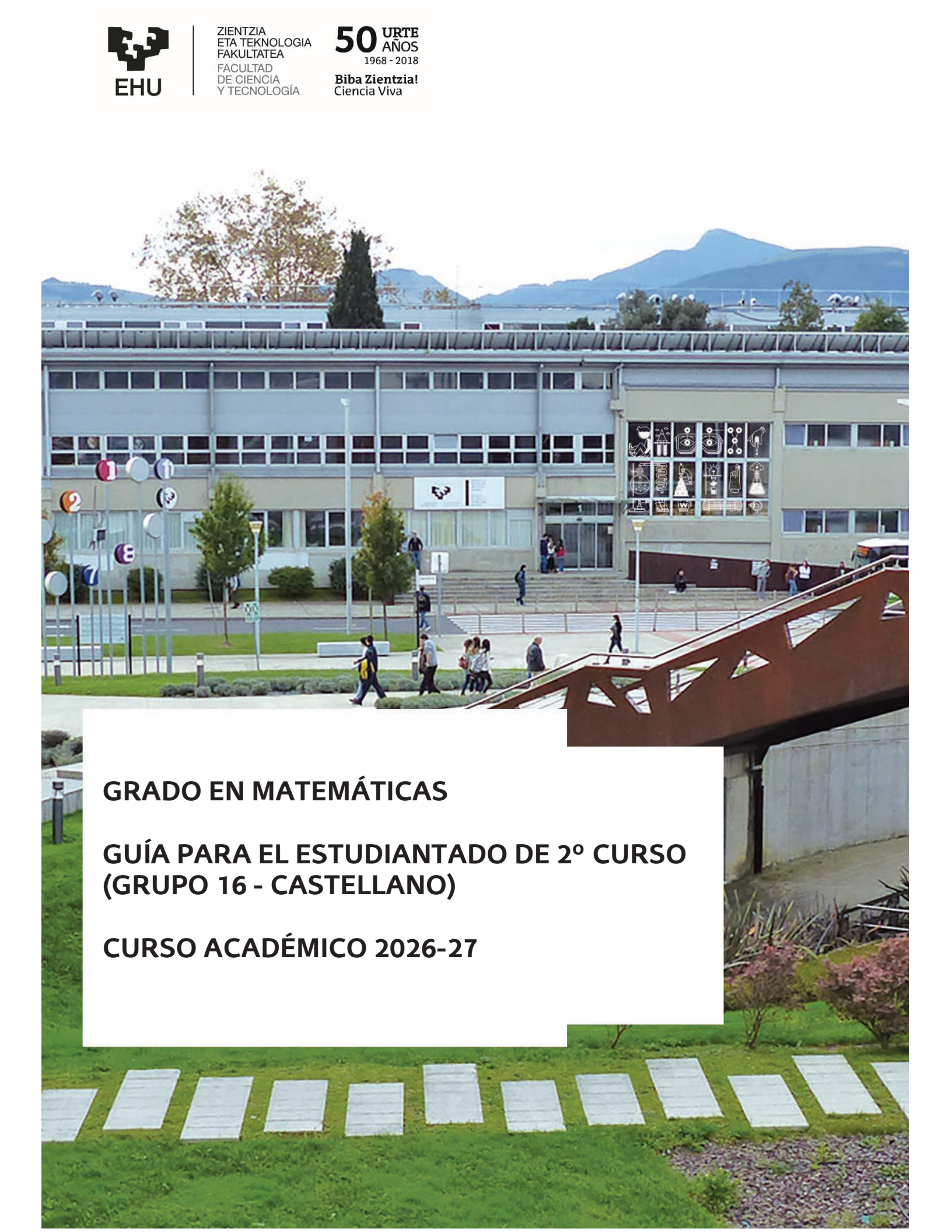




GRADO EN MATEMÁTICAS

**GUÍA PARA EL ESTUDIANTADO DE 2º CURSO
(GRUPO 16 - CASTELLANO)**

CURSO ACADÉMICO 2026-27

Tabla de contenido

1.- Información del Grado en Matemáticas.....	3
Presentación.....	3
Competencias de la titulación	3
Estructura de los estudios de grado.....	3
Las asignaturas de segundo curso en el contexto del grado.....	4
Tipos de actividades a realizar.....	4
Trabajo Fin de Grado (TFG).....	4
Movilidad.....	4
Prácticas académicas externas	4
Tutorías académicas	5
Plan de Acción Tutorial (PAT)	5
Biblioteca del Departamento de Matemáticas.....	5
Coordinación.....	5
Otra información de interés.....	6
2.- Información específica del curso	6
Asignación de estudiantes a grupos docentes	6
Calendario, horario y exámenes.....	6
Profesorado	6
Actividades específicas para estudiantes del segundo curso.....	7
3.- Guías docentes de las asignaturas del curso.....	7

1.- Información del Grado en Matemáticas

Presentación

Con las enseñanzas de Grado en Matemáticas se pretende conseguir una formación general en matemáticas como disciplina científica, orientada a la preparación para el ejercicio de actividades de carácter profesional y con capacidad para aplicar las destrezas adquiridas en distintos ámbitos, ya sean científicos (en su doble vertiente docente e investigadora) como sus aplicaciones en los niveles superiores de la industria, la empresa y la administración.

Por tanto, el título de Graduado o Graduada en Matemáticas se dirige a capacitar para la formulación matemática, análisis, resolución y, en su caso, tratamiento informático de problemas en diversos campos de las ciencias básicas, ciencias sociales y de la vida, ingeniería, finanzas, consultoría, etc.

Competencias de la titulación

La formación de Graduado o Graduada en Matemáticas capacita para:

- T1. Conocer la finalidad, métodos y utilidad de las distintas áreas de las matemáticas y saber cuáles son sus conceptos básicos y resultados fundamentales.
- T2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de las matemáticas.
- T3. Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y saber utilizar el razonamiento matemático en dicho contexto abstracto.
- T4. Resolver problemas de matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otras, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
- T5. Aplicar tanto los conocimientos como la capacidad de análisis y de abstracción adquiridos en la definición y planteamiento de problemas y en la búsqueda de sus soluciones tanto en contextos académicos como profesionales.
- T6. Recabar e interpretar datos, información o resultados relevantes en problemas científicos, tecnológicos o de otros ámbitos que requieran el uso de herramientas matemáticas.
- T7. Saber utilizar aplicaciones informáticas y desarrollar programas para experimentar y resolver problemas matemáticos en el entorno computacional adecuado para cada caso.
- T8. Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas.
- T9. Desarrollar aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
- T10. Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos en matemáticas.

Estructura de los estudios de grado

ECTS o crédito europeo mide el volumen o carga total del trabajo de aprendizaje de cada estudiante para alcanzar los objetivos previstos en el Plan de Estudios. Cada ECTS corresponde a una carga de trabajo del estudiantado de 25 horas, de las cuales 10 son presenciales (sea mediante clase magistral, práctica de aula, práctica de ordenador o seminario) y el resto corresponde a trabajo personal a realizar por el estudiantado para completar las tareas y actividades programadas en cada asignatura. El Grado en Matemáticas consta de 8 cuatrimestres de 30 ECTS cada uno. Por tanto, el estudiantado debe completar los 240 ECTS de los cuatro cursos del grado para finalizar sus estudios.

El Grado en Matemáticas está organizado sobre asignaturas anuales o cuatrimestrales. La distribución temporal de las mismas se resume en la Tabla 1:

Tabla 1: Estructura del Grado en Matemáticas

	Primer cuatrimestre	Segundo cuatrimestre
1º (60 ECTS de materias básicas)	Álgebra Lineal y Geometría I (12 ECTS)	
	Cálculo Diferencial e Integral I (12 ECTS)	
	Física General (12 ECTS)	
	Introducción a la Computación (6 ECTS)	Estadística Descriptiva (6 ECTS)
	Matemáticas Básicas (6 ECTS)	Fundamentos de Programación (6 ECTS)
2º (60 ECTS de materias obligatorias)	Cálculo Diferencial e Integral II (15 ECTS)	
	Álgebra Lineal y Geometría II (6 ECTS)	Cálculo de Probabilidades (6 ECTS)
	Matemática Discreta (6 ECTS)	Curvas y Superficies (9 ECTS)
	Métodos Numéricos I (6 ECTS)	Estructuras Algebraicas (6 ECTS)
	Topología (6 ECTS)	
3º	9 Asignaturas obligatorias: - 1 anual (12 ECTS) - 8 cuatrimestrales (6 ECTS)	
4º	8 Asignaturas optativas (6 ECTS) y un Trabajo Fin de Grado (12 ECTS). Se pueden obtener dos especialidades: "Matemática Pura" y "Matemática Aplicada, Estadística y Computación"	

Más información en:

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

Las asignaturas de segundo curso en el contexto del grado

A partir de segundo curso, todas las asignaturas son específicas para el Grado en Matemáticas. Algunas de ellas constituyen una continuación natural de las desarrolladas en el primer curso y, el resto, corresponden a otras ramas de las matemáticas, iniciando así el estudio de las diferentes especialidades, tanto en Matemática Pura como Aplicada.

Tipos de actividades a realizar

El proceso de aprendizaje en el aula se desarrolla en diferentes modalidades docentes: clases magistrales, prácticas de aula, prácticas de ordenador y seminarios, según el grado de participación activa del estudiantado.

A lo largo del curso en todas las asignaturas están programadas diferentes actividades que el estudiantado debe realizar como parte de su aprendizaje. Estas actividades vienen recogidas de forma genérica en las guías de cada asignatura y serán concretadas por los equipos docentes en el desarrollo de cada asignatura.

