

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

## Álgebra III (Doble grado Matemáticas e Informática)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Estructuras Algebraicas y Matemática Discreta	Algebra III	4º	1º	6	Obligatoria
PROFESOR(ES)		DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)			
Pascual Jara Martínez		Dpto. Algebra, Facultad de Ciencias, Despacho 41 (segunda planta del edificio de Matemáticas) E-mail: <a href="mailto:pjara@ugr.es">pjara@ugr.es</a> Web.: <a href="http://www.ugr.es/local/pjara">http://www.ugr.es/local/pjara</a>			
		HORARIO DE TUTORÍAS			
		Consultar en <a href="http://algebra.ugr.es">http://algebra.ugr.es</a>			
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE		OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR			
Doble grado Matemáticas e Informática		Física.			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (Si ha lugar)					
Prerrequisitos: Ninguno Recomendaciones: Tener cursadas la asignaturas Algebra I y Algebra II. Tener conocimiento y suficiente destreza de Algebra Lineal					



**ugr** | Universidad  
de Granada

**INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR**  
<http://grados.ugr.es>

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)**

Anillos, ideales y cuerpos.  
 Extensiones de cuerpos numéricos.  
 Grupos de Galois.  
 Resolución de ecuaciones polinómicas.

**COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS**

## Competencias Generales:

CB1. Poseer los conocimientos básicos y matemáticos de las distintas materias que, partiendo de la base de la educación secundaria general, y apoyándose en libros de texto avanzados, se desarrollan en esta propuesta de título de Grado en Matemáticas.

CB2. Saber aplicar esos conocimientos básicos y matemáticos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de las Matemáticas y de los ámbitos en que se aplican directamente.

CB3. Saber reunir e interpretar datos relevantes (normalmente de carácter matemático) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CB4. Poder transmitir información, ideas, problemas y sus soluciones, de forma escrita u oral, a un público tanto especializado como no especializado.

CB5. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CB6. Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.

## Competencias específicas:

CE1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad de enunciar proposiciones en distintos campos de las matemáticas, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.

CE2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de las Matemáticas.

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. Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) y distinguirlas de aquellas puramente accidentales, y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.

CE5. Resolver problemas matemáticos, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos.

CE6. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

CE7. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en matemáticas y resolver problemas.

CE8. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.



**OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS DE APRENDIZAJE)**

- Conocer las estructuras de anillo y cuerpo.
- Conocer los enunciados y demostraciones de algunos teoremas clásicos importantes en la teoría de cuerpos.
- Determinar el polinomio irreducible de un elemento algebraico y determinar el grado de una extensión finita de cuerpos de números.
- Determinar si una extensión de cuerpos de números es normal. Calcular el grupo de Galois de una extensión finita de cuerpos de números.
- Calcular el grupo de Galois de un polinomio (de grado pequeño). Conocer cuándo una ecuación polinómica es soluble por radicales.
- Calcular la solución por radicales de ecuaciones cuadráticas, cúbicas y cuárticas, y de ecuaciones resolubles de grado superior.
- Conocer cuándo un punto es construible con regla y compás en términos algebraicos.
- Conocer cuándo un polígono regular se puede construir con una regla y un compás.
- Clasificar los cuerpos finitos.

**TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA****TEMARIO TEÓRICO:****1. Polinomios simétricos**

Polinomios simétricos elementales. Teorema fundamental de los polinomios simétricos. Resultante de dos polinomios. Discriminante de un polinomio. Métodos de cálculo.

**2. Series de composición en grupos finitos**

Teorema de Jordan-Hölder. Grupos solubles.

**3. Extensiones de cuerpos**

Extensiones de cuerpos finitamente generadas. Elementos algebraicos y trascendentes. El polinomio irreducible de un número algebraico. Extensiones finitas. Bases y grado de una extensión. Caso de una extensión simple. Propiedad multiplicativa del grado. Clausura algebraica.

**4. Construcciones con regla y compás:**

Planteamiento y solución de algunos problemas de construcción geométrica. La cuadratura del círculo, la trisección de un ángulo, la duplicación de un cubo,.... Reformulación de los problemas en términos de extensiones de cuerpos. Criterio de solución para un problema de regla y compás. Algunas aplicaciones. Constructibilidad de los polígonos regulares.

