

| MÓDULO  | MATERIA      | CURSO | SEMESTRE  | CRÉDITOS | TIPO   |
|---|--------------|-------|---|----------|--------|
| Álgebra lineal, Geometría y Topología   | Geometría II | 1º    | 2º  | 6        | Básica |
| PROFESORES <sup>(1)</sup>   |              |       | DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)   |          |        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>o Leonor Ferrer Martínez</li> <li>o Domingo Rodríguez Pérez</li> </ul> |              |       | Dpto. Geometría y Topología, Facultad de Ciencias<br>Avd. Fuentenueva s/n<br>La información de contacto de los profesores se puede consultar en la página web de contacto del Departamento de Geometría y Topología:<br><a href="https://geometry.ugr.es/">https://geometry.ugr.es/</a> |          |        |
|   |              |       | HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>   |          |        |
|   |              |       | Leonor Ferrer: <a href="#">Consultar directorio ugr</a><br>Domingo Rodríguez: <a href="#">Consultar directorio ugr</a>  |          |        |
| GRADO EN EL QUE SE IMPARTE  |              |       | OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR  |          |        |
| Doble Grado en Ingeniería Informática y Matemáticas   |              |       | Física, Química, Ingeniero de Caminos Canales y Puertos, Ingeniero Informático, etc.  |          |        |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)   |              |       |   |          |        |
| Se recomienda haber cursado y superado la asignatura Geometría I.   |              |       |   |          |        |

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

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

- Valores y vectores propios de endomorfismos.
- Aplicaciones bilineales y formas cuadráticas.
- Diagonalización.

## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

### Generales:

1. Poseer los conocimientos básicos y matemáticos de esta materia que, partiendo de la base de la educación secundaria general, y apoyándose en libros de texto avanzados, se desarrollan en la propuesta de título de Grado en Matemáticas.
2. Saber aplicar esos conocimientos al 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.
3. 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.
4. Poder transmitir información, ideas, problemas y sus soluciones, de forma escrita u oral, a un público tanto especializado como no especializado.
5. Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.

### Específicas:

1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad de enunciar proposiciones, construir demostraciones y transmitir los conocimientos adquiridos.
2. Conocer demostraciones rigurosas de aquellos resultados importantes de la asignatura.
3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
4. 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.
5. Resolver problemas matemáticos, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos.
6. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

1. Saber reconocer cuándo un endomorfismo de un espacio vectorial real es diagonalizable.
2. Conocer los conceptos de forma multilineal y tensor.
3. Identificar y clasificar formas bilineales y formas cuadráticas reales.
4. Conocer y saber aplicar los procedimientos de diagonalización ortogonal de las matrices simétricas.
5. Reconocer la necesidad de las formas bilineales y cuadráticas para efectuar medidas de ángulos y longitudes.
6. Identificar y clasificar isometrías vectoriales en el plano y en el espacio.
7. Conocer las nociones de estructura afín de un espacio vectorial euclídeo e isometría afín.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA



## TEMARIO TEÓRICO:

### Tema 1. Diagonalización de endomorfismos.

- 1.1. Valores y vectores propios. Subespacios propios.
- 1.2. Polinomio característico. Multiplicidad geométrica y algebraica.
- 1.3. El teorema fundamental de diagonalización.
- 1.4. El teorema de Cayley-Hamilton.

### Tema 2. Formas bilineales y formas cuadráticas.

- 2.1. Aplicaciones multilineales y tensores.
- 2.2. Formas bilineales. Ejemplos. Expresión matricial. Congruencia de matrices.
- 2.3. Clasificación de métricas y formas cuadráticas reales.
- 2.4. Bases ortogonales y ortonormales. Ley de inercia de Sylvester. Criterio de Sylvester.
- 2.5. Isometrías entre espacios vectoriales métricos.

### Tema 3. Espacios vectoriales euclídeos.

- 3.1. Métricas euclídeas. Norma, ángulos, perpendicularidad. Bases ortonormales.
- 3.2. Endomorfismo adjunto. Endomorfismos autoadjuntos y su diagonalización.
- 3.3. Diagonalización ortogonal de matrices simétricas.
- 3.4. Clasificación de isometrías.

