



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001

Escuela Politécnica de  
Enseñanza Superior

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**305000123 - Ecuaciones Algebraicas**

### PLAN DE ESTUDIOS

30GM - Grado En Matematicas

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	5
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	15

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	305000123 - Ecuaciones Algebraicas
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	30GM - Grado en Matematicas
<b>Centro responsable de la titulación</b>	30 - Escuela Politecnica De Enseñanza Superior
<b>Curso académico</b>	2024-25

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Alberto Navarro Garmendia (Coordinador/a)	55	alberto.navarro@upm.es	J - 11:00 - 14:00 V - 11:00 - 14:00 El horario de tutorías será indicado por el profesor al inicio del curso y podrá ser extendido y modificado. Si los alumnos lo

			requieren, tendrán a su disposición tutorías telemáticas. Se requiere notificación por email.
--	--	--	---

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Estructuras Algebraicas
- Álgebra Lineal
- Geometría I
- Topología

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Matemáticas no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE1 - Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar propiedades en distintos campos de la Matemática, para construir argumentaciones, elaborar cálculos y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.

CE2 - Conocer y comprender demostraciones rigurosas de los principales teoremas de cada área de la Matemática y extraer de ellos corolarios mediante la particularización a casos concretos.

CE3 - Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

CE4 - Abstractar las propiedades estructurales de objetos matemáticos, de la realidad observada o de otros ámbitos distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales.

CE5 - Comprobar con demostraciones hipótesis sobre un objeto matemático o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.

CG1 - Identificar la naturaleza, métodos y fines de los distintos campos de la Matemática y asociarlos con cierta perspectiva histórica de su desarrollo.

CG3 - Utilizar las capacidades analíticas y de abstracción, la intuición y el pensamiento lógico y riguroso desarrolladas a través del estudio de la Matemática en contextos tanto matemáticos como no matemáticos.

CG5 - Sintetizar conocimientos y habilidades adquiridas en el campo de la matemática en diferentes materias del plan de estudios para enfocarlas en posteriores estudios especializados, tanto en una disciplina matemática como en cualquiera de las ciencias que requieran buenos fundamentos matemáticos.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA89 - Identificar estructuras algebraicas subyacentes a diversos conjuntos de números, polinomios, matrices y transformaciones, equipados con determinadas operaciones.

RA207 - Utilizar herramientas computacionales en problemas sobre estructuras algebraicas, como el cálculo efectivo de soluciones explícitas y grupos de Galois de ecuaciones polinómicas

RA94 - Aplicar la teoría de grupos, anillos y cuerpos para resolver problemas prácticos de áreas como la criptografía y la teoría de códigos.

RA5 - Identificar distintos tipos de demostraciones de resultados matemáticos.

RA90 - Utilizar con soltura las propiedades de grupos, anillos y cuerpos.

RA204 - Interpretar las extensiones de cuerpos como espacios vectoriales.

RA205 - Aplicar la correspondencia de Galois para relacionar la estructura de un grupo finito con la del cuerpo donde viven las raíces de una ecuación algebraica.

RA206 - Analizar la resolubilidad o reducibilidad de ecuaciones polinómicas utilizando la teoría de Galois.

RA4 - Escribir demostraciones con corrección lógica y con claridad y concisión.

RA2 - Comprender la estructura interna de un razonamiento e identificar un razonamiento correcto y uno incorrecto.

RA211 - Utilizar con soltura herramientas básicas del álgebra como el espectro primo, la localización y el producto tensorial

RA210 - Aplicar la teoría de Galois para el estudio de problemas clásicos de resolubilidad por radicales de ecuaciones algebraicas, construcciones con regla y compás, trisección de un ángulo, duplicación del cubo, cuadratura del círculo y otros.

RA95 - Utilizar herramientas computacionales en problemas sobre estructuras algebraicas.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

En esta materia se estudia la Teoría de Galois para la resolución de ecuaciones polinómicas y el álgebra necesaria para ello.

