



Asignatura: ÁLGEBRA LINEAL  
Código: 16435  
Centro: FACULTAD DE CIENCIAS  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: FORMACIÓN BÁSICA  
Nº de Créditos: 9 ECTS

## 1. ASIGNATURA / COURSE TITLE

ÁLGEBRA LINEAL / LINEAR ALGEBRA

### 1.1. Código / Course number

16435

### 1.2. Materia/ Content area

ÁLGEBRA LINEAL Y GEOMETRÍA / LINEAR ALGEBRA AND GEOMETRY

### 1.3. Tipo / Course type

Formación básica / Compulsory subject

### 1.4. Nivel / Course level

Grado / Bachelor (first cycle)

### 1.5. Curso / Year

1º / 1<sup>st</sup>

### 1.6. Semestre / Semester

1º / 1<sup>st</sup> (Fall semester)

2º / 2<sup>nd</sup> (Spring semester) (Informática-Matemáticas)

### 1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material

### 1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Ninguno específico / None



Asignatura: ÁLGEBRA LINEAL  
Código: 16435  
Centro: FACULTAD DE CIENCIAS  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: FORMACIÓN BÁSICA  
Nº de Créditos: 9 ECTS

## 1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales/ **Minimun attendance requirement**

La asistencia es muy recomendable/ **Attendance is highly advisable**

## 1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

**Coordinador:**

**M<sup>a</sup> Ángeles Zurro.**

Módulo 17, Despacho 411 / **Module 17, Office 411**

Teléfono 91 497 5607 / **Phone: 91 497 5607**

e-mail: [mangeles.zurro@uam.es](mailto:mangeles.zurro@uam.es)

<http://www.uam.es/mangeles.zurro>

Horario de atención: a discreción, con cita previa.

/ **Office hours: by appointment.**

El resto del profesorado implicado en la asignatura puede consultarse en la página web del título:

<http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242671471248/listadoCombo/Profesorado.htm>

## 1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

- Desarrollo de las herramientas básicas del álgebra lineal.
- Manejo en contextos tanto teóricos como aplicados de los conceptos de dependencia e independencia lineales, dimensión en el contexto de espacios vectoriales, y transformaciones lineales.
- Aprendizaje de la diagonalización de matrices y de la forma de Jordan.
- **Detailed exposition of the Basic tools in Linear Algebra.**
- **Use, both in theoretical and applied contexts, of the notions of linear dependence and independence, vector space dimension, and linear transformations.**
- **Learning matrix diagonalization and the Jordan canonical form.**



Asignatura: **ÁLGEBRA LINEAL**  
Código: 16435  
Centro: FACULTAD DE CIENCIAS  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: FORMACIÓN BÁSICA  
Nº de Créditos: 9 ECTS

Los Resultados del Aprendizaje evaluables que el alumno habrá alcanzado al superar esta asignatura son:

- R2.1· Operará con vectores, bases, subespacios y aplicaciones lineales.
- R2.2· Utilizará el algoritmo de Gauss, tanto para resolver sistemas como para hallar bases de subespacios y rangos.
- R2.3· Conocerá los enunciados de los teoremas fundamentales del Álgebra Lineal, y sabrá expresar con coherencia.
- R2.4· Sabrá clasificar matrices y aplicaciones lineales según diversos criterios.
- R2.5· Podrá calcular la Forma Canónica de Jordan de una matriz y diagonalizar formas cuadráticas.

Estos Resultados del Aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes Competencias Generales y Específicas del título:

COMPETENCIAS GENERALES	
G1	Conocer los conceptos, métodos y resultados más relevantes de las diferentes ramas de las matemáticas.
G2	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.
G3	Recabar e interpretar datos, información o resultados relevantes en problemas científicos, tecnológicos o de otros ámbitos que requieran el uso de herramientas matemáticas. Obtener conclusiones y exponerlas razonadamente.
G7	Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos en Matemáticas.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	
E1	Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
E2	Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
E3	Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
E4	Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.



Asignatura: ÁLGEBRA LINEAL  
Código: 16435  
Centro: FACULTAD DE CIENCIAS  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: FORMACIÓN BÁSICA  
Nº de Créditos: 9 ECTS

E5	Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
E6	Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

## 1.12. Contenidos del programa / [Course contents](#)

### BLOQUE I: MATRICES Y SISTEMAS LINEALES

Los espacios numéricos. Operaciones con vectores numéricos y con matrices. Sistemas lineales. Descripción del método de Gauss. Búsqueda de bases: del espacio columna, del espacio fila, del espacio nulo. Pivotes y rango.

