

| MÓDULO   | MATERIA         | CURSO | SEMESTRE   | CRÉDITOS | TIPO     |
|--|-----------------|-------|--|----------|----------|
| ÁLGEBRA  | ÁLGEBRA MODERNA | 4º    | 2º   | 6        | OPTATIVA |
| PROFESORES <sup>(1)</sup>  |                 |       | 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)<br>E-mail: <a href="mailto:pjara@ugr.es">pjara@ugr.es</a><br>Web.: <a href="http://www.ugr.es/local/pjara">http://www.ugr.es/local/pjara</a> |          |          |
|  |                 |       | HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>  |          |          |
|  |                 |       | 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   |          |          |
| Grado en Matemáticas   |                 |       | Grado en Física, Grado en Ingeniería informática.  |          |          |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)  |                 |       |  |          |          |
| Prerrequisitos: Ninguno<br>Tener conocimientos adecuados sobre: Lenguaje matemático, conjuntos y números; espacios vectoriales y cálculo matricial; anillos de polinomios. |                 |       |  |          |          |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)  |                 |       |  |          |          |
| Categorías de Módulos.<br>Teoremas de isomorfía, presentaciones y condiciones de finitud.  |                 |       |  |          |          |

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

<sup>2</sup> Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/))



Módulos indescomponibles y teoremas de descomposición.  
Teoremas de Estructura.

#### 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 ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Conocer y manejar los conceptos básicos en Teoría de Módulos: módulos libres, presentaciones, anillos de endomorfismos, condiciones de finitud.
- Conocer las construcciones básicas de anillos.
- Conocer la categoría de módulos y los funtores entre categorías. Relacionar la categoría de módulos con el anillo: propiedades elementales.
- Interpretar los módulos biláteros como un enlace entre diferentes anillos.
- Conocer los resultados fundamentales sobre módulos simples, de longitud finita, finitamente generados. El retículo de submódulos como un primer invariante en el estudio de módulos. Teorema de Jordan-Hölder.
- Conocer la descomposición, como sumas directas, de módulos y anillos. Elementos idempotentes. Módulos



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
grados.ugr.es

Firmado por: FRANCISCO MIGUEL GARCIA OLMEDO    Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 22/05/2018 17:04:34    Página: 2 / 6



SF11XtLMIZMtVWjp7BTeK35CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

semisimples.

- Anillos e ideales primos.
- Saber deducir de la Teoría general la estructura de los anillos semisimples (Teorema de Artin-Wedderburn).
- Interpretar el teorema de densidad de Jacobson como generalización del teorema de Artin-Wedderburn.
- Interpretar generadores y cogeneradores en la categoría de módulos.
- Conocer el radical de Jacobson de un anillo y de un módulo. Aplicar a los módulos proyectivos.
- Módulos inyectivos, módulos indescomponibles y aplicaciones a la estructura de módulos y anillos.
- Interpretar los teoremas de descomposición de módulos y aplicar al caso de módulos sobre un DIP. Teorema de Krull-Schmidt.
- Caracterización de anillos noetherianos derecha en términos de módulos inyectivos.
- Reconocer un anillo mediante su categoría de módulos; equivalencia de categorías de módulos y anillos equivalentes.
- Adquirir una perspectiva histórica del cambio de paradigma que supuso el nacimiento del Álgebra Moderna a principios del siglo XX, y de la importancia de las estructuras algebraicas en el desarrollo de la Matemática teórica y práctica actual.

#### TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

##### TEMARIO TEÓRICO:

0. Breve reseña histórica sobre el Álgebra Moderna, el Álgebra Abstracta y la Teoría de Categorías.
1. Anillos y construcciones de anillos.
2. Módulos y representaciones de anillos no conmutativos.
3. Categorías y funtores. La categoría de módulos.
4. Módulos biláteros. Producto tensor.
5. El retículo de submódulos.
6. Módulos finitamente generados. Anillos y módulos noetherianos y artinianos.
7. Suma y producto directo. Módulos libres.
8. Descomposición de anillos. Elementos idempotentes
9. Módulos semisimples
10. Anillos e ideales primos. El radical primo.
11. Anillos artinianos semiprimos. Teorema de Artin-Wedderburn.
12. Anillos primitivos derecha. Teorema de densidad de Jacobson.
13. Generación y cogeneración. Generadores y cogeneradores en módulos.
14. El radical de Jacobson.
15. Módulos proyectivos.
16. Módulos inyectivos.
17. Módulos indescomponibles.
18. Extensiones esenciales y envolventes inyectivas. Aplicación a los anillos noetherianos.
19. Equivalencias de categorías de módulos.
20. Caracterización de equivalencias entre categorías de módulos. Anillos equivalentes.

##### TEMARIO PRÁCTICO:

Relación de Ejercicios y Problemas sobre:

- Teoría general de módulos.
- Ejemplos de anillos y módulos.



