos de teoría, participación en seminarios y tutorías: 20%.

Prueba escrita final: 55%.

La prueba escrita parcial y la prueba escrita final son de carácter obligatorio.

La valoración del 20% de resolución de problemas en clase, entrega y presentación de problemas propuestos y/o trabajos de teoría, participación en seminarios y tutorías será de entrega opcional, siempre teniendo en cuenta que, si se ha elegido la evaluación continua, la no entrega/realización/presentación implicará la pérdida automática de este porcentaje en la nota.

El estudiante que no se presente a la prueba escrita final que se realiza en la fecha de la Convocatoria ordinaria será evaluado como "No presentado".

El/la estudiante que no quiera participar en la evaluación continua podrá renunciar a ella oficialmente mediante un escrito dirigido al profesorado responsable que deberá entregar en un plazo máximo de 15 semanas desde el comienzo del cuatrimestre.

ORIENTACIONES PARA LA EVALUACIÓN FINAL:

Se realizará un examen escrito en la fecha de la Convocatoria ordinaria cuya calificación será el 100% de la nota.

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA:

A la hora de evaluar se tendrá en cuenta:

En las pruebas escritas: la precisión y rigor en las definiciones, propiedades y razonamientos, la corrección en los resultados y en los desarrollos, la correcta utilización del lenguaje matemático y el método de razonamiento correcto (explicaciones claras, ordenadas y razonadas de los pasos seguidos y argumentos utilizados).

En las exposiciones y entrega de trabajos: la precisión y rigor en las definiciones, propiedades y razonamientos, la corrección en los resultados y en los desarrollos, el uso adecuado del lenguaje matemático tanto de forma escrita como oral y las justificaciones claras, ordenadas y razonadas de los argumentos utilizados.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Se realizará un examen escrito cuya calificación será el 100% de la nota.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Material y relaciones de problemas entregadas en clase y disponibles en el aula virtual de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- G.R. GRIMMETT, D.R. STIRZAKER, Probability and Random processes, Oxford Science Publications, 1992
A.F. KARR, Probability, Springer Verlag, 1993.
S.I. RESNICK, A Probability Path, Birkhäuser, 1999.

Bibliografía de profundización

- P. BILLINGSLEY, Probability and Measure, Wiley, New York, 1986.
J. NEVEU, Martingales a temps discret, Dunod, 1972.
A. N. SHIRYAYEV, Probability, Springer-Verlag, New York, 1996.

Revistas

Direcciones de internet de interés

- Aula virtual de apoyo a la docencia presencial: <https://egela.ehu.eus/>
Probability Web: <http://probweb.berkeley.edu/probweb.html> un
Sobre la historia de la Probabilidad y de las Matemáticas: <http://www.economics.soton.ac.uk/staff/aldrich/Figures.htm>
<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/>

OBSERVACIONES

GUÍA DOCENTE

2022/23

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GMATEM31 - Grado en Matemáticas**Curso** 4º curso**ASIGNATURA**

26670 - Programación Matemática

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

La Programación Matemática es un área de la Investigación Operativa en la que se aplican herramientas matemáticas de optimización para encontrar la mejor solución que, satisfaciendo una serie de limitaciones, optimice un cierto objetivo. Esta asignatura tiene como objetivo el desarrollo de las bases teóricas y algoritmos para resolver problemas de optimización lineales con variables continuas y enteras.

Se estudiarán los siguientes problemas clásicos en la literatura: el problema de la mochila, de la ruta mínima, del agente viajero, del transporte, de asignación, de control inventarios, del flujo máximo, de ruta de vehículos, de localización y el de secuenciación de tareas, entre otros.

Debido a que este tipo de problemas bajo situaciones realistas son de grandes dimensiones (por la magnitud del número de variables y restricciones) o de complejidad computacional elevada, se hace necesario para resolverlos el conocimiento de técnicas de computación, así como conocimiento del software específico de optimización disponible para su resolución. También en esta asignatura se estudiarán los principios del software necesario para su resolución automatizada.

Este tipo de problemas se presentan en campos tan diversos como logística, finanzas, energía, producción, sanitario o emergencias humanitarias.

Constituye un módulo con las asignaturas Análisis Multivariante y Probabilidad y Procesos Estocásticos de cuarto de grado en matemáticas. Con este módulo se pretende que cada estudiante adquiera una formación básica y horizontal de estas materias que le permitan comprender y aplicar tales conocimientos y habilidades en múltiples direcciones interrelacionadas

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**COMPETENCIAS ESPECIFICAS**

CM01 - Conocer en profundidad los conceptos y resultados del cálculo de probabilidades, la estadística y la programación matemática.