### BLOQUE II: ESPACIOS VECTORIALES

Espacios vectoriales en general. Combinaciones lineales. Subespacios vectoriales: ecuaciones y generadores. Dependencia lineal. Bases y coordenadas lineales. Suma de subespacios. Suma directa. Complementarios, primera definición de codimensión. Fórmula de Grassmann. Espacio cociente, segunda definición de codimensión.

### BLOQUE III: APLICACIONES LINEALES

Aplicaciones, inyectividad y suprayectividad. Aplicaciones lineales. Matrices de aplicaciones lineales, composición. Cambios de base. Núcleo e imagen. Estructura de las preimágenes no vacías. Rango y nulidad. Primer teorema de isomorfía.

### BLOQUE IV: DETERMINANTES

Funciones multilineales. Matrices cuadradas y su determinante. Propiedades y uso de los determinantes. Volumen de un paralelepípedo.

### BLOQUE V: ESTRUCTURA DE LOS ENDOMORFISMOS



Asignatura: ÁLGEBRA LINEAL  
Código: 16435  
Centro: FACULTAD DE CIENCIAS  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: FORMACIÓN BÁSICA  
Nº de Créditos: 9 ECTS

Autovalores reales y autoespacios. Polinomio característico. Diagonalización de matrices y sus usos. Autovalor imaginario y planos invariantes asociados. Formas reales. Cadenas de Jordan y propiedades. Forma canónica de Jordan y sus usos. Polinomio mínimo.

## BLOQUE VI: DUALIDAD

Espacio dual y sus bases. Aplicaciones duales o traspuestas. Simetría de la dualidad entre espacios vectoriales. Anulador y sus propiedades, tercera definición de la codimensión.

**TEMAS ADICIONALES:** álgebra lineal sobre cuerpos finitos, espacios lineales de dimensión infinita.

## BLOCK I: MATRICES AND LINEAR SYSTEMS

Number spaces. Operations with number vectors and with matrices. Linear systems. Description of the Gauss process. Computation of bases: for the column space, the row space, and the null space. Rank and pivots.

## BLOCK II: VECTOR SPACES

General vector spaces. Linear combinations. Vector subspaces: from equations or from generators. Linear dependence. Bases and linear coordinates. Dimension. Sum of vector subspaces. Direct sum. Complementary subspaces and first definition of codimension. Grassmann formula. Quotient space and second definition of codimension.

## BLOCK III: LINEAR MAPPINGS

General mappings: injectivity and surjectivity. Linear mappings. Matrices of linear mappings, composition. Base changes. Kernel and Range. Structure of the non-empty inverse images. Rank and nullity. First canonical isomorphism

## BLOCK IV: DETERMINANTS

Multi-linear functions. Square matrices and their determinant. Properties and applications of the determinant. Volume of a parallelepiped.



Asignatura: ÁLGEBRA LINEAL  
Código: 16435  
Centro: FACULTAD DE CIENCIAS  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: FORMACIÓN BÁSICA  
Nº de Créditos: 9 ECTS

## BLOCK V: STRUCTURE OF AN ENDOMORPHISM

Real eigenvalues and eigenspaces. Characteristic polynomial. Matrix diagonalization and its applications. Imaginary eigenvalue and its associated invariant planes. Real forms. Jordan chains and their properties. Jordan canonical form and its applications. Minimal polynomial.

## BLOCK VI: DUALITY

Dual space and its bases. The dual or transpose of a linear mapping. Duality between vector spaces is a symmetric relation. Annihilator, its properties, and third definition of codimension.

ADDITIONAL TOPICS: Linear Algebra over finite fields, infinite-dimensional vector spaces.

### 1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

- L. MERINO, E. SANTOS, *Álgebra Lineal con métodos elementales*. Ed. Thomson.
- M. CASTELLET, I. LLERENA, *Álgebra Lineal y Geometría*. Ed. Reverté (1991).
- E. HERNÁNDEZ, *Álgebra y Geometría*. Ed. Addison-Wesley.

### 2. Métodos Docentes / Teaching methodology

Esta asignatura se organiza mediante clases presenciales de teoría y prácticas (90 horas) a las que se añaden las horas de trabajo personal del estudiante para el estudio y la resolución de ejercicios o trabajos planteados por el profesor (120 horas). Las restantes horas se dedican a la realización de exámenes, controles intermedios u otras actividades.

Las clases de aula incluyen la presentación de los contenidos teóricos, la discusión de ejemplos y la resolución de ejercicios prácticos. Durante las clases se desarrollan los conceptos y técnicas más importantes, que se aplican de manera continuada a la resolución de ejercicios y problemas.