Trabajo Fin de Grado (TFG)

El Trabajo Fin de Grado (TFG) supone la realización por parte de cada estudiante y de forma individual de un proyecto, memoria o estudio original bajo la supervisión de uno o más directores/as, en el que se integren y desarrollen los contenidos formativos recibidos, capacidades, competencias y habilidades adquiridas durante el periodo de docencia del grado.

Más información sobre el TFG: <https://www.ehu.es/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/trabajos-fin-grado>

Movilidad

Es posible cursar un cuatrimestre o un curso académico en otra universidad en el marco de uno de los programas de intercambio en los que participa la Facultad. Los requisitos a cumplir y otra información de interés pueden consultarse en <https://www.ehu.es/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/programas-intercambio-alumnado>

Prácticas académicas externas

La realización de prácticas en entidades externas facilita la incorporación del estudiantado al mundo laboral, proporcionando, además de conocimientos y competencias de contenido práctico, experiencia profesional. En el Grado en Matemáticas es posible realizar prácticas académicas externas extracurriculares, es decir, de carácter voluntario. Para poder realizarlas, se deberán haber superado 120 ECTS. Más información en: <https://www.ehu.es/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/insercion-laboral>

Tutorías académicas

La tutoría académica es un proceso que consiste básicamente en brindar asesoría y orientación académica al estudiantado a través de un/a profesor/a. Esta asesoría está encaminada a apoyar al estudiantado en las materias que está cursando. Al comienzo de cada cuatrimestre cada docente dará a conocer su horario de tutorías.

Plan de Acción Tutorial (PAT)

El Plan de Acción Tutorial (PAT) ofrece al estudiantado la oportunidad de disponer de un/a profesor/a tutor/a que favorecerá su integración en la vida universitaria y le orientará durante toda su trayectoria académica.

El profesorado tutor pretende:

- Apoyar y orientar al estudiantado en su proceso de formación integral, en su aspecto tanto académico como personal y profesional.
- Favorecer la integración del estudiantado en la actividad académica de la Facultad.
- Informar al estudiantado sobre los servicios y actividades que tiene a su disposición en el ámbito universitario.
- Identificar las dificultades que pueden aparecer durante el desarrollo de los estudios y facilitar el desarrollo de habilidades y estrategias de aprendizaje.
- Asesorar en la toma de decisiones, especialmente en la elección del itinerario curricular.
- Transmitir información que pueda resultar de interés para el desarrollo académico y profesional del estudiantado.

La asignación de tutor/a a cada estudiante del Grado en Matemáticas se realiza al inicio del primer curso. Esa asignación permanecerá vigente hasta la obtención del grado.

Biblioteca del Departamento de Matemáticas

El Departamento de Matemáticas dispone de una colección de libros de divulgación matemática y de problemas de lógica a disposición de cualquier persona interesada. En el enlace

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

se puede encontrar la relación de libros disponibles y la forma de solicitar el préstamo de los mismos.

Coordinación

La coordinación del grado recae en la Comisión de Estudios de Grado (CEG). Esta realiza funciones de apoyo al desarrollo curricular, seguimiento, revisión y mejora del grado. A la hora de redactar esta guía, la CEG del Grado en Matemáticas está formada por:

Tipo	Coordinador/a	Datos de contacto
Grado PAT	Ana María Valle Martín Departamento de Matemáticas	anamaria.valle@ehu.eus 946015467 E.P0.19
1 ^{er} curso	Osane Oruetxebarria Fdez. de la Peña Departamento de Matemáticas	osane.oruetxebarria@ehu.eus 946015476 E.P1.11
2 ^o curso	Leticia Hernando Rodríguez Departamento de Matemáticas	leticia.hernando@ehu.eus 946015459 E.P1.17
3 ^{er} curso	Javier Canto Llorente Departamento de Matemáticas	javier.canto@ehu.eus 946015474 E.S1.18
4 ^o curso TFG	Miren Agurtzane Amparan Larrabaster Departamento de Matemáticas	agurtzane.amparan@ehu.eus 946015466 E.S1.4

Se puede consultar información actualizada de la CEG del Grado en Matemáticas en el siguiente enlace:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/comisiones-grado#ComisionesdeEstudios8>

Además, para cada asignatura del grado se ha nombrado un coordinador/a de asignatura que se encarga de coordinar el equipo docente que la imparte. La relación de coordinadores/as de asignaturas del Grado en Matemáticas puede consultarse en el siguiente enlace:

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

Otra información de interés

En las asignaturas del grado, el equipo docente utiliza un aula virtual de apoyo a la docencia presencial. Estas aulas están en eGela (<https://egela.ehu.eus>). Para acceder a eGela hay que introducir el Nombre de usuario y Contraseña LDAP, que se asigna a cada estudiante al realizar la matrícula como estudiantado de nuevo ingreso. También se utiliza el Nombre de usuario y Contraseña LDAP para acceder a GAUR, herramienta informática para la realización de trámites administrativos y la consulta de datos relativos a la vida académica del estudiantado.

Cada estudiante matriculado en el Grado en Matemáticas dispone de una cuenta de correo electrónico corporativa, cuya dirección y contraseña le fueron entregadas al realizar la matrícula como estudiantado de nuevo ingreso. A esta cuenta de correo se remiten todos los mensajes del profesorado, de eGela, del equipo decanal u otros estamentos universitarios. Es posible redirigir los mensajes que llegan a esta cuenta al correo personal. Más información en: https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/bbc_alumnado
También dispone de un servicio de albergue de disco (<https://www.ehu.eus/es/group/ikt-tic/bildu>).

Ante cualquier duda o problema en la utilización del correo corporativo o en general de los servicios informáticos de la UPV/EHU, se recomienda contactar con el CAU (Centro de Atención a Usuarios) vía web <http://lagun.ehu.eus> utilizando el Nombre de usuario y Contraseña LDAP. Para más información sobre el CAU visitar: <http://www.ehu.eus/cau>

El Servicio de Asesoramiento del Estudiantado de la Facultad de Ciencia y Tecnología (SAECYT) asesora al estudiantado y realiza los trámites necesarios para poder realizar prácticas en empresa o participar en un programa de intercambio. Se encuentra ubicado en la Secretaría de la Facultad. Más información sobre el SAECYT en <http://www.ehu.es/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/atencion-estudiantes>

Más Información sobre el Grado en Matemáticas:

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

Página web de la Facultad:

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

2.- Información específica del curso

En segundo curso, el estudiantado matriculado en este grupo – curso puede optar por cursar las asignaturas “Cálculo de probabilidades”, “Estructuras Algebraicas”, “Matemática Discreta” y “Métodos Numéricos I” en castellano o en inglés. El horario de estas asignaturas en ambas lenguas es el mismo. Se recomienda un nivel B2 o superior en inglés para el adecuado aprovechamiento de la asignatura, en caso de elegir este idioma para cursarla.

Asignación de estudiantes a grupos docentes

Durante las primeras semanas de clase de cada cuatrimestre se informará de la asignación de cada estudiante a los grupos docentes en las diferentes modalidades docentes para las que haya más de un grupo programado.

Calendario, horario y exámenes

El calendario lectivo del centro puede consultarse en la página web:

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

El horario, con la correspondiente información sobre las aulas donde se impartirá cada actividad, así como el calendario oficial de exámenes, se publica y actualiza en la web de la Facultad. Pueden consultarse en: <https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/egutegia-ordutegiak>

Además, en el enlace anterior también pueden consultarse los tribunales de 5ª y 6ª convocatoria nombrados para las asignaturas del grado.

Profesorado

La información sobre el profesorado (datos de contacto, horas de tutoría) que imparte las asignaturas de este grupo puede consultarse en la web institucional del grado:

<https://www.ehu.eus/es/web/graduak/grado-matematicas/profesorado>

Para acceder a la información de un profesor/a en el enlace anterior, basta con pinchar en su nombre.

Actividades específicas para estudiantes del segundo curso

El estudiantado del segundo curso del grado realizará una jornada de formación sobre herramientas de búsqueda bibliográfica en la Biblioteca Central de la UPV/EHU.

3.- Guías docentes de las asignaturas del curso

Cada guía aparece en el idioma en el que se imparte la asignatura. Están ordenadas alfabéticamente.

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GMATEM31 - Grado en Matemáticas**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

26666 - Álgebra Lineal y Geometría II

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

El objetivo de la asignatura es profundizar en algunos de los temas del álgebra lineal y geometría tratados más superficialmente en la asignatura Álgebra lineal y Geometría I (por ejemplo, formas canónicas, geometría afín, euclídea y proyectiva, cónicas y cuádricas).

Ambas asignaturas comparten módulo y tienen como objetivo común el conocimiento de los principales conceptos del Álgebra lineal y de la Geometría afín y euclídea y su utilización para resolver problemas lineales mediante matrices y problemas geométricos del plano y del espacio. Asimismo, con ambas asignaturas se pretende que el estudiante adquiera una formación básica y horizontal en estas materias que le permitan comprender y aplicar tales conocimientos y habilidades en múltiples direcciones interrelacionadas. Los contenidos estudiados en ellas, se utilizarán en muchas de las asignaturas de cursos superiores.