CM02 - Estar familiarizado con los principales algoritmos de programación matemática.

CM03 - Usar correctamente la terminología relacionada con los fenómenos aleatorios, el análisis de datos y la optimización de funciones lineales.

CM04 - Modelizar correctamente situaciones típicas relativas a fenómenos aleatorios y el tratamiento de datos.

CM05 - Estar familiarizado con recursos informáticos apropiados para el tratamiento de las situaciones mencionadas y manejar correctamente algunos de ellos.

CM06 - Seleccionar correctamente la técnica de análisis adecuada, en función del objetivo que se persigue en el estudio de esas situaciones.

CM07 - Realizar correctamente los cálculos y/o visualizaciones gráficas que requieran tales situaciones, utilizando los recursos teóricos y/o computacionales apropiados.

CM08 - Interpretar con sentido crítico los resultados de los análisis realizados.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocer los principales conceptos, resultados teóricos, técnicas y algoritmos de resolución de la programación matemática, así como su aplicación a casos representativos.

Saber modelizar problemas utilizando técnicas de optimización lineal, entera y entera-mixta. Saber elegir razonadamente la técnica concreta más apropiada.

Resolver casos prácticos utilizando los recursos computacionales y software de optimización apropiados. Conocimiento y manejo de técnicas computacionales, funciones de COIN-OR o/y CPLEX y el lenguaje de programación C++ para la resolución de problemas de optimización lineal, entera y entera-mixta.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**CONTENIDO TEÓRICO****1. PROGRAMACIÓN LINEAL**

1.1 Fundamentos de la Programación lineal 1.1.1 Método geométrico. 1.1.2. Criterios de Dantzig. 1.1.3. Método de la Big M. 1.2 Métodos Simplex primales. 1.2.1 Método Simplex primal revisado. 1.2.2 Método simplex primal por Tablas. 1.2.3 Primera fase de los métodos simplex primales. 1.2.4 Método Simplex primal para variables acotadas. 1.3 Problemas de redes. 1.3.1 Resultados de teoría de grafos. 1.3.2 Método Simplex para redes.

2. DUALIDAD. ANÁLISIS DE LA SENSIBILIDAD Y POSTOPTIMALIDAD 2.1 Introducción y resultados de dualidad. 2.1.1 Teoremas fundamentales de dualidad. 2.1.2. Dualidad y relaciones con el simplex primal. 2.1.3. Multiplicadores del simplex. 2.1.4. Teoremas de la holgura complementaria. 2.1.5. Interpretación económica de la dualidad. 2.2. Métodos Simplex duales. 2.2.1 Método Simplex dual. 2.2.2. Método simplex dual para variables acotadas. 2.3 Sensibilidad y postoptimalidad.

3. PROGRAMACIÓN ENTERA 3.1 Introducción. 3.2 Algunos problemas representativos. 3.2.1 El problema de la mochila 0-1 (knapsack Problem, KP). 3.2.2 El problema del costo fijo. 3.2.3 Inventarios. 3.2.4. Un problema entero particular. 3.3 Métodos de resolución. 3.3.1 Métodos de cortes de Gomory. 3.3.2 Métodos de bifurcación y acotación. 3.3.3. Métodos de bifurcación y cortes 3.4 Programación entera 0-1. 3.4.1 Algunas técnicas de preprocesamiento. 3.5 Problemas enteros más fuertes.

4. ALGORITMOS Y CASOS PARTICULARES 4.1 Problema de la ruta mínima. Algoritmo de Dijkstra. 4.2 Problema del transporte. 4.2.1 Algoritmos para la búsqueda de una solución inicial básica factible. 4.2.2. Algoritmo del transporte. 4.2.3. Método general de búsqueda de una solución inicial 4.2.4. Problema del transbordo. 4.3 El problema de asignación. Algoritmo Húngaro. 4.4 Problema del flujo máximo. Algoritmo de Ford Fulkerson.

5. MODELIZACIONES E IMPLEMENTACIONES 5.1 El problema del viajero. (Travelling Salesman Problem, TSP). 5.1.1. Otra formulación. 5.2. El problema de las rutas de vehículos (Vehicule Routing Problem, VRP). 5.3 Problemas de localización. 5.3.1. Problema de la p-mediana. 5.3.2 El problema de localización de instalaciones capacitado. 5.3.3. Casos particulares de localización. 5.4 Secuenciación de tareas (Scheduling and Sequencing).

