

**MA-1004 ÁLGEBRA LINEAL**  
**CARTA AL ESTUDIANTADO I CICLO 2023**

**Naturaleza del curso: Teórico**

**Número de horas sincrónicas: 5**

**Número de horas estudio independiente: 4**

**Horas totales: 9**

**Modalidad: Alto Virtual o Presencial**

**Créditos: 3**

**Requisito: Ninguno, Correquisitos: Ninguno**

**Estimada persona estudiante:**

Reciba una cordial bienvenida y esperamos que este curso contribuya significativamente a su formación profesional. En este documento encontrará la información referente a la descripción, objetivos, contenidos, evaluación, cronograma y bibliografía del curso.

**1. Descripción**

Este curso brinda las herramientas básicas que son esenciales en muchos campos de estudio. Su utilidad práctica se ha consolidado en la explicación de principios fundamentales y en la simplificación de cálculos en distintas ramas como ingeniería, ciencias de la computación, matemáticas, física, biología, procesamiento de imágenes, economía y estadística. Lo que esperamos se convierta en un estímulo para el trabajo que deberán realizar en el curso.

El objetivo principal de este curso es dotar a la persona estudiante de la maquinaria del álgebra lineal necesaria para hacer frente a cursos avanzados de su respectiva carrera. Para lograr este fin el curso inicia con el estudio de sistemas de ecuaciones lineales y la teoría de matrices, como una herramienta para resolver estos sistemas. Posteriormente se utilizarán herramientas algebraicas en la resolución de problemas de tipo geométrico. En la segunda parte del curso se tiene al estudio de los espacios vectoriales y las transformaciones lineales entre espacios vectoriales de dimensión finita.

En este curso se requiere que la persona estudiante desarrolle su capacidad de pensamiento abstracto. Se busca que obtenga conclusiones sobre cómo resolver un problema, reconociendo las hipótesis planteadas, y utilizar los conceptos teóricos en el planteamiento de la solución de dicho problema. Para este fin será necesario incluir algunas demostraciones simples y la generalización de algunos conceptos, sin llegar a un nivel de abstracción extremo. Este curso tiene un nivel medio de dificultad y se requiere que la persona estudiante dedique suficiente tiempo para comprender y asimilar los diferentes conceptos y resultados teóricos estudiados en la clase. Además para fortalecer el estudio es importante que dedique tiempo a la resolución de problemas. Como apoyo a esta tarea, **todo el cuerpo docente de la cátedra cuenta con horas**

**de consulta destinadas a atender las dudas de los y las estudiantes del curso.** Los horarios de atención en la sección 11 de este documento.

Otro apoyo adicional en conjunto con la Vicerrectoría de Vida Estudiantil, son los llamados **Estudiaderos**, los cuales funcionan los miércoles de cada semana a partir de las 8 a.m. y son atendidos por asistentes, quienes le ayudarán a salir adelante cuando tenga dudas sobre los ejercicios. **Este espacio se desarrollará de manera remota.** Para mayor información al respecto puede consultar la Oficina de Vida Estudiantil.

El curso tiene 3 **créditos**. Según el Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior de Costa Rica y el Reglamento de Régimen Académico Estudiantil (art. 3, inciso c), se define un crédito como la unidad valorativa del trabajo de la persona estudiante, que equivale a tres horas reloj semanales de trabajo del mismo, durante 15 semanas, aplicadas a una actividad que ha sido supervisada, evaluada y aprobada por la persona docente. De esta forma, de acuerdo con el Reglamento de Régimen Académico Estudiantil, a 3 **créditos** corresponde una dedicación de 9 horas por semana para la persona estudiante.

## 2. Objetivos generales del curso

Los objetivos generales del curso son:

1. Contribuir a la formación matemática de los y las estudiantes, esencial para describir, entender y resolver problemas propios de su disciplina.
2. Contribuir al desarrollo de los y las estudiantes, de su habilidad para interpretar y deducir analíticamente resultados del álgebra lineal y aplicar éstos a su disciplina de estudio.
3. Fomentar el uso correcto del lenguaje de la matemática para expresar ideas relacionadas con su disciplina.
4. Tener el dominio de los temas básicos del álgebra lineal.
5. Estimular al estudiantado hacia el uso de software que le permita resolver más eficientemente problemas del álgebra lineal.