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

- M16CM03 - Entender el concepto abstracto de espacio vectorial y los conceptos básicos relacionados (subespacios y espacios cociente, bases y sistemas de generadores, aplicaciones lineales.)
- M16CM04 - Saber diagonalizar matrices y calcular la forma de Jordan de una matriz.
- M16CM05 - Saber ortogonalizar un sistema de vectores en un espacio euclídeo.
- M16CM06 - Saber diagonalizar una forma cuadrática.
- M16CM07 - Operar con puntos, vectores, distancias y ángulos en espacios afines y euclídeos.
- M16CM08 - Utilizar adecuadamente sistemas de referencia, subespacios y transformaciones afines.
- M16CM09 - Resolver, razonadamente, problemas geométricos del plano y del espacio.
- M16CM10 - Clasificar isometrías del plano y del espacio determinando su tipo y elementos característicos.
- M16CM11 - Comprender los fundamentos de las geometrías afín, euclídea y proyectiva.
- M16CM12 - Reconocer los tipos principales de homografías.
- M16CM13 - Reconocer cónicas y cuádricas y hallar sus elementos notables.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Saber diagonalizar matrices y calcular la forma canónica de Jordan de una matriz.
- Saber ortogonalizar un sistema de vectores en un espacio euclídeo.
- Saber diagonalizar una forma cuadrática.
- Operar con puntos, vectores, distancias y ángulos en espacios afines y euclídeos.
- Utilizar adecuadamente sistemas de referencia, subespacios y transformaciones afines.
- Clasificar isometrías del plano y del espacio determinando su tipo y elementos característicos.
- Reconocer los tipos fundamentales de homografías.
- Reconocer cónicas y cuádricas, hallar sus elementos notables y clasificarlas proyectiva, afín y métricamente.
- Resolver, razonadamente, problemas geométricos del plano y del espacio.
- Utilizar los métodos de cálculo propios de cada geometría.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. ESPACIO VECTORIAL COCIENTE: Espacio vectorial cociente. Bases y dimensión. Teorema de isomorfía para espacios vectoriales.
2. TRIANGULARIZACIÓN Y FORMA CANÓNICA DE JORDAN: Endomorfismos y matrices triangularizables. Subespacios fundamentales generalizados. Obtención de la forma canónica de Jordan. Teorema de Cayley-Hamilton. Polinomio mínimo.
3. ESPACIO DUAL: Espacio dual. Bases duales. Aplicación dual. Ortogonalidad.
4. ESPACIOS AFINES EUCLÍDEOS: Espacios euclídeos: ortogonalidad y dualidad. Espacios afines. Subespacios afines. Sistemas de referencia afín. Coordenadas baricéntricas. Convexidad. Aplicaciones afines. Espacios afines euclídeos. Subespacios afines ortogonales. Clasificación de isometrías.
5. ESPACIOS PROYECTIVOS: Espacios proyectivos. Coordenadas homogéneas. Subespacios proyectivos. Espacio proyectivo dual. Homografías. Puntos e hiperplanos dobles. Tipos fundamentales de homografías.
6. CÓNICAS Y CUÁDRICAS: Clasificación afín, proyectiva y métrica de las cónicas y cuádricas. Haces.

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 resolverán 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 previamente habrán sido facilitados a los alumnos para trabajarlos y motiven la posterior reflexión y discusión en la sesión dedicada a ello.

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

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios d integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse en la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados - incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas- en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

EVALUACIÓN CONTINUA:

Examen final escrito: 80%-100%

Trabajos y/o pruebas individuales y/o en grupo: 0-20%

Si un alumno renuncia a la evaluación continua, el examen final escrito de la convocatoria ordinaria supondrá el %100 de la nota.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

El examen final escrito de la convocatoria extraordinaria supondrá el %100 de la nota.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

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

Bibliografía de profundización

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

Revistas

Direcciones de internet de interés

OBSERVACIONES

COURSE GUIDE

2026/27

Faculty 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** .**Degree** GMATEM31 - Bachelor's Degree in Mathematics**Year** Second year**COURSE**

26684 - Algebraic Structures

Credits, ECTS: 6**COURSE DESCRIPTION**

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

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

M01CM01 Understand what an abstract group is from known examples of groups in other courses: groups of numbers, residue classes, matrices, etc.

M01CM02 Know the basic concepts in group theory (subgroups, normal subgroups, factor groups, homomorphisms,...).

M01CM03 Know how to operate with elements in some important groups (cyclic groups, direct products, permutation groups,...) and their main properties.

M01CM04 Understand the basic concepts in the theory of rings and fields (subrings, ideals, quotients, homomorphisms, field characteristic, field of fractions,...).

M01CM05 Understand the properties of divisibility of univariate polynomials and, in particular, the use of the main irreducibility criteria.

LEARNING RESULTS

To know the basic concepts of group theory (subgroups, normal subgroups, quotients, homomorphisms ...) and the properties of the most important groups (cyclic, direct products, dihedral, symmetric, ...).

To know the basic concepts of the theory of rings and fields and, in particular, of the rings of polynomials in one and several indeterminates.

Theoretical and Practical Contents

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

TEACHING METHODS

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

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

- Ver Orientaciones. 100%

ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

The exams and assessment activities for this course will be conducted in accordance with the principles of academic integrity, honesty, and ethical conduct established in EHU regulations. Upon enrolling at EHU, students signed the Declaration of Commitment to Ethical Behavior and Academic Integrity pledging not to engage in plagiarism, academic fraud, or use unauthorized materials or devices, including artificial intelligence tools when not expressly permitted, in exams and academic assignments. Failure to comply with these obligations may result in the academic and disciplinary consequences provided for in current university regulations.

Final written exam: 80%-100%

Homework and/or individual tests and/or group tests: 0-20%

EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

The exams and assessment activities for this course will be conducted in accordance with the principles of academic integrity, honesty, and ethical conduct established in EHU regulations. Upon enrolling at EHU, students signed the Declaration of Commitment to Ethical Behavior and Academic Integrity pledging not to engage in plagiarism, academic fraud, or use unauthorized materials or devices, including artificial intelligence tools when not expressly permitted, in exams and academic assignments. Failure to comply with these obligations may result in the academic and disciplinary consequences provided for in current university regulations.

- 100% final written exam.

MANDATORY MATERIALS

None.

BIBLIOGRAPHY

Basic bibliography

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

Detailed bibliography

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

Journals

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

Web sites of interest

<http://mathworld.wolfram.com/topics/GroupTheory.html>
http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/HistTopics/Development_group_theory.html
<http://www.springerlink.com/content/u503q3/>

OBSERVATIONS

ASIGNATURA

26689 - Cálculo de Probabilidades

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

En esta asignatura se presentan los conceptos, técnicas y resultados básicos del cálculo de probabilidades.

Para estudiar esta asignatura es conveniente haber estudiado o estar estudiando con cierto aprovechamiento la asignatura Cálculo Diferencial e Integral II.

Esta asignatura proporciona una base conceptual y técnica para la asignatura Inferencia Estadística que se cursa en tercero. Además el/la estudiante adquiere una base intuitiva de la Teoría de la probabilidad que le permite realizar una formalización rigurosa de ésta en la asignatura optativa de cuarto curso del grado Probabilidad y Procesos Estocásticos.

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

M03CM01 - Conocer los conceptos y resultados fundamentales del cálculo de probabilidades y la estadística.

M03CM02 - Estar familiarizado con las principales distribuciones de probabilidad y las técnicas usuales de análisis de datos e inferencia estadística.

M03CM03 - Usar correctamente la terminología relacionada con los fenómenos aleatorios y el análisis de datos.

M03CM04 - Modelizar correctamente situaciones típicas relativas a fenómenos aleatorios y el tratamiento de datos.

M03CM05 - Estar familiarizado con recursos informáticos apropiados para el tratamiento de las situaciones mencionadas y manejar correctamente algunos de ellos.

M03CM06 - Seleccionar correctamente la técnica de análisis adecuada, en función del objetivo que se persigue en el estudio de esas situaciones.

M03CM07 - Realizar correctamente los cálculos y/o visualizaciones gráficas que requieran tales situaciones, utilizando los recursos teóricos y/o computacionales apropiados.

M03CM08 - Interpretar con sentido crítico los resultados de los análisis realizados.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Saber plantear y resolver problemas de cálculo de probabilidades de cierta complejidad, tanto en el ámbito discreto como en el continuo.

Saber hacer estimaciones de cantidades significativas (probabilidades, medias, etc.) cuando su cálculo exacto no sea practicable.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. PROBABILIDAD: Fenómenos aleatorios. Sucesos. Espacios de probabilidad. Ejemplos. Reglas básicas del cálculo de probabilidades. Probabilidad condicionada. Sucesos independientes.
2. VARIABLES ALEATORIAS: Concepto. Distribución de probabilidad. Función de distribución. Variables discretas y continuas. Principales ejemplos de distribuciones.
3. VECTORES ALEATORIOS: Concepto. Distribución de probabilidad. Ejemplos principales. Distribuciones marginales. Independencia de variables aleatorias. Distribuciones condicionales.
4. ESPERANZA MATEMÁTICA: Concepto y propiedades principales. Cálculo de esperanzas con variables discretas y continuas.
5. MOMENTOS: Concepto. Función generatriz de probabilidad. Función generatriz de momentos. Varianza. Covarianza. Correlación.
6. LEYES DE GRANDES NÚMEROS: Modos de convergencia de variables aleatorias. Leyes fuertes y débiles de grandes números. El teorema central del límite.

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 desarrollarán cuestiones 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. 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	6	21		3				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	45	9	31,5		4,5				

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

La evaluación continua podrá incluir exposiciones, entrega de trabajos teóricos y/o de resolución de problemas, realización de prácticas, pruebas parciales y una prueba final escrita.

La calificación final se obtendrá de la siguiente forma:

97%: se tomará el máximo entre las dos opciones siguientes:

1. La calificación de la prueba final escrita, ponderada al 97%.
2. La suma de la calificación de la prueba final escrita, ponderada al 75%, y de las actividades de evaluación continua (trabajos, exposiciones y/o pruebas parciales), ponderadas al 22%.

3%: prácticas de ordenador.