6. SOFTWARE DE OPTIMIZACIÓN 6.1 Introducción. 6.2 COIN-OR 1.8.0 (libre disposición) y C++. 6.2.1. Descripción de la aplicación y modelo. 6.3 CPLEX 12.6.1 (licencia académica). 6.4 LINDO y LINGO en Windows (libre con restricciones de tamaño).6.4. LINDO y LINGO bajo Windows. 6.4.1 LINDO. 6.4.2 LINGO

CONTENIDO PRÁCTICO

El alumnado realizará prácticas de ordenador relativas a los temas anteriormente expuestos

METODOLOGÍA

Teoría (M): El contenido teórico se expondrá en clases magistrales siguiendo las referencias básicas que figuran en la Bibliografía y el material de uso obligatorio. Se trabajarán métodos generales y se desarrollarán ejemplos. En la plataforma eGela habrá material de apoyo referente al desarrollo de la asignatura.

Problemas (GA): Se proporcionarán relaciones de problemas para resolver ejercicios en los que se aplicarán los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. En las clases de problemas se resolverán algunos de los mismos. Al finalizar cada tema se proporcionarán las soluciones de los ejercicios.

Seminarios (S): En los seminarios se desarrollarán casos prácticos y ejemplos representativos del contenido de la asignatura, que generalmente habrán sido facilitados con anterioridad al alumnado para trabajarlos y motiven la posterior reflexión y discusión en la sesión dedicada a ello. A lo largo del curso se realizarán dos tareas evaluables, preferiblemente en equipo, cada una de las cuales se abordará en tres sesiones de seminario. Los seminarios se realizarán en grupos (S1, S2), dependiendo del número de estudiantes matriculados.

Prácticas (GO): Se realizarán prácticas de ordenador orientadas a la consecución de las competencias de la asignatura. Para ello, se utilizará el software de optimización COIN-OR o/y CPLEX en las aulas de informática de la Facultad de Ciencia y Tecnología, siempre que la situación socio-sanitaria lo permita. Son un total de 12 horas que se distribuirán en sesiones de dos horas. Se realizarán dos tareas evaluables de casos prácticos, preferiblemente en equipo, cada una de las cuales se abordará en tres sesiones de prácticas. Las prácticas se realizarán en grupos (GO1, GO2), dependiendo del número de estudiantes matriculados.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	30	6	12		12				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	45	9	18		18				

Leyenda: M: Magistral

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 continua
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 70%

- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 5%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 5%
- Prácticas de ordenador e informes 20%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

ORIENTACIONES PARA LA EVALUACIÓN CONTINUA

- Examen escrito 70%
- Prácticas de ordenador e informe 20%
- Realización de prácticas (ejercicios, problemas), trabajos en equipo y seminarios 10%.

La prueba escrita y las prácticas de ordenador serán de carácter obligatorio. Las tareas de seminarios se llevarán a cabo en equipo y serán de carácter opcional. La no entrega de las tareas de seminarios implicará la pérdida del porcentaje del 10% de la nota.

Para aprobar la asignatura es necesario obtener al menos un 4 (sobre 10) en la prueba escrita y un 4 (sobre 10) en las tareas de prácticas de ordenador. Además, la nota final debe ser al menos un 5 (sobre 10).

El hecho de no haber superado las actividades evaluables complementarias al examen escrito no exime al alumnado de demostrar la capacidad y conocimientos para realizar esas actividades, con lo que se propondrán unas pruebas que garanticen la evaluación de dichos conocimientos y computen para la nota final en la misma proporción que en la convocatoria ordinaria con evaluación continua. Las pruebas pueden ser una exposición oral, una demostración ante un ordenador o una descripción escrita de los conocimientos prácticos abordados en las actividades complementarias.

Aunque las actividades realizadas durante el curso hayan sido evaluadas, como el peso de la prueba final (examen escrito) es superior al 40% de la calificación de la asignatura, bastará con no presentarse a dicha prueba final para que la calificación final de la asignatura sea no presentado o no presentada.