## TEMARIO PRÁCTICO:

Por cada tema del programa de teoría se entregará a los alumnos al menos una hoja de ejercicios, cuestiones y/o actividades complementarias. Este material se trabajará durante las sesiones teóricas, las tutorías y las exposiciones orales.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Arvesú, J., Álvarez, R. y Marcellán, F.: *Álgebra lineal y aplicaciones*. Ed. Síntesis, 1999.
- Arvesú, J., Álvarez, R. y Marcellán, F.: *Problemas resueltos de Álgebra lineal*. Ed. Thomson, 2004.
- Burgos, J.: *Álgebra lineal*. MacGraw-Hill, 1993.
- Castellet, M. y Llerena, I.: *Álgebra lineal y Geometría*. Ed. Reverté, 1981.
- Greub, W.: *Linear Algebra*. Springer-Verlag, 1981.
- Merino, L. y Santos, E.: *Álgebra lineal con métodos elementales*. Ed. Thomson, 2006.
- Raya, A., Rider, A. y Rubio, R.: *Álgebra lineal y Geometría*. Ed. Reverté, 2007.
- Rojo, J. y Martín, I.: *Ejercicios y problemas de Álgebra lineal*. MacGraw-Hill, 1994.
- Romero, A.: *Álgebra lineal y Geometría I*. Ed. La Madraza, 1991.
- Sánchez, I.: *Geometría II: de la diagonalización a las isometrías*. Godel Impresiones Digitales SL., 2014, disponible en el enlace [http://www.ugr.es/~ignacios/GeometriaII\\_ISanchezRodriguez.pdf](http://www.ugr.es/~ignacios/GeometriaII_ISanchezRodriguez.pdf).

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Berger, M.: *Geometry I, II*. Springer Verlag, 1987.
- Coxeter, H. S. M.: *Introduction to Geometry*. John Wiley, 1969..
- Wolfram, S.: *Mathematica, a system for doing Mathematics by computer*. Addison-Wesley, 1991.

## ENLACES RECOMENDADOS



Web de docencia del Dpto. de Geometría y Topología: <http://geometry.ugr.es/docencia.php?titu=mat&lang=esp>

## METODOLOGÍA DOCENTE

Para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje se llevarán a cabo distintas acciones formativas que permitirán al alumnado adquirir las competencias programadas:

- Clases teóricas, a través de las cuales se asegura que el alumnado desarrollará fundamentalmente competencias conceptuales y la capacidad de desarrollar demostraciones sencillas, ambas de gran importancia para motivar al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formarse en una mentalidad crítica.
- Clases prácticas, cuyo propósito es desarrollar en el alumnado las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.
- Trabajo individual y posibles trabajos en grupo del alumnado, que revertirán en el desarrollo de competencias genéricas y actitudinales que impregnan todo el proceso de enseñanza aprendizaje.
- Tutorías, a través de la cual se orienta el trabajo autónomo y grupal del alumnado, se profundiza en distintos aspectos de la materia y se supervisa la formación académica integral del estudiante.

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

### ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL

#### EVALUACIÓN CONTINUA:

La evaluación se llevará a cabo mediante la siguiente ponderación:

- Exámenes: 70%
- Notas de clase y participación: 30%

Se realizará un examen final en junio (convocatoria ordinaria). Para aquellos alumnos que suspendan la evaluación dispondrán de un examen en junio/julio (convocatoria extraordinaria).

Las notas de clase y participación se obtendrán según los criterios de los profesores responsables, quienes así se lo comunicarán a los alumnos al principio de curso en cada caso. Las calificaciones en el apartado de notas de clase y asistencia solo serán computables si se aprueba el examen final. Las notas de clase y participación/asistencia solo tienen efecto para la convocatoria ordinaria del año en curso, no se guardarán para la convocatoria extraordinaria, ni para otras sucesivas convocatorias.

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.

#### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL:

Según se contempla en la “Normativa de Evaluación y de Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada” (BOJA, 9 de noviembre de 2016), aquellos estudiantes que, en los supuestos contemplados en dicha normativa, no puedan cumplir con el método de evaluación continua, descrito en el apartado anterior, podrán solicitar, en los términos de la citada Normativa Art. 8, acogerse a una evaluación única final.

En tal caso, el alumno realizará el examen final de la convocatoria ordinaria que tendrá un peso del 100% de la calificación. También dispondrá del examen de la convocatoria extraordinaria.

#### EVALUACIÓN POR INCIDENCIAS:

En la evaluación por incidencias se tendrá en cuenta la normativa de evaluación aprobada el 6 de noviembre de 2016 por Consejo de Gobierno de la Universidad de Granada (BOUGR núm. 112, de 9 noviembre de 2016). De esta forma, los estudiantes que no puedan concurrir a pruebas de evaluación que tengan asignadas una fecha de realización por el Centro



podrán solicitar al Director del Departamento la evaluación por incidencias en los supuestos indicados en la citada normativa. Del mismo modo, la evaluación por tribunal y la evaluación del alumnado con discapacidad u otras necesidades específicas de apoyo educativo se registrarán por lo establecido en la citada normativa.

#### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA:

Tal y como establece la normativa al respecto, los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. La calificación de los estudiantes en la convocatoria extraordinaria se ajustará a las reglas establecidas en la guía didáctica de la asignatura. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de un examen de las mismas características que el recogido en el caso de estudiantes de Evaluación Única Final.

### ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

#### ATENCIÓN TUTORIAL

##### HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

##### HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Los alumnos podrán plantear sus dudas por email, que se responderán a lo largo de los días de clase, por correo electrónico, por la plataforma PRADO y/o por videoconferencia.

Tutoría presencial (con cita previa por correo electrónico) o videoconferencia (Zoom / Google Meet / Jitsi Meet / OBS). Correo electrónico y/o foros en Prado.