El alumnado que no se presente a la prueba final escrita en la fecha oficial de la convocatoria ordinaria obtendrá la calificación de No presentado.

El alumnado que no desee participar en la evaluación continua podrá renunciar oficialmente a ella mediante un escrito dirigido al profesorado responsable de la asignatura, que deberá entregarse en un plazo máximo de nueve semanas desde el comienzo del cuatrimestre.

Evaluación final

El alumnado que renuncie a la evaluación continua será evaluado mediante una prueba final, realizada en la fecha oficial de la convocatoria ordinaria, en la que se evaluarán todas las competencias de la asignatura.

La calificación de esta modalidad corresponderá al 100% de la nota, distribuida del siguiente modo:

97%: prueba escrita final.

3%: examen de prácticas de ordenador.

En cualquiera de las modalidades de evaluación, para superar la asignatura será necesario obtener al menos 5 sobre 10 en la prueba escrita final.

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados ¿incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas¿ en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

En la convocatoria extraordinaria se realizará una prueba escrita, en la fecha oficial establecida, en la que se evaluarán todas las competencias de la asignatura.

La calificación final se obtendrá de la siguiente forma:

97%: se tomará el máximo entre las dos opciones siguientes:

1. La calificación de la prueba escrita extraordinaria, ponderada al 97%.
2. La suma de la calificación de la prueba escrita extraordinaria, ponderada al 75%, y de las actividades de evaluación continua realizadas durante el cuatrimestre ¿trabajos, exposiciones y/o pruebas parciales¿, ponderadas al 22%.

3%: prueba de prácticas de ordenador.

La calificación obtenida en las prácticas de ordenador durante la convocatoria ordinaria se conservará en la convocatoria extraordinaria. Quienes no dispongan de calificación en dichas prácticas, o deseen mejorarla, podrán realizar una prueba de prácticas de ordenador en la convocatoria extraordinaria.

Para superar la asignatura será necesario obtener al menos 5 sobre 10 en la prueba escrita extraordinaria.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- G. GRIMMETT y D. WELSH, Probability: an introduction, Oxford Science Publications.
J. PITMAN, Probability, Springer-Verlag.
S.M. ROSS, A First Course in Probability, Prentice Hall.

Bibliografía de profundización

Revistas

Direcciones de internet de interés

- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
URL <http://www.R-project.org/>

OBSERVACIONES

ASIGNATURA

26663 - Cálculo Diferencial e Integral II

Créditos ECTS : 15**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

La asignatura presenta de forma sistemática los conceptos, técnicas y aplicaciones básicas del cálculo diferencial e integral de varias variables reales. Es una continuación del Cálculo Diferencial e Integral I, y se imparte un curso antes que el Análisis Complejo. Estas tres asignaturas componen el módulo de Análisis. Con este módulo se pretende que el estudiante adquiera una formación básica y horizontal de estas materias que le permitan comprender y aplicar tales conocimientos y habilidades en múltiples direcciones interrelacionadas, en especial en materias para las que el Análisis Matemático es una herramienta fundamental, como las Ecuaciones Diferenciales, las Ecuaciones en Derivadas Parciales y los Métodos Numéricos.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:

- M15CM10: Comprender los conceptos métricos y topológicos básicos del espacio euclídeo n -dimensional.
- M15CM11: Comprender los conceptos de continuidad y diferenciabilidad de funciones de varias variables.
- M15CM12: Saber las técnicas del cálculo de derivadas de funciones de varias variables, derivadas parciales, derivadas direccionales y regla de la cadena.
- M15CM13: Saber aplicar los teoremas de la función implícita y función inversa en diferentes cálculos.
- M15CM14: Conocer las técnicas del cálculo de extremos (absolutos y relativos) de funciones de varias variables con y sin restricciones.
- M15CM15: Saber plantear y resolver integrales de Riemann de funciones de varias variables, integrales de línea y de superficie, así como conocer sus aplicaciones geométricas y físicas.
- M15CM16: Conocer el significado geométrico y físico de los teoremas vectoriales para el cálculo de integrales de línea y superficie.
- M15CM17: Calcular series de Fourier de funciones elementales y conocer sus propiedades y sus tipos de convergencia, así como algunas de sus aplicaciones fundamentales.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE:

- Manejar las propiedades de sucesiones y series, relacionar los conceptos de convergencia y acotación.
- Resolver integrales múltiples, de línea y de superficie y aplicar con destreza los teoremas vectoriales.
- Plantear y resolver problemas geométricos (gráficas de funciones, longitudes, áreas, volúmenes) y físicos (centros de gravedad, masa, momentos de inercia) con ayuda del cálculo diferencial e integral.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. ESPACIOS EUCLÍDEOS: Producto escalar, norma, desigualdad de Cauchy-Schwarz. Teoremas de Cantor, de Bolzano y de Heine-Borel. Sucesiones en $\mathbb{R}^n$, convergencia, teorema de Bolzano-Weierstrass, sucesión de Cauchy, teorema de Cauchy.
2. FUNCIONES CONTINUAS: Funciones en $\mathbb{R}^n$, gráficas, curvas de nivel, límites, límites direccionales, límites iterados. Funciones continuas, propiedades elementales. Funciones lineales, caracterización matricial. Continuidad. Norma en $L(\mathbb{R}^n, \mathbb{R}^m)$. Propiedades globales de la continuidad, conservación de la compacidad y la conexión, continuidad de la función inversa, continuidad uniforme.
3. DIFERENCIACIÓN: Derivadas direccionales y parciales, matriz jacobiana, condiciones de existencia de la diferencial, regla de la cadena. Teoremas del valor medio. Derivadas parciales de orden superior, hessiano, polinomio de Taylor. Teorema de la función inversa, teorema de la función implícita, teoremas de parametrización y del rango. Extremos locales y condicionados: multiplicadores de Lagrange.
4. SUCESIONES Y SERIES DE FUNCIONES: Convergencia puntual y uniforme, norma uniforme, criterio de Cauchy de convergencia uniforme, criterio de Weierstrass, sucesiones de funciones continuas. Teoremas de aproximación: Bernstein, Weierstrass, Stone-Weierstrass. Teorema de Ascoli-Arzelà.
5. INTEGRACIÓN: Sumas de Riemann, definición de integral, contenido y medida cero, criterio de Cauchy, existencia de la integral, contenido e integral, teorema del valor medio.
6. TEOREMA DE FUBINI Y CAMBIO DE VARIABLE: Integrales iteradas, teorema de Fubini, transformación de conjuntos, transformación por aplicaciones lineales y no lineales, cambio de variable, coordenadas polares, esféricas y cilíndricas.
7. CÁLCULO DIFERENCIAL DE FUNCIONES VECTORIALES: Definición de campo vectorial, línea de flujo, gradiente,

divergencia y rotacional. Curvas en el espacio euclídeo, tangente y longitud de arco.

8. INTEGRACIÓN DE FUNCIONES VECTORIALES: Integrales curvilíneas. Integral de trayectoria, curvas orientadas, integral de línea, cambio de parametrización. Superficies parametrizadas, área, integral de superficie de funciones escalares y vectoriales. Superficies orientadas. Teoremas de Green, de la divergencia y de Stokes. Campos conservativos.

9. SERIES DE FOURIER: Coeficientes de Fourier, ortogonalidad de senos y cosenos. Lema de Riemann-Lebesgue. Convergencia puntual: núcleo de Dirichlet. Aplicación a funciones particulares. Convergencia uniforme. Aproximación en media cuadrática, desigualdad de Bessel e identidad de Parseval.

METODOLOGÍA

El contenido teórico se expondrá en clases magistrales siguiendo referencias básicas que figuran en la Bibliografía y el material de uso obligatorio. 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.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	90	15	45						
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	135	22,5	67,5						

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

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados-incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas-en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

=====

Por parciales

=====

* Dos parciales (ponderación relativa: 2/5 y 3/5), que valdrán como mínimo el 90% de la nota final.

* Participación en seminarios, trabajos individuales, controles periódicos (no necesariamente todas las posibilidades) como máximo un 10% de la nota final.

Para aprobar la asignatura por parciales, será necesario que la nota resultante del examen y de la participación durante el curso en cada parcial sea superior o igual a 5.

Mediante examen final

=====

* Examen final de la asignatura: al menos el 90% de la nota final.

* Participación en seminarios, trabajos individuales, controles periódicos (no necesariamente todas las posibilidades) como máximo un 10% de la nota final.

En caso de renunciar a la evaluación continua, notificándolo a los profesores en los plazos establecidos por la universidad: Examen final 100%.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

* Examen final de la asignatura: 100% de la nota final.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Material distribuido a través de la plataforma EGELA:

- * Problemas
- * Seminarios
- * Notas del curso

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

T.M. APOSTOL, Análisis Matemático, 2ª edición, Ed. Reverté, Barcelona, 1977.
R.G. BARTLE, Introducción al Análisis Matemático, E. Limusa, México, 1980.
F. BOMBAL, L. RODRIGUEZ. G. VERA, Problemas de Análisis Matemático. V. 1,2.
W.H. FLEMING, Funciones de varias variables, Ed. CECSA, México. 1969.
J.E. MARSDEN y M.J. HOFFMAN, Análisis clásico elemental, Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, 1998
J.E. MARSDEN y A. TROMBA, Cálculo Vectorial, Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, Buenos Aires, 1991.
J.M. MAZON, Cálculo diferencial: teoría y problemas, McGraw-Hill, 1997.
M. SPIVAK, Cálculo en variedades, Ed. Reverté, Barcelona, 1979.
N. PISKUNOV, Kalkulu Diferentziala eta Integrala, UEU, 2009.