RENUNCIA A LA EVALUACIÓN CONTINUA

En todo caso el alumnado tendrá derecho a ser evaluado mediante el sistema de evaluación final, independientemente de que haya participado o no en el sistema de evaluación continua. Para ello, el alumnado deberá presentar por escrito al profesorado responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua, para lo que dispondrán de un plazo de 9 semanas, a contar desde el comienzo del cuatrimestre, de acuerdo con el calendario académico del centro.

ORIENTACIONES PARA LA EVALUACIÓN FINAL

- Examen escrito 80%
- Prácticas de ordenador e informe 20%

El hecho de no haber realizado las actividades evaluables complementarias al examen escrito en la evaluación continua no exime al alumnado de demostrar la capacidad y conocimientos para realizar esas actividades. Se propondrán unas pruebas que garanticen la evaluación de los conocimientos y computen para la nota final en la misma proporción que en la convocatoria ordinaria con evaluación continua. Las pruebas pueden ser una exposición oral, una demostración ante un ordenador o una descripción escrita de los conocimientos prácticos abordados en las actividades complementarias.

La no presentación al examen escrito supondrá la renuncia automática a la convocatoria.

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación el material permitido será indicado por el equipo docente de la asignatura. Ante cualquier caso de práctica deshonesto o fraudulento se procederá aplicando lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

ORIENTACIONES PARA LA EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA:

- Examen escrito 80%
- Prácticas de ordenador e informe 20%

Si la nota de prácticas de ordenador de la convocatoria ordinaria es al menos un 4 (sobre 10) no es necesario volver a evaluarse de prácticas de ordenador.

El hecho de no haber superado las actividades evaluables complementarias al examen escrito no exime al alumnado de demostrar la capacidad y conocimientos para realizar esas actividades, con lo que se propondrán unas pruebas que garanticen la evaluación de dichos conocimientos y computen para la nota final en la misma proporción que en la convocatoria ordinaria con evaluación continua. La prueba pueden ser una exposición oral, una demostración ante un ordenador o una descripción escrita de los conocimientos prácticos abordados en las actividades complementarias.

La no presentación al examen escrito supondrá la renuncia automática a la convocatoria.

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación el material permitido será indicado por el equipo docente de la

asignatura. Ante cualquier caso de práctica deshonesto o fraudulento se procederá aplicando lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Al comienzo de curso se publicará en eGela una guía para el estudiante con la programación docente del curso, especificando el calendario y aula asignada de las clases magistrales (M), Seminarios(S), prácticas de aula (GA) y prácticas de ordenador (GO). Horarios de tutorías, fechas de exámenes, fechas de entrega de las tareas programadas de las prácticas de ordenador y trabajos de seminarios.

Se pondrá a disposición del alumnado en la plataforma virtual eGela, los apuntes de la asignatura y el manual con instrucciones para el manejo del compilador C++, el software de optimización COIN-OR y el optimizador CPLEX.

También se publicará la relación de ejercicios y problemas para resolver en las prácticas de aula, casos prácticos para resolver en las prácticas de ordenador y seminarios a realizar durante el curso.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

FREDERICH S. HILLIER Y GERARD J. LIEBERMAN. Introducción a la investigación de operaciones. Editorial McGraw-Hill. Séptima Edición (2001). Novena edición 2010.

FREDERICH S. HILLIER Y MARK. S. HILLIER. Introduction to Management Science: A modeling and case studies approach with Spread sheets. Editorial McGraw-Hill (2011).

G. NEMHAUSER, L. WOLSEY. Integer and combinatorial optimization. Editorial Wiley (1999).

Bibliografía de profundización

GÉRARD CORNUÉJOLS. Revival of the Gomory cuts in the 1990s. Annals of Operations Research (2007),149,1,63-66.

Y. POCHET, L.A. WOLSEY. Production planning by mixed integer programming. Springer Series in Operations research and Financial Engineering (2006).

Revistas

Computers & Operations Research, <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03050548>

TOP, <http://www.springer.com/business+%26+management/operations+research/journal/11750>

Journal of Global Optimization, <http://link.springer.com/journal/10898>

European Journal of Operational Research, <http://www.journals.elsevier.com/european-journal-of-operational-research>

Operations Research Letters, <http://www.journals.elsevier.com/operations-research-letters>

Operations Research, <http://www.jstor.org/action/showPublication?journalCode=operrese>

Computational and management science,

<http://www.springer.com/business+%26+management/operations+research/journal/10287>

Direcciones de internet de interés

COIN-OR <http://www.coin-or.org>, código abierto

Visual Studio Community C++ 2017 , software libre <https://www.visualstudio.com/products/visual-studio-express-vs>