## 3. Objetivos específicos

Durante este curso la persona estudiante será capaz de:

1. Resolver, manualmente y mediante uso de software apropiado, sistemas de ecuaciones lineales.
2. Expresar en forma adecuada, el conjunto solución de un sistema de ecuaciones lineales.
3. Conocer el álgebra de matrices.
4. Reconocer en un sistema de ecuaciones lineales la multiplicación matricial, para aplicarlo adecuadamente a la solución y análisis de dichos sistemas.
5. Conocer y aplicar el concepto de determinantes para el análisis y la solución de sistemas de ecuaciones lineales.
6. Determinar, si existe, la inversa de una matriz cuadrada. Calcular, manualmente y mediante uso de software apropiado, la inversa de una matriz invertible.

7. Conocer y aplicar la geometría vectorial a diferentes tipos de problemas.
8. Conocer la estructura de espacio vectorial y espacios vectoriales relacionados con matrices y polinomios.
9. Identificar el conjunto  $\mathbb{R}^n$  como un espacio vectorial con producto interno, conocer su geometría, e identificar sus subespacios vectoriales.
10. Determinar si un conjunto de vectores constituye una base para un espacio vectorial.
11. Conocer y aplicar el algoritmo de Gram-Schmidt a subconjuntos de  $\mathbb{R}^n$ .
12. Determinar el complemento ortogonal de un subespacio de  $\mathbb{R}^n$ .
13. Conocer las propiedades básicas de las transformaciones lineales y su relación con el álgebra de matrices.
14. Representar transformaciones lineales entre espacios vectoriales de dimensión finita mediante una matriz.
15. Determinar bases para el núcleo y la imagen de una transformación lineal.
16. Determinar matrices de cambio de base y relacionarlas con la representación matricial de una transformación lineal.
17. Obtener los valores propios de una matriz y los espacios propios asociados a cada valor propio.
18. Determinar si una matriz o una transformación lineal, es diagonalizable o no.

## 4. Contenidos

### TEMA 1: Sistemas de ecuaciones lineales y matrices

Sistemas de  $n$  ecuaciones lineales en  $m$  variables homogéneos y no homogéneos. Método de reducción de Gauss-Jordan. Solución y conjunto solución de un sistema de ecuaciones lineales. Matriz de coeficientes y matriz aumentada de un sistema de ecuaciones lineales. Operaciones elementales sobre las filas de una matriz. Dependencia e independencia lineal entre las filas de una matriz. Matrices equivalentes por filas. Forma escalonada y forma escalonada reducida de una matriz. Rango de una matriz.

### TEMA 2: Álgebra matricial y resolución de sistemas de ecuaciones lineales

Concepto general de una matriz. Operaciones con matrices: igualdad, suma, producto por escalar, multiplicación de matrices, transposición. Matrices invertibles. Método de Gauss-Jordan para hallar la inversa de una matriz. Matrices y sistemas lineales. Matriz transpuesta y sus propiedades. Definición y propiedades del determinante. Regla de Cramer.

### TEMA 3: Geometría vectorial

Representación geométrica de un vector. Suma y resta de vectores, representación geométrica y propiedades. Producto escalar de vectores y sus propiedades. Norma de un vector. Ángulo entre dos vectores. Producto cruz en  $\mathbb{R}^3$  y sus propiedades. Proyecciones ortogonales en  $\mathbb{R}^2$  y  $\mathbb{R}^3$ .

#### **TEMA 4: Rectas y planos**

Descripción de una recta en  $\mathbb{R}^2$  y  $\mathbb{R}^3$ . Ecuaciones vectorial, paramétricas y simétricas de una recta en  $\mathbb{R}^3$ . Planos en  $\mathbb{R}^3$ . Ecuación vectorial y normal de un plano en  $\mathbb{R}^3$ . Distancias entre dos puntos. Distancia entre un punto y una recta. Distancia entre dos planos. Distancia entre un punto y un plano, y entre dos rectas.