Bibliografía de profundización

W. RUDIN, Principios de Análisis Matemático, McGraw-Hill, 1980.
T. TAO, Analysis I, II, Hindustan Book Agency, 2006.
S. Lang, Calculus of Several Variables, Springer, 1987.

Revistas

Direcciones de internet de interés

Mathematical Tripos: Part 1A Vector Calculus: http://www.damtp.cam.ac.uk/user/sjc1/teaching/VC_2000.pdf
Keith Conrad: <https://kconrad.math.uconn.edu/blurbs/>

OBSERVACIONES

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GMATEM31 - Grado en Matemáticas**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

26693 - Curvas y Superficies

Créditos ECTS : 9**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

Esta asignatura forma parte del módulo "Topología y Geometría Diferencial" junto con las de "Topología" y "Geometría Global de Curvas y Superficies". La asignatura tiene como objetivo el estudio de curvas y superficies en el espacio, mediante la utilización del Cálculo diferencial e Integral y la Topología.

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

M02CM01 - Conocer los instrumentos analíticos y topológicos necesarios para el estudio de curvas y superficies.

M02CM02 - Ser capaz de utilizar el cálculo diferencial e integral y la topología euclídea en la resolución de problemas geométricos.

M02CM03 - Conocer los principales teoremas de la teoría local de curvas y superficies, y ser capaz de utilizarlos para resolver cuestiones geométricas.

M02CM05 - Manejar el triedro de Frenet para el estudio de la teoría local de curvas. Calcular longitudes de curvas, la curvatura y la torsión.

M02CM06 - Trabajar con las superficies regulares mediante sus coordenadas. Calcular las diversas curvaturas de una superficie.

M02CM07 - Utilizar los conceptos aprendidos para el estudio de superficies de revolución, regladas y minimales.

M02CM08 - Trabajar con campos de vectores tangentes y normales a una superficie y entender el transporte paralelo de vectores a lo largo de curvas sobre superficies.

M02CM09 - Reconocer las geodésicas en las superficies.

M02CM10 - Ser capaz de utilizar software y medios informáticos para la visualización de las curvas y superficies y el cálculo de sus elementos.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Manejar el triedro de Frenet para el estudio de la teoría local de curvas.

Calcular longitudes de curvas, la curvatura y la torsión.

Trabajar con las superficies regulares mediante sus coordenadas.

Calcular las diversas curvaturas de una superficie.

Utilizar los conceptos aprendidos para el estudio de superficies de revolución, regladas y minimales.

Trabajar con campos de vectores tangentes y normales a una superficie y entender el transporte paralelo de vectores a lo largo de curvas sobre superficies.

Reconocer las geodésicas en las superficies.

Ser capaz de utilizar software y medios informáticos para la visualización de las curvas y superficies y el cálculo de sus elementos.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. CURVAS EN EL ESPACIO EUCLIDEO: Curvas parametrizadas regulares, parametrizaciones equivalentes, el parámetro natural, curvatura, triedro de Frenet, fórmulas de Frenet, torsión, teorema fundamental de existencia y unicidad de curvas.

2. SUPERFICIES REGULARES: Superficies regulares, funciones diferenciables en una superficie, aplicaciones diferenciables entre superficies regulares, difeomorfismos, vectores tangentes a una superficie, plano tangente, diferencial de una aplicación entre superficies, difeomorfismos locales, la primera forma fundamental, campos vectoriales, orientación en superficies, caracterización de la orientabilidad.

3. LA APLICACION DE GAUSS: La aplicación de Gauss y la aplicación de Weingarten, la segunda forma fundamental, curvatura normal, teorema de Meusnier, curvaturas y direcciones principales, líneas de curvatura, teorema de Olinde-Rodrigues, curvatura de Gauss y curvatura media, clasificación de los puntos de una superficie, direcciones asintóticas, indicatriz de Dupin, direcciones conjugadas, la aplicación de Gauss en coordenadas locales, ecuaciones de Weingarten, expresiones de la curvatura de Gauss y de la curvatura media.

4. GEOMETRIA INTRINSECA DE UNA SUPERFICIE: Isometrías e isometrías locales, aplicaciones conformes y localmente conformes, símbolos de Christoffel, ecuaciones de Mainardi-Codazzi, teorema egregium de Gauss, teorema de Bonnet.

5. GEODÉSICAS: Derivada covariante de un campo de vectores, transporte paralelo a lo largo de una curva, geodésicas,

curvatura geodésica, fórmula de Liouville, ecuaciones diferenciales de las geodésicas, la aplicación exponencial, coordenadas polares geodésicas.

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. 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	45	9	27		9				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	67,5	13,5	40,5		13,5				

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

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados - incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas- en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

Es obligatoria la asistencia a los seminarios y las prácticas de ordenador.

Las prácticas de ordenador tienen carácter obligatorio. Por ello, si el alumno o la alumna no ha realizado dichas prácticas durante el curso, deberá realizar una prueba práctica en la que demuestre el dominio de las mismas.

Superadas las prácticas como se indica anteriormente, para poder aprobar la asignatura será necesario sacar una nota mínima de 4 sobre 10 en el examen final y la nota final se obtendrá como sigue:
el 85% del examen escrito, el 10% de los trabajos individuales y el 5% del trabajo en los seminarios.

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. Dado que las prácticas de ordenador tienen carácter obligatorio, si el alumno o la alumna no ha realizado dichas prácticas durante el curso regular deberá realizar una prueba práctica en la que demuestre el dominio de las citadas prácticas. La evaluación consistirá en la realización de un examen final que será el 100% de la nota.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados ¿incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas¿ en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente

Dado que las prácticas de ordenador tienen carácter obligatorio, si el alumno o la alumna no ha realizado dichas prácticas durante el curso regular deberá realizar un prueba práctica en la que demuestre el dominio de las citadas prácticas. En caso de haber realizado las prácticas de manera satisfactoria durante el curso regular la evaluación se limitará a un examen escrito.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- M. P. DO CARMO, Diferencial de Curvas y Superficies, Alianza Universidad Textos 135, Alianza Editorial, 1990.
L. A. CORDERO, M. FERNANDEZ y A. GRAY, Geometría Diferencial de Curvas y Superficies con Mathematica, Addison-Wesley Iberoamericana, 1995.
A. GRAY, Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces, Addison-Wesley, 1997.
C.C. HSIUNG, A First Course in Differential Geometry, International Press, 1997.
E. KREYSZIG, Differential Geometry, Dover, 1991.
J. McCLEARY, Geometry from a Differential Viewpoint, Cambridge Univ. Press, 1994.
R. S. MILLMAN y G. D. PARKER, Elements of Differential Geometry, Prentice-Hall, 1977.
A. MONTESDEOCA, Apuntes de Geometría Diferencial de Curvas y Superficies, Col. Textos Univ. Gob. Canarias, 1996.
S. MONTIEL, A. ROS, Curvas y Superficies, Proyecto Sur, 1997.
J. OPREA, Differential Geometry and its Applications, Prentice Hall, 1997.

Bibliografía de profundización

Revistas

Direcciones de internet de interés

OBSERVACIONES

COURSE GUIDE

2026/27

Faculty 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** .**Degree** GMATEM31 - Bachelor's Degree in Mathematics**Year** Second year**COURSE**

26011 - Discrete Mathematics

Credits, ECTS: 6**COURSE DESCRIPTION**

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

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

M06CM01 - To be familiarized with the main types of mathematical proof and with the techniques of solving problems (observation-conjecture-proof).

M06CM06 - To know how to solve combinatorial problems using basic techniques, generating functions and recurrence relations.

M06CM07 - To be familiarized with combinatorial identities and the main families of numbers with combinatorial meaning.

M06CM08 - To know the concepts, techniques and basic results of the graph theory and to be familiarized with some of its multiple applications.

LEARNING RESULTS

To know how to solve combinatorial problems with a certain degree of complexity.

To be familiarized with families of numbers that are present in many areas of Mathematics.

To use skillfully combinatorial expressions and identities, inequalities, recurrence relations and generating functions.

To be familiarized with graphs, their main properties, and some of their multiple applications.

Theoretical and Practical Contents

1. BASIC COMBINATORICS: Basic resources in the combinatorial reasoning. The principle of inclusion and exclusion. The pigeonhole principle.

2. COMBINATORIAL IDENTITIES: Binomial and multinomial coefficients. Binomial and multinomial formulae. Related identities.

3. GENERATING FUNCTIONS AND RECURRENCE RELATIONS: Generating function of a sequence of numbers. Applications to combinatorial problems. Recurrence relations and combinatorial problems. Recurrence relations and generating functions. Obtaining the general term.

4. MAIN FAMILIES OF NUMBERS: Numbers of Fibonacci. Numbers of Catalan. Numbers of Bell. Numbers of Stirling. Partitions of natural numbers.

5. GRAPHS: Basic concepts. Paths. Trees. Planar graphs. Coloring.

TEACHING METHODS

In the M classes the theoretical contents will be developed.

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

In the GA classes exercises will be solved.

TYPES OF TEACHING

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

- See GUIDELINES 100%

ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

The exams and assessment activities for this course will be conducted in accordance with the principles of academic integrity, honesty, and ethical conduct established in EHU regulations. Upon enrolling at EHU, students signed the

Declaration of Commitment to Ethical Behavior and Academic Integrity pledging not to engage in plagiarism, academic fraud, or use unauthorized materials or devices -including artificial intelligence tools when not expressly permitted- in exams and academic assignments. Failure to comply with these obligations may result in the academic and disciplinary consequences provided for in current university regulations.

GUIDELINES

Final exam (70%), partial test (15%), and preparing and presenting tasks (15%).