Tutorial de C++ <http://www.cplusplus.com/doc/tutorial/>

CPLEX <http://www-01.ibm.com/software/integration/optimization/cplex-optimizer/>, Licencia académica

Lingo <http://www.lindo.com/>, Versión de prueba (demo)

OBSERVACIONES

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología

Ciclo Indiferente

Plan GMATEM31 - Grado en Matemáticas

Curso 4º curso

ASIGNATURA

26671 - Teoría de Números

Créditos ECTS : 6

DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

El curso se centra en una selección de tópicos de las teorías analítica y algebraica de números. De los cuatro grandes temas descritos más abajo en el apartado CONTENIDOS-TEÓRICO PRÁCTICOS, se seleccionará cada año uno de ellos, dependiendo de las circunstancias, y sobre él versará la asignatura. Por el momento, se tratará el tema 2, "Cuerpos de números y anillos de enteros".

Más concretamente, el objetivo de la asignatura será entender cómo puede extenderse el "Teorema fundamental de la aritmética" (que afirma que todo número natural mayor que 1 se escribe de modo único como producto de números primos) a anillos más generales que el anillo de los enteros ordinarios, que son subanillos de los números complejos. Estos anillos son los llamados anillos de enteros de los cuerpos de números, es decir, de las extensiones finitas del cuerpo de los números racionales.

Se empieza desde cero, estableciendo la propiedad de factorización única en los enteros ordinarios. A continuación se estudian las propiedades básicas de los anillos principales y factoriales. Se pasa entonces a estudiar los anillos de enteros de los cuerpos de números, los anillos de Dedekind y el teorema de factorización única de ideales en estos anillos. Finalmente, se hace un estudio más detallado de los cuerpos cuadráticos y se aplican las propiedades estudiadas al estudio de representaciones de enteros mediante formas cuadráticas, a la resolución de ecuaciones diofánticas y otros temas afines.

El ejemplo clásico que sirve como modelo a lo que se estudia en el curso es el teorema de Fermat sobre suma de cuadrados: un número primo impar es suma de dos cuadrados de números enteros si y sólo si deja resto 1 al ser dividido por 4. De las varias demostraciones que existen de este teorema, en el curso interesa destacar la que se deduce sencillamente del hecho de que el llamado anillo de los enteros de Gauss es un anillo factorial.

Como requisitos para seguir el curso, son deseables cierta familiaridad con el manejo de congruencias y con los conceptos básicos de la teoría de los anillos conmutativos (homomorfismos, anillos cociente, ideales, etc). Para hacerse una idea de los temas, métodos e ideas del contenido del curso y del nivel con el que tratarán en la clase, se recomienda hojear las primeras lecciones del libro de Stewart y Tall mencionado en la bibliografía.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

- CM01 - Aplicar los principales métodos para el estudio de las funciones aritméticas.
- CM02 - Relacionar distintos problemas de la teoría de números con las funciones aritméticas.
- CM03 - Conocer el problema de la factorización en los anillos de enteros de cuerpos de números.
- CM04 - Conocer las curvas elípticas, la operación entre sus puntos y algunas de sus propiedades y aplicaciones.
- CM05 - Saber cuáles son los problemas principales de la teoría aditiva de números y su relación con otros problemas.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Saber deducir las leyes de descomposición de primos en extensiones abelianas del cuerpo de los números racionales.
- Saber aplicar los métodos de la teoría algebraica de números en la resolución de ecuaciones diofánticas.
- Ser capaz de reconocer los problemas de teoría de números cuya solución depende de una curva elíptica.
- Saber calcular el rango y la torsión del grupo de puntos racionales de una curva elíptica en casos sencillos.
- Saber hallar estimaciones para diversas medidas de números algebraicos: medias y medidas de Mahler.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. FUNCIONES ARITMÉTICAS: Productos de Dirichlet y medias. Distribución de números primos: Teorema de Chebyshev. Teorema del número primo. Demostración elemental. Demostración analítica. Caracteres y Teorema de Dirichlet.
2. CUERPOS DE NÚMEROS Y ANILLOS DE ENTEROS: Extensiones enteras. Anillos de Dedekind. Factorización única de ideales. Leyes de descomposición de primos.
3. CURVAS ELÍPTICAS: La operación de grupo sobre un cúbica. Puntos racionales. Puntos de torsión. Teorema de Mordell-Weil. Cálculo del rango.
4. TEORÍA ADITIVA DE NÚMEROS: Sumas de cuadrados. Particiones. Funciones de Jacobi. El problema de Waring.