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
[grados.ugr.es](http://grados.ugr.es)

Firmado por: FRANCISCO MIGUEL GARCIA OLMEDO    Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 22/05/2018 17:04:34    Página: 3 / 6



SF1IXtLMIZMtVWjp7BTeK35CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

- Estructura de anillos y módulos.
- Anillos noetherianos.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

1. F. Anderson y K. R. Fuller. Rings and categories of Modules, 2nd Ed. Springer, New York, 1992.
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. N. Jacobson, The theory of rings, Mathematical Surveys and Monographs 2, Amer. Math. Soc., Providence, Rhode Island, 1948.
9. T. Y. Lam, A first course in Non-commutative Rings, Springer, New York, 1991.
10. L. H. Rowen, Graduate algebra: Non-commutative view. Graduate Studies in Math., 91. Amer. Math. Soc., 2008.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

11. A. Clark, Elementos de álgebra abstracta. Alhambra, 1974.
12. M. Hazewinkel, N. Gubareni, and V. V. Kirichenko, Algebras, rings and modules, vol 1, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2004.
13. F. Kasch, Modules and rings, Academic Press, London, 1982.
14. J. Lambek, Lectures on rings and modules, Chelsea Publisher Company, New York, 1976.
15. W. Paulsen, Abstract algebra. An interactive approach, CRC Press, 2010.
16. B. L. Van der Waerden, Modern algebra vol. II., 1932. Traducción al inglés y revisión en Springer-Verlag, New York, 1991.

## 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/>
4. <http://www.ams.org/notices/199703/maclane.pdf>
5. Plataforma de docencia.

## 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



**UNIVERSIDAD  
DE GRANADA**

**INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR**  
[grados.ugr.es](http://grados.ugr.es)

Firmado por: FRANCISCO MIGUEL GARCIA OLMEDO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 22/05/2018 17:04:34 Página: 4 / 6



SF1IXtLMIZMtVWjp7BTeK35CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

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 10) que tendrá carácter eliminatorio y la segunda, al finalizar el curso, de toda la materia (eventualmente sin los Temas 1 al 10). 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.

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, según se detalla; teniendo las dos pruebas escritas programadas el mayor peso (al menos del 60%) sobre la calificación total.

Porcentajes en la calificación final:

- Actividad y participación en las clases: 10%
- Resolución de problemas propuestos en la plataforma: 20%
- Exposiciones realizadas por el alumno: 10%



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
[grados.ugr.es](http://grados.ugr.es)

Firmado por: FRANCISCO MIGUEL GARCIA OLMEDO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 22/05/2018 17:04:34 Página: 5 / 6



SF11XtLMIZMtVWjp7BTeK35CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

- Calificación obtenida en las pruebas escritas: 60%

Para la evaluación final positiva será necesario:

- Haber expuesto en clase un trabajo, o parte de un trabajo, de entre los propuestos a lo largo del periodo lectivo.
- Haber resuelto, al menos, el 90% de los ejercicios propuestos en la plataforma en los periodos de tiempo habilitados al efecto.
- Superar, en media, las pruebas escritas con una calificación igual o superior a 6/10.

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.

En la convocatoria, ordinaria o extraordinaria, de evaluación única final, y a petición del alumno, se podrá contabilizar, hasta un 30% de la calificación final, el trabajo realizado por el alumno en el sistema de evaluación continua, siempre que en esa convocatoria se obtenga una calificación igual o superior a 4/10.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

Prueba de conocimientos: Consistirá ésta en una selección de materiales teóricos y prácticos a los que alumno tendrá que responder. La selección tratará de poner de manifiesto los conocimientos del alumno en la materia objeto de estudio, y estará realizada para detectar un nivel de conocimiento mínimo exigible, un nivel de conocimiento medio y una destreza sobresaliente sobre los conceptos, nociones y técnicas de que se compone la asignatura.

La evaluación única final, convocatorias ordinaria y extraordinaria, consistirá en una prueba de conocimientos teóricos y prácticos básicos de la materia objeto de la asignatura; esta prueba deber ser superada con una calificación igual o superior a 6/10.

En la convocatoria extraordinaria de la evaluación única final, para los alumnos que obtengan una calificación igual o superior a 4/10 en la prueba de conocimientos, y a petición del interesado, se tendrá en cuenta el trabajo por él realizado en la evaluación continua en el porcentaje indicado en el párrafo anterior.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

Cumplimentar con el texto correspondiente en cada caso



**UNIVERSIDAD  
DE GRANADA**

**INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR**  
[grados.ugr.es](http://grados.ugr.es)

Firmado por: FRANCISCO MIGUEL GARCIA OLMEDO    Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 22/05/2018 17:04:34    Página: 6 / 6



SF11XtLMIZMtVWjp7BTeK35CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.