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

WITHDRAWAL OF CONTINUOUS ASSESSMENT SYSTEM

The student must give written notice of withdrawal of continuous assessment system in a period of 9 weeks since the beginning of the course. In this case, the final grade will be the grade of the exam (100%) and at least 5 points (over 10) are required to pass.

DECLINING TO SIT

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

EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

GUIDELINES

In the case of continuous assessment:

The grade obtained in the exercises and tasks will be kept, when advantageous to the student. Grades will never be kept from one year to another. The minimum grade required to pass is 5 points (over 10) provided that at least 4,5 points (over 10) are gotten in the final exam (compulsory).

In the case of end-of-course assessment:

The final grade will be the grade of the exam (100%) and at least 5 points (over 10) are required to pass.

DECLINING TO SIT

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

MANDATORY MATERIALS

The recommended materials will be available at the virtual platform.

BIBLIOGRAPHY

Basic bibliography

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

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

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

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

Detailed bibliography

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

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

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

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

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

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

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

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

Journals

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

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

Web sites of interest

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

Pascal triangle http://en.wikipedia.org/wiki/Pascal%27s_triangle

Pigeon principle http://www.cut-the-knot.org/do_you_know/pigeon.shtml

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

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

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

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

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

Graphs http://en.wikipedia.org/wiki/Graph_theory

OBSERVATIONS

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GMATEM31 - Grado en Matemáticas**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

26684 - Estructuras Algebraicas

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

Esta asignatura es una introducción a las principales estructuras algebraicas (grupos, anillos y cuerpos) que, junto con los espacios vectoriales (estudiados en las asignaturas Álgebra Lineal I y II de primer y segundo curso, respectivamente) constituyen los fundamentos del Álgebra, en los que se profundizará en cursos posteriores (Álgebra Conmutativa, Ecuaciones Algebraicas, Grupos y Representaciones, etc.).

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

M01CM01 Entender el concepto abstracto de grupo a partir de los ejemplos vistos en otras asignaturas: grupos de números, de clases de restos, de matrices, etc.

M01CM02 Conocer los conceptos básicos de la teoría de grupos (subgrupos, subgrupos normales, cocientes, homomorfismos,...).

M01CM03 Saber operar con algunos grupos importantes (cíclicos, productos directos, simétricos,...) y conocer sus principales propiedades.

M01CM04 Conocer los conceptos básicos de la teoría de anillos y cuerpos (subanillos, ideales, cocientes, homomorfismos, característica, cuerpo de cocientes,...).

M01CM05 Conocer las propiedades de divisibilidad de los polinomios en una indeterminada y, en particular, saber aplicar los principales criterios de irreducibilidad.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocer los conceptos básicos de la teoría de grupos (subgrupos, subgrupos normales, cocientes, homomorfismos...) y las propiedades de los grupos más importantes (cíclicos, productos directos, diédricos, simétricos,...).

Conocer los conceptos básicos de la teoría de anillos y cuerpos y, en particular, de los anillos de polinomios en una y varias indeterminadas.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. GRUPOS. GENERALIDADES: Concepto de grupo. Ejemplos (grupos de números, $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ y sus unidades, grupos de matrices, grupos de simetrías,...). Subgrupos. Subgrupo generado por un subconjunto. Cocientes e índice de un subgrupo. Teorema de Lagrange. Producto de subgrupos. Orden de un elemento. Grupos cíclicos.
2. SUBGRUPOS NORMALES Y GRUPOS COCIENTE: La conjugación y sus propiedades. Subgrupos normales. Construcción del grupo cociente. Subgrupos del grupo cociente.
3. HOMOMORFISMOS DE GRUPOS: Homomorfismos de grupos. Núcleo e imagen de un homomorfismo. Grupos isomorfos. Los teoremas de isomorfía.
4. GRUPOS CÍCLICOS Y ABELIANOS: Subgrupos de los grupos cíclicos. Productos directos. Clasificación de los grupos abelianos finitos. Clasificación de algunos grupos de orden bajo.
5. EL GRUPO SIMÉTRICO: Permutaciones, descomposición en ciclos disjuntos. Signatura. Grupos simétrico y alternado. Conjugación en el grupo simétrico. El teorema de Cayley. Simplicidad de los grupos alternados.
6. ANILLOS Y CUERPOS: Anillos y cuerpos, primeras propiedades. Característica y subcuerpo primo. Dominios de integridad. Cuerpo de cocientes de un dominio de integridad. Subanillos, ideales y homomorfismos de anillos. Ideales maximales y cuerpos. El teorema chino de los restos.
7. POLINOMIOS EN UNA INDETERMINADA: Factorización de polinomios en una indeterminada. Criterios de irreducibilidad. Cocientes de los anillos de polinomios. Cuerpos finitos.

METODOLOGÍA

Clases magistrales, problemas de aula y seminarios. Los alumnos deben participar activamente en clase resolviendo los problemas planteados.

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

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados ¿incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas¿ en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

Examen final escrito: 80%-100%

Trabajos y/o pruebas individuales y/o en grupo: 0-20%

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados ¿incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas¿ en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

- 100% examen escrito final.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

No hay.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

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

Bibliografía de profundización

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

Revistas

Por ser un curso introductorio no se recomiendan publicaciones periódicas.

Direcciones de internet de interés

<http://mathworld.wolfram.com/topics/GroupTheory.html>
http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/HistTopics/Development_group_theory.html
<http://www.springerlink.com/content/u503q3/>

OBSERVACIONES

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GMATEM31 - Grado en Matemáticas**Curso** 2º curso**ASIGNATURA**

26011 - Matemática Discreta

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

El objetivo de la asignatura es el conocimiento de elementos básicos de matemáticas y el adiestramiento en el manejo del lenguaje matemático y las técnicas de demostración y resolución de problemas. Esta asignatura profundiza en aspectos combinatorios iniciados en la asignatura Matemáticas Básicas de primer curso y sirve como base en la asignatura Cálculo de Probabilidades de segundo curso. Algunos de los conceptos introducidos, como recurrencias y grafos, se utilizan posteriormente en asignaturas de tercer y cuarto curso tales como Métodos Numéricos II y Programación Matemática.

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

M06CM01 - Estar familiarizado con los principales tipos de demostración matemática y las técnicas de resolución de problemas (observación-conjetura-demostración).

M06CM06 - Saber resolver problemas combinatorios utilizando técnicas básicas, funciones generatrices y recurrencias.

M06CM07 - Estar familiarizado con identidades combinatorias y las principales familias de números que tienen significado combinatorio.

M06CM08 - Conocer los conceptos, técnicas y resultados básicos de la teoría de grafos y estar familiarizado con algunas de sus múltiples aplicaciones.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Saber resolver problemas combinatorios de cierto grado de complejidad.

Estar familiarizado con familias de números que tienen amplia presencia en muy diversas partes de las matemáticas.

Manejar con soltura expresiones e identidades combinatorias, desigualdades, recurrencias y funciones generatrices.

Estar familiarizado con los grafos, sus propiedades principales y algunas de sus múltiples aplicaciones.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. COMBINATORIA BÁSICA: Recursos básicos del razonamiento combinatorio. Principio de inclusión-exclusión.

Principio del palomar.

2. IDENTIDADES COMBINATORIAS: Coeficientes binomiales y multinomiales. Fórmulas del binomio y el multinomio. Identidades relacionadas.

3. FUNCIONES GENERATRICES Y RECURRENCIAS: Función generatriz de una sucesión numérica. Aplicaciones a problemas combinatorios. Recurrencias y problemas combinatorios. Recurrencias y funciones generatrices. Obtención del término general.

4. FAMILIAS IMPORTANTES DE NÚMEROS: Números de Fibonacci. Números de Catalan. Números de Bell. Números de Stirling. Particiones de números naturales.

5. GRAFOS: Conceptos introductorios. Caminos. Árboles. Planaridad. Coloraciones.

METODOLOGÍA

En las clases magistrales se desarrollarán los aspectos teóricos.

En los seminarios el alumnado trabajará o expondrá problemas o trabajos.

En las prácticas de aula se resolverán ejercicios.

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

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al

incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados - incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas- en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

ORIENTACIONES

Examen final (70%), prueba parcial (15%) y elaboración y exposición de ejercicios o trabajos (15%). Se requiere una nota mínima de un 5 (sobre 10) para aprobar la asignatura siempre y cuando se alcance al menos un 4,5 (sobre 10) en el examen final (obligatorio).

RENUNCIA A LA EVALUACION CONTINUA

El alumnado deberá presentar por escrito al profesorado responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua, para lo que dispondrá de un plazo de 9 semanas desde el comienzo del cuatrimestre. En este caso, el examen final supondrá el 100% de la nota y será necesario una nota mínima de 5 para aprobar la asignatura.

RENUNCIA A LA CONVOCATORIA

La no presentación a la prueba fijada en la fecha oficial de exámenes (examen final) supondrá la renuncia automática a la convocatoria correspondiente.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

ORIENTACIONES

En caso de evaluación continua:

Se podrá guardar la nota de ejercicios y trabajos de ese curso, en caso favorable al alumnado. En ningún caso se guardarán notas de un curso para cursos posteriores. Se requiere una nota mínima de un 5 (sobre 10) para aprobar la asignatura siempre y cuando se alcance al menos un 4,5 (sobre 10) en el examen final extraordinario.

En caso de evaluación final:

El examen final supondrá el 100% de la nota y será necesario una nota mínima de 5 para aprobar la asignatura.