METODOLOGÍA

El contenido teórico se expondrá en clases magistrales siguiendo referencias básicas que figuran en la Bibliografía y el material de uso obligatorio. Estas clases magistrales se complementarán con clases de problemas (prácticas de aula) en los que se propondrá a los alumnos resolver cuestiones en las que se aplicarán los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. En los seminarios se desarrollarán cuestiones y ejemplos representativos del contenido de la asignatura, que generalmente habrán sido facilitados con anterioridad a los alumnos para trabajarlos y motiven la posterior reflexión y discusión en la sesión dedicada a ello.

Se propondrán a los estudiantes trabajos individuales sobre teoría y problemas, para cuya realización y exposición dispondrán del apoyo del profesor en seminarios periódicos.

Parte importante del trabajo del alumno es de carácter personal. Los profesores orientarán en todo momento ese trabajo y estimularán que se haga con regularidad y dedicación. Se animará igualmente a que utilicen las tutorías personales donde pueden aclarar cualquier duda o dificultad que se les presente en las asignaturas.

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/a	54	9	27						

Leyenda: M: Magistral
 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 final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- ver ORIENTACIONES Y RENUNCIA 100%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Un 20 % por la participación activa en los Seminarios y realización de tareas en la pizarra y por los resultados obtenidos en los trabajos entregados por escrito (lista de problemas resueltos, etc.) a lo largo del curso.

Y el 80% restante, por los resultados obtenidos en un examen final de problemas de la asignatura, en el que exigirá una nota mínima de 4 puntos sobre 10.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Se conservará, de la convocatoria ordinaria, un 20% por la participación activa en los Seminarios y realización de tareas en la pizarra y por los resultados obtenidos en los trabajos entregados por escrito (lista de problemas resueltos, etc.) a lo largo del curso.

Y el 80% restante, por los resultados obtenidos en un examen final de problemas de la asignatura.

La calificación del alumnado que no haya superado previamente los apartados de Seminarios y/o trabajos escritos, dependerá únicamente del examen escrito de la convocatoria extraordinaria.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

P. SAMUEL, Théorie Algèbrique des Nombres, Hermann, Paris, 1967.
 I. STEWART, D. TALL, Algebraic Number Theory, Chapman&Hall, 1987.

Bibliografía de profundización

S. LANG, Algebraic Number Theory, 1994.
 R. LONG, Algebraic Number Theory, Marcel Dekker, 1977.
 D.A. MARCUS, Number Fields, Springer, 1977.
 T. ONO, An Introduction to Algebraic Number Theory, Plenum, 1990.

Revistas

Direcciones de internet de interés

OBSERVACIONES

ASIGNATURA

26672 - Variedades Diferenciables

Créditos ECTS : 6

DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura sólo se imparte en castellano.

Se generaliza el cálculo diferencial e integral, conocido en los espacios euclídeos, a ciertos espacios topológicos denominados variedades diferenciables. Estos espacios localmente se pueden identificar con abiertos de un espacio euclídeo por medio de sistemas de coordenadas locales adecuados. Por tanto, la geometría diferencial local de variedades se reduce al análisis clásico, mientras que los conceptos y relaciones, que no dependen del sistema de coordenadas elegido, son los propios de la geometría diferencial.

Se introducirá el concepto de variedad diferenciable y el de aplicación diferenciable, y se aprenderá a trabajar con coordenadas. Se considerará el espacio tangente, los campos de vectores y las formas diferenciales sobre variedades. Se definirá la diferencial exterior de formas diferenciales y se estudiará el cálculo integral de formas en variedades diferenciables, probando una versión general del teorema de Stokes y mostrando algunas aplicaciones y casos particulares clásicos como el teorema de Green, y el teorema de Stokes del cálculo.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

COMPETENCIAS:

M12CM01- Comprender los conceptos, herramientas y metodología propios de la geometría de variedades diferenciables.

M12CM02- Conocer el cálculo diferencial e integral en variedades y el cálculo tensorial.

M12CM03- Conocer algunos importantes resultados básicos de la geometría de variedades diferenciables.