#### **TEMA 5: Espacios vectoriales**

Qué es un espacio vectorial. Propiedades básicas de los espacios vectoriales. Ejemplos de espacios vectoriales. Subespacio vectorial. Combinación lineal de un conjunto de vectores de un espacio vectorial. Conjunto generador de un espacio vectorial. Bases ordenadas y dimensión de un espacio vectorial. Coordenadas de un vector con respecto a una base ordenada.

#### **TEMA 6: Ortogonalidad y proyecciones**

Ortogonalidad entre vectores, conjuntos y subespacios. Conjuntos y bases ortogonales y ortonormales. Complemento ortogonal de un subespacio. Proyección ortogonal sobre un subespacio vectorial. Método de ortogonalización de Gram-Schmidt.

#### **TEMA 7: Transformaciones lineales**

Concepto de transformación lineal. Núcleo e imagen de una transformación lineal. Teorema del rango nulidad. Representación matricial de una transformación lineal. Matriz de cambio de base. Inyectividad y sobreyectividad de una transformación lineal. Transformaciones lineales invertibles.

#### **TEMA 8: Valores y vectores propios: Diagonalización**

Concepto de valor y vector propio. Subespacio asociado a un valor propio. Polinomio característico de una matriz. Diagonalización y diagonalización ortogonal.

#### **TEMA 9: Curvas cuadráticas**

Formas cuadráticas. Diagonalización de formas cuadráticas. Secciones cónicas: parábolas, elipses e hipérbolas. Ecuaciones canónicas de las curvas. Rotación y traslación de las secciones cónicas. Ejes principales y ángulo de rotación.

### **5. Modalidad**

Según las resoluciones [VD-11502-2020](#), [VD-11489-2020](#) y [VD-R-12055-2022](#), este curso se llevará a cabo en dos modalidades: **Presencial** y **Alto Virtual**.

- **Presencial:** ambas lecciones semanales se recibe de manera presencial en la Universidad de Costa Rica.
- **Alto Virtual:** ambas lecciones se reciben de forma remota sincrónica.

En el caso de que las autoridades sanitarias del país y de la Universidad emitan restricciones para el desarrollo de la práctica docente, las sesiones presenciales que hayan sido previstas se trasladarán a la modalidad virtual, según las indicaciones que dé la coordinación del curso.

Para las lecciones remotas, se utilizará alguna plataforma para realizar videoconferencias como Zoom, Teams, Google Meet u otra (que cada persona docente informará a sus estudiantes oportunamente), por lo que se requiere que las personas estudiantes cuenten con recursos digitales mínimos para el desarrollo del curso, como una computadora y acceso a internet.

Se utilizará la plataforma virtual oficial [Mediación Virtual](#) (MV2) en el entorno [I-S-2023-RRF-Álgebra Lineal](#), en el cual se publicará de manera oportuna material del curso (videos de la web, grabaciones de las clases sincrónicas, documentos con la teoría, listas de ejercicios, etc), así como comunicados a la comunidad estudiantil.

El papel de la persona docente será de acompañamiento y de guía en todas las actividades, mientras que la persona estudiante debe asumir un papel activo, responsabilizándose de la organización de su trabajo y de la adquisición de las diferentes competencias según su propio ritmo. Se busca con ello que la persona estudiante sea capaz de lograr aprendizajes significativos de manera independiente, que ejecute estrategias cognitivas de exploración y descubrimiento, así como de planificación y regulación de su propia actividad.

## 6. Evaluación

El avance de los temas del curso será evaluado por medio de tres **exámenes parciales** y siete **tareas**, según la siguiente distribución porcentual:

### 1. Exámenes parciales

Se realizarán **tres** exámenes parciales **presenciales** en las fechas y horas indicadas en el cronograma. Los exámenes son de cátedra y su resolución es en forma individual.