#### ADAPTACIÓN DEL TEMARIO TEÓRICO Y PRÁCTICO (Cumplimentar con el texto correspondiente, si procede)

No hay adaptación.

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Los apuntes y ejercicios propuestos de la asignatura se pondrán a disposición de los alumnos en la plataforma PRADO, preparados específicamente para esta contingencia.
- Clases por medios digitales, que podrán ser en directo y/o, eventualmente, haber sido grabadas.
- Entrega por vía telemática de ejercicios resueltos, propuestos por el profesor.
- Pruebas de respuestas cortas en Prado o por otras vías telemáticas para potenciar el estudio y seguimiento.

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN NO PRESENCIAL (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

##### Convocatoria Ordinaria

Siempre que sea posible en este escenario la evaluación se realizará de forma presencial.

En caso de que no sea posible se aplicarían las adaptaciones siguientes:

Descripción: Evaluación continua y examen final.

- **Pruebas por temas**

Se realizarán tres pruebas no presenciales, una por cada tema del temario teórico. Cada una de estas pruebas supondrá un



20% de la calificación final. Para dichas pruebas se contemplan varias posibilidades: resolución de problemas o preguntas cortas de razonamiento realizadas de manera síncrona o cuestiones teóricas para ser respondidas de manera asíncrona. El profesor hará llegar al alumno la prueba y éste tendrá un tiempo de ejecución determinado tras el cual deberá entregarlo.

- **Examen final**

Se realizará un examen final no presencial que supondrá el 40% de la calificación final. Este examen se llevará a cabo de manera síncrona y se dividirá en varias partes que los alumnos tendrán que ir entregando en el tiempo establecido.

En caso de incidencia en alguna de estas pruebas el alumno debe ponerse en contacto con el profesor en el menor plazo posible y en ese caso se le realizará una prueba oral.

### Convocatoria Extraordinaria

Para la convocatoria extraordinaria se realizará el mismo tipo de evaluación no presencial que la descrita anteriormente para el examen final con la única diferencia que en este caso el examen supondrá el 100% de la calificación.

En caso de incidencia el alumno debe ponerse en contacto con el profesor en el menor plazo posible y en ese caso se le realizará una prueba oral.

### Evaluación Única Final

(Herramientas alternativas de evaluación no presencial, indicando instrumentos, criterios de evaluación y porcentajes sobre la calificación final)

La evaluación única final no presencial se llevará a cabo el mismo día que el examen de la convocatoria ordinaria y las herramientas serán las mismas que se utilicen para dicha convocatoria. En este caso la nota obtenida en dicho examen supondrá el 100% de la nota final.

### RECURSOS Y ENLACES RECOMENDADOS PARA EL APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN NO PRESENCIAL (Alternativas a la bibliografía fundamental y complementaria recogidas en la Guía Docente)

#### RECURSOS:

- Todos los recursos se encuentran a disposición de los alumnos en la plataforma PRADO.

#### RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS:

La siguiente bibliografía de la asignatura se encuentra disponible en línea en la Biblioteca de la UGR.

- Berger, M. (1987). Geometry I (1st ed. 1987.). HYPERLINK "<https://doi.org/10.1007/978-3-540-93815-6>" \h <https://doi.org/10.1007/978-3-540-93815-6>
- Berger, M. (1987). Geometry II (1st ed. 1987.). HYPERLINK "<https://doi.org/10.1007/978-3-540-93816-3>" \h <https://doi.org/10.1007/978-3-540-93816-3>
- Burgos Román, J. (2013). Álgebra lineal y geometría cartesiana (3a ed.). Madrid: Mc Graw Hill.
- Greub, W. (1975). Linear Algebra (Fourth Edition.). HYPERLINK "<https://doi.org/10.1007/978-1-4684-9446-4>" \h <https://doi.org/10.1007/978-1-4684-9446-4>
- Jänich, K. (1994). Linear Algebra (1st ed. 1994.). HYPERLINK "<https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4298-7>" \h <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4298-7>

### ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

### ATENCIÓN TUTORIAL

### INFORMACIÓN ADICIONAL



|   |   |
|---|---|
| <b>HORARIO</b><br>(Según lo establecido en el POD)  | <b>HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL</b><br>(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial) |
| Los alumnos podrán plantear sus dudas por email, que se responderán a lo largo de los días de clase, por correo electrónico, por la plataforma PRADO y/o por videoconferencia.      | Correo electrónico) o videoconferencia (Zoom / Google Meet / Jitsi Meet / OBS). Foros en Prado.         |
| <b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE</b>  |   |
| Las mismas del escenario A.   |   |
| <b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN NO PRESENCIAL</b> (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)   |   |
| Las mismas del escenario A.   |   |
| <b>RECURSOS Y ENLACES RECOMENDADOS PARA EL APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN NO PRESENCIAL</b><br>(Alternativas a la bibliografía fundamental y complementaria recogidas en la Guía Docente) |   |
| Los mismos del escenario A.   |   |