M12CM04- Utilizar el cálculo tensorial y exterior, tanto en forma intrínseca como en coordenadas. Aplicar los métodos de cálculo propios de la geometría diferencial.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE:

1. Utilizar el cálculo tensorial y exterior, tanto en forma intrínseca como en coordenadas.
2. Aplicar los métodos de cálculo propios de la geometría diferencial.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. VARIETADES DIFERENCIABLES: Concepto de variedad diferenciable. Ejemplos. Topología de una variedad. Aplicaciones diferenciables entre variedades. Difeomorfismos. Espacios tangente y cotangente. La diferencial de una aplicación diferenciable. Regla de la cadena. Clasificación de aplicaciones diferenciables según el rango de su diferencial.

2. CAMPOS DE VECTORES SOBRE UNA VARIEDAD: El fibrado tangente. Campos de vectores como derivaciones. Álgebra de Lie de los campos de vectores. Cálculos en coordenadas. Campos de vectores relacionados por una aplicación diferenciable. Curvas integrales de un campo de vectores. Flujo.

3. FORMAS DIFERENCIALES: Formas diferenciales sobre variedades. Producto exterior. El álgebra exterior de una variedad. La diferencial exterior de formas diferenciales. Formas cerradas y exactas. Nociones sobre los grupos de cohomología de De Rham. Números de Betti e invarianza por difeomorfismos. Derivada de Lie y producto interior.

4. INTEGRACIÓN EN VARIETADES: Formas de volumen y orientación. Integración en variedades. Dominios regulares. Teorema de Stokes. Aplicaciones.

METODOLOGÍA

Los aspectos más destacados se expondrán en las clases magistrales siguiendo las referencias básicas que figuran en la Bibliografía.

Como complemento a las clases magistrales habrá prácticas de aula (o clases de problemas) y seminarios.

En las prácticas de aula se propondrá a los alumnos resolver problemas en los que se aplicarán los conocimientos adquiridos en las clases teóricas.

En los seminarios se desarrollarán cuestiones y ejemplos representativos del contenido de la asignatura, que generalmente habrán sido facilitados con anterioridad a los alumnos para trabajarlos y motiven la posterior reflexión y discusión en la sesión dedicada a éllo.

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/a	54	9	27						

Legenda: M: Magistral 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 continua
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 50%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 5%
- Trabajos individuales 25%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 10%
- Exposición de trabajos, lecturas... 10%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Pruebas objetivas (examen escrito en el período de exámenes): 50%
Entrega de ejercicios y problemas propuestos: 5%
Trabajos individuales: 25%
Trabajos en equipo: 10%
Exposición de trabajos: 10%

Según el punto 3 del artículo 8 de la Normativa reguladora de la Evaluación del Alumnado en las titulaciones oficiales de Grado, "el alumnado tendrá derecho a ser evaluado mediante el sistema de evaluación final, independientemente de que haya participado o no en el sistema de evaluación continua. Para ello, el alumnado deberá presentar por escrito al profesorado responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua, para lo que dispondrán de un plazo de 9 semanas para las asignaturas cuatrimestrales [...], a contar desde el comienzo del cuatrimestre [...]". Dicha evaluación final consistirá en un examen escrito que supondrá toda la nota de la asignatura.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Pruebas objetivas (examen escrito): 100%.

La evaluación se limitará a un examen escrito.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

W. M. BOOTHBY, An introduction to differentiable manifolds and Riemannian Geometry, Academic Press, 1975.

F. BRICKELL y R. S. CLARK, Differentiable manifolds, an introduction, Van Nostrand, 1970.

P.M. GADEA y J. MUÑOZ, Analysis and algebra on differentiable manifolds: a workbook for students and teachers, Kluwer Academic Publishers, 2001.

J.M. GAMBOA y J.M. RUIZ, Iniciación al estudio de las variedades diferenciables, 2ª Edición, Sanz y Torres, 2006.

J. M. LEE, Introduction to smooth manifolds, Springer Verlag, 2002.

F. WARNER, Foundations of differentiable manifolds and Lie groups, Springer Verlag, 1983.

Bibliografía de profundización

Revistas

Direcciones de internet de interés

<https://www.ime.usp.br/~gorodski/teaching/mat5799-2015/hitchin-manifolds2012.pdf>

OBSERVACIONES

Para un correcto aprovechamiento de esta asignatura se recomienda haber superado las siguientes materias:

- Álgebra Lineal y Geometría I, II
- Cálculo diferencial e integral I, II
- Curvas y Superficies
- Ecuaciones Diferenciales
- Topología