RENUNCIA A LA CONVOCATORIA

La no presentación a la prueba fijada en la fecha oficial de exámenes (examen final) supondrá la renuncia automática a la convocatoria correspondiente.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

El material recomendado estará disponible en la plataforma virtual.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

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

Bibliografía de profundización

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

Revistas

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

Direcciones de internet de interés

- Combinatoria <http://mathworld.wolfram.com/topics/Combinatorics.html>
- Triangulo de Pascal http://en.wikipedia.org/wiki/Pascal%27s_triangle
- Principio del palomar http://www.cut-the-knot.org/do_you_know/pigeon.shtml
- Numeros de Fibonacci <http://www.maths.surrey.ac.uk/hosted-sites/R.Knott/Fibonacci/>
- Numeros de Catalan <http://mathforum.org/advanced/robertd/catalan.html>
- Numero de Stirling de primer orden <http://mathworld.wolfram.com/StirlingNumberoftheFirstKind.html>
- Numero de Stirling de segundo orden <http://mathworld.wolfram.com/StirlingNumberoftheSecondKind.html>
- Enciclopedia de Números Enteros <http://oeis.org/>

Grafos http://en.wikipedia.org/wiki/Graph_theory

OBSERVACIONES

ASIGNATURA

26667 - Métodos Numéricos I

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

Esta asignatura y la asignatura Métodos Numéricos II de tercer curso tienen como objetivo común poder ofrecer una presentación sistemática de algunos de los métodos y técnicas más importantes y básicas del Análisis Numérico. Para ambas será requisito imprescindible la realización de prácticas de ordenador en un lenguaje de programación. Con estas asignaturas se pretende que el 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**

M05CM01 - Conocer las técnicas básicas del cálculo numérico y su traducción en algoritmos o métodos constructivos de solución de problemas.

M05CM02 - Programar en ordenador métodos numéricos estudiados en lenguaje estructurado y aplicarlos de manera efectiva.

M05CM03 - Utilizar paquetes en los que se manejen y apliquen algunos de los métodos estudiados, y que sirvan como herramienta de apoyo a programas propios.

M05CM04 - Analizar la conveniencia de uno u otro método numérico para un problema concreto en base al análisis de errores, coste computacional y otras características.

M05CM05 - Evaluar los resultados obtenidos y obtener conclusiones después de un proceso de cómputo y saber comunicar todo ello verbalmente y por escrito.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Usar algoritmos de resolución numérica, programar en ordenador métodos numéricos implementando dichos algoritmos en un lenguaje de programación estructurado y aplicarlos de manera efectiva.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**CONTENIDOS TEÓRICOS**

1. INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO NUMÉRICO: Aritmética del ordenador y propagación de errores.
2. NOCIONES BÁSICAS DE MATLAB.
3. RESOLUCIÓN DE SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES: Métodos directos. Métodos de mínimos cuadrados y sistemas sobredeterminados.
4. RESOLUCIÓN DE ECUACIONES Y SISTEMAS NO LINEALES: Los métodos de búsqueda de raíces para ecuaciones no lineales. Métodos del punto fijo y método de Newton.

CONTENIDOS PRÁCTICOS

Las prácticas de ordenador están asociadas a los distintos temas de los contenidos teóricos, reforzándolos e implementando adecuadamente los algoritmos estudiados.

METODOLOGÍA

El contenido teórico se expondrá en clases magistrales siguiendo los apuntes que se depositarán en el aula virtual de la plataforma eGELA. 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 de modo que motiven la posterior reflexión y discusión en la sesión dedicada a ello. Además, se realizarán prácticas de ordenador orientadas a la consecución de las competencias de la asignatura. Dichas prácticas se llevarán a cabo en un lenguaje de programación, en esta asignatura utilizaremos MATLAB.

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 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 abajo 100%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

En la convocatoria ordinaria la evaluación tendrá el siguiente reparto:

Examen escrito final: 60%
Examen de prácticas de ordenador: 20%
Examen parcial y/o seminarios: 20%

Para aplicar los porcentajes anteriores será necesario alcanzar una nota mínima de 4,5 sobre 10 en el examen final escrito y en el examen de prácticas de ordenador; en caso contrario, la nota será el mínimo entre la media ponderada y un 4,5.

El alumnado 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 9 semanas desde el comienzo del cuatrimestre. Dicho alumnado deberá hacer ambos exámenes. Asimismo, para evaluar las competencias trabajadas a lo largo del curso, se le podrá exigir que sea sometido a una prueba oral y/o escrita, o se le podrá evaluar a través de los exámenes.

El alumnado que haya realizado las actividades a lo largo del curso, pero no se presente al examen escrito final de la convocatoria ordinaria, será calificado como "no presentado/a".

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados, incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas, en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Los criterios de evaluación serán los mismos que en la convocatoria ordinaria. En concreto, habrá un examen escrito final, y un examen de prácticas de ordenador. Asimismo, para evaluar las competencias trabajadas a lo largo del curso, se le podrá exigir que sea sometido a una prueba oral y/o escrita, o se le podrá evaluar a través de los exámenes. En cualquier caso, la evaluación de las actividades realizadas en la convocatoria ordinaria se mantendrá en la convocatoria extraordinaria siempre que se haya obtenido al menos un 5 sobre 10, y el alumnado no solicite lo contrario.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Apuntes y otros materiales docentes facilitados por el profesor en la plataforma eGELA.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

C.B. Moler: Numerical Computing with MATLAB, SIAM, 2004.
J.M. Sanz-Serna: Diez lecciones de Cálculo Numérico, Universidad de Valladolid, 2010.
J. Stoer and R. Bulirsch: Introduction to Numerical Analysis. Springer-Verlag, Inc., 1993.
K.E. Atkinson: An Introduction to Numerical Analysis, John Wiley & Sons, 1989.
U.M. Ascher and C. Greif: A First Course in Numerical Analysis, SIAM, 2011.
M.H. Holmes: Introduction to Scientific Computing and Data Analysis, Springer 2016.

Bibliografía de profundización

L.N. Trefethen, D. Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997.

N.J. Higham: Accuracy and Stability of Numerical Algorithms, SIAM, 1996.
A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerical Mathematics, Springer, 2000.

Revistas

Direcciones de internet de interés

OBSERVACIONES

COURSE GUIDE

2026/27

Faculty 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** .**Degree** GMATEM31 - Bachelor's Degree in Mathematics**Year** Second year**COURSE**

26667 - Numerical Methods I

Credits, ECTS: 6**COURSE DESCRIPTION**

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

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

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

M05CM01 Knowing the basic techniques of numerical analysis and their translation into algorithms or constructive methods to solve problems.

M05CM02 Programming the studied numerical methods in a computer using a structured language and applying them effectively.

M05CM03 Using packages in which some of the studied methods are applied, and which can serve as a auxiliary tool to one's own codes.

M05CM04 Analyzing the convenience of one or more numerical methods for a given problem, based on the error analysis, the computational cost and other characteristics.

M05CM05 Evaluating the obtained results and drawing conclusions after a computational procedure, and being able to communicate everything both orally and in writing.

LEARNING RESULTS

Using numerical solution algorithms, programming numerical methods in a computer, by implementing these algorithms in a structured programming language, and applying them effectively.

Theoretical and Practical Contents**THEORETICAL CONTENTS**

1. INTRODUCTION TO NUMERICAL CALCULUS: Computer arithmetic and error propagation.
2. BASIC MATLAB NOTIONS
3. RESOLUTION OF LINEAR SYSTEMS OF EQUATIONS: Direct methods. Minimum square methods and overdetermined systems.
4. RESOLUTION OF NONLINEAR EQUATIONS AND SYSTEMS. Roots searching methods for nonlinear equations. Fix point methods and Newton's method.

PRACTICAL CONTENTS

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

TEACHING METHODS

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

TYPES OF TEACHING

Types of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Hours of face-to-face teaching	30	6	9		15				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	45	9	13,5		22,5				

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

- See GUIDELINES (ORIENTACIONES) below 100%

ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

In the ordinary examination period, the assessment will be distributed as follows:

Final written exam: 60%
Computer practical exam: 20%
Midterm exam and/or seminars: 20%

To apply the above percentages, it will be necessary to obtain a minimum score of 4.5 out of 10 in both the final written exam and the computer practical exam; otherwise, the final grade will be the minimum between the weighted average and 4.5.

The student that does not want to be assessed through the continuous assessment system has the right to do a final assessment exam; however, they must give written notice of withdrawal from the continuous assessment system during the first 9 weeks of the autumn term. The student must take both exams. Likewise, in order to assess the competencies developed throughout the course, they may be required to take an oral and/or written test, or they may be evaluated through the exams.

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

The exams and assessment activities for this course will be conducted in accordance with the principles of academic integrity, honesty, and ethical conduct established in EHU regulations. Upon enrolling at EHU, students signed the Declaration of Commitment to Ethical Behavior and Academic Integrity pledging not to engage in plagiarism, academic fraud, or use unauthorized materials or devices, including artificial intelligence tools when not expressly permitted, in exams and academic assignments. Failure to comply with these obligations may result in the academic and disciplinary consequences provided for in current university regulations.

EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

In the extraordinary exam call, the same criterion applies as in the ordinary call. Specifically, there will be a final written exam and a computer practical exam. Likewise, in order to assess the competencies developed throughout the course, the student may be required to take an oral and/or written test, or may be evaluated through the exams. In any case, the assessment of activities completed during the ordinary examination period will be retained in the extraordinary examination period, provided that a minimum grade of 5 out of 10 has been obtained and the student does not request otherwise.

MANDATORY MATERIALS

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

BIBLIOGRAPHY

Basic bibliography

C.B. Moler: Numerical Computing with MATLAB, SIAM, 2004.
J.M. Sanz-Serna: Diez lecciones de Cálculo Numérico, Universidad de Valladolid, 2010.
J. Stoer and R. Bulirsch: Introduction to Numerical Analysis. Springer-Verlag, Inc., 1993.
K.E. Atkinson: An Introduction to Numerical Analysis, John Wiley & Sons, 1989.
U.M. Ascher and C. Greif: A First Course in Numerical Analysis, SIAM, 2011.
M.H. Holmes: Introduction to Scientific Computing and Data Analysis, Springer 2016.