**5. Cuerpos de descomposición de polinomios**

El cuerpo de descomposición de un polinomio. Finitud de los cuerpos de descomposición de polinomios.

**6. Extensiones normales y extensiones separables**

Inmersiones. Extensiones conjugadas. Extensiones normales. Extensión de inmersiones complejas a extensiones finitas. Teorema de caracterización de extensiones normales. Extensiones separables. Cuerpos perfectos.

**7. Teoría de Galois finita**

El grupo de Galois de una extensión. El grupo de Galois de un polinomio. El subcuerpo fijo por un grupo finito de automorfismos. Lema de Artin. Extensiones finitas de Galois. El Teorema fundamental de la Teoría de Galois.

**8. Cuerpos finitos**

Extensiones de cuerpos finitos. Clasificación de cuerpos finitos.



**9. Extensiones ciclotómicas**

Las extensiones ciclotómicas de un cuerpo de números. Polinomios ciclotómicos. Irreducibilidad sobre  $\mathbb{Q}$ . El grupo de Galois de una extensión ciclotómica.

**10. Extensiones radicales**

Norma y traza. Extensiones radicales y extensiones cíclicas.

**11. Resolución de ecuaciones polinómicas**

El Teorema de Abel-Galois. El grupo de Galois de un polinomio como grupo de permutaciones. Ecuaciones cuadráticas. Ecuaciones cúbicas. Ecuaciones cuárticas. Irresolubilidad en grado superior. Teorema de Abel-Ruffini.

**12. Cálculo del grupo de Galois de un polinomio****TEMARIO PRÁCTICO:**

Relación de Ejercicios y Problemas sobre:

1. Polinomios simétricos
2. Series de composición de grupos finitos
3. Extensiones de cuerpos y construcciones geométricas con regla y compás
4. Cuerpos de descomposición y homomorfismos de extensiones
5. Extensiones de Galois y Grupo de Galois de una extensión.
6. Cuerpos finitos
7. Extensiones ciclotómicas y extensiones radicales.
8. Grupo de Galois de polinomios.

**PRÁCTICAS DE ORDENADOR:**

1. Polinomios simétricos
2. Grupos solubles
3. Polinomios irreducibles de elementos algebraicos
4. Cuerpos finitos
5. Cuerpos de descomposición. Extensiones normales
6. Cálculo de algunos grupos de Galois
7. Resolución de ecuaciones polinómicas resolubles

**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:**

1. A. Clark, Elementos de álgebra abstracta. Alhambra (1974)
2. P. M. Cohn, Algebra, vol. 2, 2nd Ed., John Wiley (1989)
3. P. M. Cohn, Classic algebra, John Wiley (2000)
4. D.S. Dummit, R.M. Foote, Abstract algebra. John Wiley (1999).
5. J. B. Fraleigh, A first course in abstract algebra, 7<sup>th</sup>. Ed., Addison-Wesley (2002). Álgebra abstracta. Addison-Wesley Iberoamericana (1987)
6. J. A. Gallian, Contemporary abstract algebra, 6<sup>th</sup>. Ed., Houghton Mifflin (2016)
7. N. Jacobson, Basic Algebra (2 vol.). Freeman (1985)
8. S. Lang, Álgebra, Aguilar (1971)
9. J. S. Morris, K. Pearson, Abstract Algebra and Famous Impossibilities, Springer-Verlag (1994)
10. W. Paulsen, Abstract algebra. An interactive approach, CRC Press (2010)
11. J. Rotman, Galois Theory, Springer-Verlag, (1990)



12. J.-P. Tignol, Galois' theory of algebraic equations, World Scientific (2001)
13. S. H. Weintraub, Galois' theory, 2<sup>nd</sup>. Ed., Springer-Verlag (2009)

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. E. Artin, Galois theory, 2nd. Ed., Notre Dame, (1944)
2. E. Galois, Memoire sur les conditions de résolubilité des équations par radicaux. Journal de mathématiques pures et appliquées (1846), 417-433

#### ENLACES RECOMENDADOS

1. <http://www.ugr.es/~cdocmat/> (Página web de la comisión docente de matemáticas).
2. <http://www.ugr.es/local/pjara>
3. <http://algebra.ugr.es/>

#### PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Primer cuatrimestre	Actividades presenciales							Actividades no presenciales			
	Temas	Sesiones teóricas (horas)	Sesiones prácticas (horas)	Exposiciones y seminarios (horas)	Visitas y excursiones (horas)	Exámenes	Otras actividades	Tutorías individuales (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Trabajo individual del alumno (horas)	Otras actividades
Semana 1	1	3	1							5	
Semana 2	2	3	1					1		5	
Semana 3	3	3	1					1		5	
Semana 4	4	3	1					1		5	
Semana 5	5	3	1					1		5	
Semana 6	6	3	1							5	
Semana 7	6	3	1						2	5	
Semana 8	7	3	1			2				5	
Semana 9	7	3	1							5	
Semana 10	8	3	1					1		5	
Semana 11	9	3	1					1		5	
Semana 12	9 y 10	3	1							5	
Semana 13	10	3	1					1		5	
Semana 14	11	3	1					1		5	
Semana 15	12	3	1			3				5	
Total horas		45	15			5		8	2	75	



## METODOLOGÍA DOCENTE

La metodología docente a seguir en la materia (6 ECTS=150 h.) constará de aproximadamente:

- Un 40% de docencia presencial en el aula (60 h.).
- Un 50% de estudio individualizado del alumno, búsqueda, consulta y tratamiento de información, resolución de problemas y casos prácticos, y realización de trabajos y exposiciones (75 h.).
- Un 10% para tutorías individuales y/o colectivas y evaluación (15h).

Las actividades formativas se desarrollarán desde una metodología participativa y aplicada que se centra en el trabajo del estudiante (presencial y no presencial/individual y grupal). De entre las actividades formativas diseñadas para el Grado (desarrolladas en el punto 5.1) y encargadas de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje (lección magistral, actividades prácticas, seminarios o talleres, actividades individuales/grupales y las tutorías académicas), la materia desarrollará aquellas actividades que más se adecuen a los contenidos y competencias a adquirir por el alumnado.

## EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Como Normativa General, todo lo que sigue ha de regirse por la "Normativa de Evaluación y Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20 de Mayo de 2013.

Con objeto de evaluar la adquisición de los contenidos y competencias a desarrollar en la materia, se utilizará un sistema de evaluación diversificado, seleccionando las técnicas de evaluación más adecuadas para la asignatura en cada momento, que permita poner de manifiesto los diferentes conocimientos y capacidades adquiridos por el alumnado al cursar la asignatura. De entre las siguientes técnicas evaluativas se utilizarán alguna o algunas de ellas:

- Prueba escrita: exámenes de ensayo, pruebas objetivas, resolución de problemas, casos o supuestos, pruebas de respuesta breve, informes y diarios de clase.  
De este tipo de pruebas de evaluación se realizarán concretamente dos a lo largo del curso. La primera al finalizar los primeros temas (Temas 1 al 6) que tendrá carácter eliminatorio y la segunda, al finalizar el curso, de toda la materia (eventualmente sin los Temas 1 al 6). Ambas contrastarán conocimientos teóricos y prácticos.
- Prueba oral: exposiciones de trabajos orales en clase, individuales o en grupo, sobre contenidos de la asignatura (seminario) y sobre ejecución de tareas prácticas correspondientes a competencias concretas.
- Observación: escalas de observación, en donde se registran conductas que realiza el alumno en la ejecución de tareas o actividades que se correspondan con las competencias.
- Técnicas basadas en la asistencia y participación activa del alumno en clase, seminarios y tutorías: trabajos en grupos reducidos sobre supuestos prácticos propuestos.

Aquellos alumnos que no puedan seguir este proceso de evaluación continua y, en orden a que puedan acreditar las competencias exigidas en esta Guía Docente, podrán realizar en la convocatoria ordinaria una evaluación única final de acuerdo con la normativa general aludida al principio. En la convocatoria extraordinaria podrán concurrir todos los estudiantes con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua.

El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el



artículo 5 del R. D 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en el territorio nacional. La calificación final corresponderá a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos y actividades que integran el sistema de evaluación; teniendo las dos pruebas escritas programadas el mayor peso (al menos del 85%) sobre la calificación total.

#### **INFORMACIÓN ADICIONAL**

Cumplimentar con el texto correspondiente en cada caso.

*ugr*

Universidad  
de Granada

**INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR**  
<http://grados.ugr.es>