Las herramientas fundamentales introducidas son el producto tensorial de módulos y álgebras, que se aplica para el cambio de campo base, la localización de anillos y módulos y, en menor medida, los G-conjuntos y el espectro de un anillo. Aplicaremos la Teoría de Galois a la resolución de varios problemas clásicos: construcciones con regla y compás, cuadratura del círculo, duplicación del cubo, trisección de un ángulo, etc.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Operaciones algebraicas fundamentales.
  - 1.1. Espectro primo de un anillo
  - 1.2. Localización
  - 1.3. Producto tensorial
2. Extensiones finitas de cuerpos
  - 2.1. Extensiones de cuerpos
  - 2.2. Teorema de funciones simétricas y teorema fundamental del álgebra
  - 2.3. Fórmulas de Newton y de Girard
  - 2.4.  $k$ -álgebras finitas
  - 2.5. Teorema de Kronecker
3. Teoría de Galois
  - 3.1.  $k$ -álgebras finitas triviales y separables
  - 3.2. Extensiones de Galois
  - 3.3. Equivalencia de Galois
4. Aplicaciones de la teoría de Galois
  - 4.1. Grupos resolubles

4.2. Resolución por radicales de ecuaciones polinómicas

4.3. Resolubilidad de p-grupos

4.4. Construcciones con regla y compás



## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Estudio de G-conjuntos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Resolución de problemas sobre G-conjuntos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
2	<b>Estudio de G-conjuntos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Resolución de problemas sobre G-conjuntos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Actividades de evaluación progresiva</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00
3	<b>Estudio del producto tensorial de módulos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Resolución de problemas sobre el producto tensorial de módulos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Actividades de evaluación progresiva</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00
4	<b>Estudio del cambio de base de módulos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Resolución de problemas sobre el cambio de base de módulos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Actividades de evaluación progresiva</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00
5	<b>Estudio del espectro primo de un anillo</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Resolución de problemas sobre el espectro primo de un anillo</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Actividades de evaluación progresiva</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00
6	<b>Estudio la localización</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Resolución de problemas sobre la localización</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Actividades de evaluación progresiva</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00

7	<p><b>Estudio de las extensiones de cuerpos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas sobre las extensiones de cuerpos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Actividades de evaluación progresiva</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
8	<p><b>Estudio de k-álgebras finitas</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas sobre k-álgebras finitas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Actividades de evaluación progresiva</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
9	<p><b>Estudio de k-álgebras finitas triviales y separables</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas sobre k-álgebras finitas triviales y separables</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Actividades de evaluación progresiva</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
10	<p><b>Estudio de extensiones de Galois</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas sobre extensiones de Galois</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Actividades de evaluación progresiva</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
11	<p><b>Estudio del teorema de Galois según Artin</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas sobre el teorema de Galois según Artin</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Actividades de evaluación progresiva</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
12	<p><b>Estudio de la equivalencia de Galois según Grothendieck</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Control de clase de evaluación progresiva presencial</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p><b>Resolución de problemas sobre la equivalencia de Galois según Grothendieck</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Control de clase de evaluación progresiva</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>

13	<p><b>Estudio de la resolubilidad de ecuaciones polinómicas por radicales</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas sobre la resolubilidad de ecuaciones polinómicas por radicales</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Actividades de evaluación progresiva</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
14	<p><b>Estudio de extensiones cíclicas</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas sobre las extensiones cíclicas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Actividades de evaluación progresiva</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
15	<p><b>Estudio de las construcciones con regla y compás</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas sobre las construcciones con regla y compás</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Actividades de evaluación progresiva</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>
16				<p><b>Examen</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 05:00</p> <p><b>Examen ordinario</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 05:00</p>
17				

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Actividades de evaluación progresiva	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	02:00	.77%	0 / 10	CG1 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CG3
3	Actividades de evaluación progresiva	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	02:00	.77%	0 / 10	CG1 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CG3
4	Actividades de evaluación progresiva	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	02:00	.77%	0 / 10	CG1 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CG3
5	Actividades de evaluación progresiva	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	02:00	.77%	0 / 10	CG1 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CG3
6	Actividades de evaluación progresiva	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	02:00	.77%	0 / 10	CG1 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5