Asignatura: ÁLGEBRA LINEAL  
Código: 16435  
Centro: FACULTAD DE CIENCIAS  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: FORMACIÓN BÁSICA  
Nº de Créditos: 9 ECTS

En media semanal, las horas presenciales se distribuyen en:  
4 horas de teoría y problemas (en las que se imparten los contenidos teóricos acompañados de ejercicios y ejemplos y se resuelven algunos de los problemas planteados a los estudiantes)  
2 horas de prácticas (en las que se pretende una participación activa del estudiante a través de la resolución de ejercicios y problemas, presentaciones de trabajos, realización de controles intermedios, etc.)

Se dispone de una página web en la que se cuelgan materiales de apoyo, ejemplos prácticos y ejercicios.

Como sistema de apoyo a la docencia, los estudiantes disponen de tutorías individuales y por correo electrónico.

The course consists of the following activities: lectures, practical sessions, personal help from the faculty in charge, and a final exam.

Lectures include presentation of the theory and discussion of examples. Practical sessions include solving problems and practical exercises, by the faculty and by the students. Both activities develop important notions and techniques needed during the rest of the Course.

A webpage will be used for handing out support materials and assignments.

As extra help, students can use Office Hours or email to communicate with their teachers.

### 3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

Actividad	Tiempo estimado en horas (ECTS)
Clases teóricas	60 (2,4)
Clases prácticas	30 (1,2)
Resolución de ejercicios para entregar	30 (1,2)
Estudio	100 (4,00)
Evaluaciones*	5 (0,2)
<b>TOTAL</b>	<b>225 h (9 ECTS)</b>



Asignatura: ÁLGEBRA LINEAL  
Código: 16435  
Centro: FACULTAD DE CIENCIAS  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: FORMACIÓN BÁSICA  
Nº de Créditos: 9 ECTS

\* El resto de actividades evaluadas forman parte de las prácticas y/o se basan en los ejercicios resueltos entregados

#### 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

##### Coordinación de las actividades formativas y del sistemas de evaluación entre los distintos grupos

Cada asignatura tiene designado un coordinador. Los estudiantes de todos los grupos realizarán actividades formativas similares y el sistema de evaluación será común para todos ellos.

##### Sistema de evaluación

A lo largo del semestre se realizarán 2 o 3 controles de aprendizaje en el horario de clase. El profesor anunciará las fechas con suficiente antelación.

Se realizará un examen final ordinario y otro extraordinario, cuyas fechas y aulas pueden consultarse en la web de la Facultad de Ciencias:

[http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1234888218730/contenidoFinal/Estudios\\_de\\_Grado.htm](http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1234888218730/contenidoFinal/Estudios_de_Grado.htm)

Evaluación continua: la calificación final de la asignatura se determinará a partir de un promedio entre las calificaciones obtenidas en los controles intermedios y la calificación del examen final. El peso correspondiente a la nota del examen final será un máximo del 70%, y el valor concreto se especificará al inicio del curso. Adicionalmente el profesor podrá tener en cuenta otras actividades (entrega de ejercicios, trabajos, prácticas, etc.)

En el proceso de evaluación continua, se establecerá algún sistema que permita que aquellos alumnos que obtengan bajas calificaciones en alguna de las pruebas intermedias puedan mejorarlas a lo largo del curso. Una posible opción consiste en considerar que el examen final sirve para volver a evaluar los contenidos previos, tomando como calificación final el máximo entre el promedio obtenido por la evaluación continua y la calificación obtenida en el examen final. En todos los casos, el coordinador de la asignatura precisará la fórmula concreta de evaluación y los profesores informarán de ello en cada grupo al inicio del curso.

El estudiante que haya participado en menos de un 50% de las actividades de evaluación continua y no se presente al examen final, será calificado como "No evaluado".



Asignatura: ÁLGEBRA LINEAL  
Código: 16435  
Centro: FACULTAD DE CIENCIAS  
Titulación: GRADO EN MATEMÁTICAS  
Curso Académico: 2017-2018  
Tipo: FORMACIÓN BÁSICA  
Nº de Créditos: 9 ECTS

En su caso, la calificación correspondiente a la convocatoria extraordinaria será la nota obtenida en la prueba específica realizada en la fecha marcada por el calendario académico.

Las calificaciones, de acuerdo con la legislación vigente, se realizan en una escala numérica de 0-10, con un decimal.

## 5. Cronograma\* / Course calendar

Periodo	Contenido	Horas presenciales	Horas no presenciales del estudiante
6 días	Bloque I	8	16
7 días	Bloque II	15	30
12 días	Bloque III	18	36
4 días	Bloque IV	6	12
16 días	Bloque V	20	40
6 días	Bloque VI	8	16

\*Este cronograma tiene carácter orientativo.