Detailed bibliography

L.N. Trefethen, D. Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997.

N.J. Higham: Accuracy and Stability of Numerical Algorithms, SIAM, 1996.
A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerical Mathematics, Springer, 2000.

Journals

Web sites of interest

OBSERVATIONS

COURSE GUIDE

2026/27

Faculty 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** .**Degree** GMATEM31 - Bachelor's Degree in Mathematics**Year** Second year**COURSE**

26689 - Probability Calculus

Credits, ECTS: 6**COURSE DESCRIPTION**

In this course, the basic concepts, techniques and results of Probability Calculus are presented.

To learn this course, it is advisable to have studied or being studying with sufficient benefit, the course of Differential and Integral Calculus II.

This course provides basic concepts and techniques for the course Statistical Inference, which is studied at the third level. In addition, the student acquires an intuitive basis of probability theory, which allows for a rigorous formalization of probability theory in the fourth-grade course called Probability and Stochastic Processes.

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

M03CM01-To know the basic concepts and results of probability calculus and statistics.

M03CM02-To be trained in major probability distributions and usual techniques of statistical inference.

M03CM03-A correct use of terminology related to random phenomena and data analysis.

M03CM04-A correctly modeling of common situations about random phenomena.

M03CM05- To be familiar with the adequate informatic resources for the treatment of the mentioned situations and handle some of them correctly

M03CM06- To select correctly the adequate technique of analysis, depending on the goal that is aimed in the study of such situations

M03CM07-To make accurate calculations and / or graphical expressions necessary to study random phenomena, using theoretical and / or computational resources.

M03CM08-To interpret the results of the analyzes carried out with a critical sense.

RESULTS FROM STUDYING THIS COURSE

To know how to solve problems in probability calculus that can be complex, both in the discrete and continuous case.

Carry out estimations of significant quantities (probabilities, means, etc), when the exact calculation is not possible.

Theoretical and Practical Contents

1. PROBABILITY: Random phenomena. Events. Probability-space. Examples. Basic rules of probability calculus.

Conditional probability. Independent events.

2. RANDOM VARIABLES: Concept. Probability-distribution. Distribution function. Discrete and continuous variables. Main examples of distributions.

3. RANDOM VECTORS: Concept. Probability-distribution. Main examples. Marginal-distributions. Independence between random variables. Conditional distributions.

4. EXPECTATION: Concept and main properties. Calculation of expectation of discrete and continuous random variables.

5. MOMENTS: Concept. Probability generating function. Moment generating function. Variance. Covariance. Correlation.

6. LAW OF LARGE NUMBERS: Random variables convergence modes. Strong and weak laws of large numbers. Central limit theorem.

TEACHING METHODS

The theoretical content will be explained in master classes, following the references that have been provided in the Bibliography as well as in the materials to be used. To complete these master classes, there are classroom practices where the students solve problems by means of the obtained knowledge in theoretical classes. In the seminars, exercises and examples that are indicative of the subject will be developed. In general, these exercises and examples will be given to the students in advance so that they can practice them themselves as well as to motivate reflection and discussion in the appropriate session. On the other hand, computer skills will be developed in the subject focused on achieving the abilities of the course.

TYPES OF TEACHING

Types of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Hours of face-to-face teaching	30	6	21		3				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	45	9	31,5		4,5				

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

- See orientations 100%

ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

CONTINUOUS EVALUATION GUIDELINES:

In this course, presentations, the resolution of theoretical work and practical exercises, computer laboratory practices and written tests will be evaluated.

More precisely:

Final written exam (75%)

Computer laboratory practices, exercises, partial exams, presentation of works (25%)

Evaluation system:

97%: The maximum of the following two results will be calculated: 1) Written exam (97%) and 2) Written exam (75%, it will be necessary to take at least 5 out of 10 to pass the subject) plus work, presentations and partial exams during the semester (% 22)

3%: Examination of computer practices

Students who do not carried out to the final written exam on the day of the regular call will be assessed as ¿Not Presented¿.

Students who do not wish to participate in the continuous evaluation must formally refuse it by presenting a written statement to the teacher in charge of the subject within a period of nine weeks from the beginning of the semester stating that he/she refuses the continuous evaluation.

FINAL EVALUATION GUIDELINES:

On the day of the regular call, there will be a test that assesses all the abilities developed in the subject and this test will be the 100% of the final note (written exam 97%, examination of computer practices 3%).

EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

On the day of the extraordinary call, there will be an exam that assesses all the abilities developed in the subject. This test will be evaluated as follows:

97%: The maximum of the following two results will be calculated: 1) Written exam (97%) and 2) Written exam (75%, it will be necessary to take at least 5 out of 10 to pass the subject) plus work, presentations and partial exams during the semester (% 22)

3%: Examination of computer practices

If the average mark of the computer laboratory exam is 4 out of 10 or higher, it is not necessary to take the computer laboratory exam in the non-regular call.

The exams and assessment activities for this course will be conducted in accordance with the principles of academic integrity, honesty, and ethical conduct established in EHU regulations. Upon enrolling at EHU, students signed the Declaration of Commitment to Ethical Behavior and Academic Integrity pledging not to engage in plagiarism, academic fraud, or use unauthorized materials or devices¿including artificial intelligence tools when not expressly permitted¿in exams and academic assignments. Failure to comply with these obligations may result in the academic and disciplinary consequences provided for in current university regulations.

MANDATORY MATERIALS

BIBLIOGRAPHY

Basic bibliography

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

J. PITMAN, Probability, Springer-Verlag.

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

Detailed bibliography

Journals

Web sites of interest

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
URL <http://www.R-project.org/>

OBSERVATIONS

ASIGNATURA

26687 - Topología

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

El objetivo de la asignatura es familiarizar al alumnado con las técnicas y nociones básicas de la Topología General. En primer lugar se pretende que el alumnado conozca las distintas maneras de definir un espacio topológico utilizando técnicas como bases y subbases de abiertos, sistemas de entornos y sistemas de entornos básicos. En este primer tema se presta particular atención al estudio de los espacios métricos. A continuación se estudian temas básicos de Topología General como continuidad de funciones, construcción de espacios topológicos derivados (productos y cocientes), compacidad y conexión.

La asignatura persigue que el alumnado inicie su conocimiento en topología, estudiando las estructuras básicas necesarias en muchas otras asignaturas del área de Geometría y Topología y también del Análisis Matemático.

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

M02CM11 - Conocer y asimilar los conceptos, métodos y resultados básicos (con sus demostraciones) de los espacios topológicos y métricos.

M02CM12 - Conocer y saber utilizar los conceptos de continuidad, compacidad y conexión.

M02CM13 - Reconocer las estructuras topológicas en ejemplos concretos.

M02CM14 - Construir ejemplos de espacios topológicos usando las nociones de subespacio topológico, espacio producto y espacio cociente.

M02CM15 - Utilizar la convergencia de sucesiones para estudiar continuidad y compacidad.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Reconocer las estructuras topológicas en ejemplos concretos.
- Construir ejemplos de espacios topológicos usando las nociones de subespacio topológico, espacio producto y espacio cociente.
- Utilizar la convergencia de sucesiones para estudiar continuidad y compacidad.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. ESPACIOS TOPOLÓGICOS: Topología. Conjuntos abiertos y cerrados. Base y subbase de una topología. Entornos. Bases de entornos. Distancia. Espacios métricos. Bolas abiertas y cerradas.
2. CONJUNTOS EN ESPACIOS TOPOLÓGICOS: Interior de un conjunto. Clausura de un conjunto. Puntos de acumulación y puntos aislados. Conjunto derivado. Frontera de un conjunto.
3. CONTINUIDAD: Aplicaciones continuas. Homeomorfismos. Propiedades topológicas. Sucesiones en espacios métricos: convergencia y continuidad secuencial.
4. CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS TOPOLÓGICOS: Subespacios. Aplicaciones combinadas. Embebimientos. Topología producto. Proyecciones. Topología cociente. Identificaciones.
5. COMPACIDAD: Espacios y conjuntos compactos. Productos de espacios compactos. Compacidad secuencial. Compacidad en espacios Hausdorff.
6. CONEXIÓN Y CONEXIÓN POR CAMINOS: Espacios y conjuntos conexos. Componentes conexas. Caminos en un espacio topológico. Conexión por caminos. Componentes conexas por caminos.

METODOLOGÍA

Usando la metodología de lección magistral, en las sesiones magistrales se expondrá el contenido teórico, siguiendo las referencias básicas que figuran en la Bibliografía y el material de uso obligatorio. Estas clases magistrales se complementarán con clases de problemas realizadas en las sesiones de prácticas de aula. En éstas se tratarán cuestiones en las que se aplicarán los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. Finalmente, en las sesiones de seminarios el estudiante tomará un papel más activo y desarrollará cuestiones y ejemplos representativos del contenido de la asignatura.

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

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados (incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas) en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

EVALUACIÓN CONTINUA

Examen escrito. (Peso: %70-%85)

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: %5-%10)

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: %10-%20)

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

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados (incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas) en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

Examen escrito: 100%

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Apuntes de clase. Relaciones de ejercicios y problemas propuestos.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

Teoría

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

Problemas

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

Bibliografía de profundización

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

Revistas

Americal Mathematical Monthly

Direcciones de internet de interés

Topology without tears
<http://www.topologywithouttears.net/>

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

OBSERVACIONES