							CG3
7	Actividades de evaluación progresiva	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	02:00	.77%	0 / 10	CG1 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CG3
8	Actividades de evaluación progresiva	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	02:00	.77%	0 / 10	CG1 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CG3
9	Actividades de evaluación progresiva	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	02:00	.77%	0 / 10	CG1 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CG3
10	Actividades de evaluación progresiva	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	02:00	.77%	0 / 10	CG1 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CG3
11	Actividades de evaluación progresiva	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	02:00	.77%	0 / 10	CG1 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CG3
12	Control de clase de evaluación progresiva	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	02:00	10%	0 / 10	CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CG3 CG1 CG5

13	Actividades de evaluación progresiva	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	02:00	.77%	0 / 10	CG1 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CG3
14	Actividades de evaluación progresiva	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	02:00	.77%	0 / 10	CG1 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CG3
15	Actividades de evaluación progresiva	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	02:00	.76%	4 / 10	
16	Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	05:00	80%	4 / 10	CG1 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CG3

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen ordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	05:00	100%	5 / 10	CG1 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CG3

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

### **Evaluación Progresiva:**

- Actividades semanales: 10% Se realizarán semanalmente actividades que pueden consistir en pruebas escritas, pruebas tipo test, pruebas orales, entrega de problemas resueltos, trabajos por grupo, y con la realización de actividades de repaso de los contenidos de otras asignaturas requeridos en Ecuaciones Algebraicas, como la corrección de ejercicios. Las actividades propuestas se especificarán a principio del curso por el profesor.

- Control de clase: 10% Se requerirá la resolución de problemas y la exposición ordenada y rigurosa de la teoría estudiada en el curso.

- Examen escrito de junio: 80% . Se requerirá la resolución de problemas y la exposición ordenada y rigurosa de la teoría estudiada en el curso.

Puntuación mínima del examen requerida para aprobar: 4.

### **Evaluación ordinaria:**

- Examen escrito 100%. Se requerirá la resolución de problemas y la exposición ordenada y rigurosa de la teoría estudiada en el curso.

### **Evaluación extraordinaria de julio:**

- Examen escrito 100%. Se requerirá la resolución de problemas y la exposición ordenada y rigurosa de la teoría estudiada en el curso.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Álgebra Conmutativa Básica	Bibliografía	Juan Antonio Navarro González. Manuales UNEX. Disponible gratis y actualizado en   <a href="http://matematicas.unex.es/~navarro/acb.pdf">http://matematicas.unex.es/~navarro/acb.pdf</a>
Álgebra I	Bibliografía	Pedro Sancho de Salas. Manuales Unex. Disponible gratuitamente y actualizado en   <a href="http://matematicas.unex.es/~sancho/Asignatura.%20Algebra%20I/TeoriadeGalois.pdf">http://matematicas.unex.es/~sancho/Asignatura.%20Algebra%20I/TeoriadeGalois.pdf</a>
Fields and Galois theory	Bibliografía	J.S. Milne, Kea Books, Ann Arbor, MI, USA. Disponible gratis y actualizado en <a href="https://www.jmilne.org/math/CourseNotes/FT.pdf">https://www.jmilne.org/math/CourseNotes/FT.pdf</a>
Notes for a Licenciatura	Bibliografía	Juan Antonio Navarro González. Disponible gratis y actualizado en <a href="http://matematicas.unex.es/~navarro/degree.pdf">http://matematicas.unex.es/~navarro/degree.pdf</a>
Introduction to commutative algebra	Bibliografía	M.F. Atiya, I.G. McDonald. Student economy edition. Addison-Wesley Series in Mathematics. Westview Press, Boulder, CO, 2016. ix+128 pp.



## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura se impartirá de forma presencial respetando los horarios fijados la administración del Grado en Matemáticas, salvo que las autoridades sanitarias y/o universitarias indiquen lo contrario.

Las pruebas que forman parte de la evaluación progresiva o continua pueden realizarse de forma presencial. Se publicará en Moodle el horario actualizado de las tutorías.

La comunicación vía e-mail se realizará a través de los correos institucionales @alumnos.upm.es.

Es imprescindible la consulta frecuente a la plataforma Moodle de la asignatura donde se actualizará cualquier información sobre la misma.