- En el Examen 1 se evaluarán los contenidos de: Tema 1 y Tema 2.
- En el Examen 2 se evaluarán los contenidos de: Tema 3, Tema 4 y Tema 5
- En el Examen 3 se evaluarán los contenidos de: Tema 6, Tema 7 y Tema 8.

Actividad	Valor	Fecha
Examen 1	25 %	S 22/04/2023 9:00 a.m.
Examen 2	25 %	S 27/05/2023 9:00 a.m.
Examen 3	30 %	S 01/07/2022 1:00 p.m.

### 2. Tareas (Valor: 20 % total, cada una con el mismo peso)

Se realizarán **siete** tareas en las fechas indicadas en el cronograma. Las tareas se llevaran a cabo en Mediación Virtual, y consistirá de preguntas de respuesta restringida, las cuales serán calificadas automáticamente por la plataforma. La fecha límite se indica en el cronograma y corresponde al día

viernes a las 9 p.m. de la semana indicada (con la única excepción de la Tarea 7). Cada tarea estará habilitada por al menos 7 días naturales. Para cada tarea se habilitarán hasta 3 intentos, siendo la nota de la misma la calificación más alta de los intentos realizados.

**La persona docente puede convocar a la persona estudiante a que aclare, mediante una reunión, los resultados obtenidos en cualquiera de las evaluaciones que se realizarán en el curso, de modo que si la persona estudiante no es capaz de justificar su procedimiento, entonces será invalidado, recibiendo un cero en dicha evaluación.**

Para quien no pueda realizar alguna de las evaluaciones, la realización de una prueba de reposición está sujeta a lo dispuesto en el artículo 24 del [Reglamento de Régimen Académico Estudiantil de la Universidad de Costa Rica](#), el cual se cita a continuación:

**Artículo 24.** Cuando el estudiante se vea imposibilitado, por razones justificadas, para efectuar una evaluación en la fecha fijada, puede presentar una solicitud de reposición a más tardar en cinco días hábiles a partir del momento en que se reintegre normalmente a sus estudios. **Esta solicitud debe presentarla ante el profesor que imparte el curso**, adjuntando la documentación y las razones por las cuales no pudo efectuar la prueba, con el fin de que el profesor determine, en los tres días hábiles posteriores a la presentación de la solicitud, si procede una reposición. Si ésta procede, el profesor deberá fijar la fecha de reposición, la cual no podrá establecerse en un plazo menor de cinco días hábiles contados a partir del momento en que el estudiante se reintegre normalmente a sus estudios. Son justificaciones: la muerte de un pariente hasta de segundo grado, la enfermedad del estudiante u otra situación de fuerza mayor o caso fortuito. En caso de rechazo, esta decisión podrá ser apelada ante la dirección de la unidad académica en los cinco días hábiles posteriores a la notificación del rechazo, según lo establecido en este Reglamento.

Para solicitar la realización del examen de reposición debe llenar la [boleta de solicitud de examen de reposición](#), acompañada con el documento oficial que justifique debidamente la razón de su ausencia al examen respectivo.

Las fechas de las pruebas de reposición, suficiencia y ampliación son las siguientes:

Actividad	Fecha
Reposición 1 Parcial	M 03/05/2023 9:00 a.m.
Reposición 2 Parcial	M 07/06/2023 9:00 a.m.
Reposición 3 Parcial	M 05/07/2023 1:00 p.m.
Suficiencia	M 17/05/2023 9:00 a.m.
Ampliación	M 12/07/2023 9:00 a.m.

La nota final del curso se determinará según se especifica en los artículos 25 y 28 del [Reglamento de Régimen Académico Estudiantil de la Universidad de Costa Rica](#). Dicha nota se notifica a la Oficina de Registro e

Información en la escala de cero a diez, en enteros y fracciones de media unidad. La calificación final de siete (7.0) es la mínima para aprobar un curso. En el caso de obtener un 6.0 o 6.5, el estudiante tiene derecho a realizar un exámen de ampliación. El estudiante que obtenga en la prueba de ampliación una nota de 7.0 o superior, tendrá una nota final de 7.0. En caso contrario, mantendrá 6.0 o 6.5, según corresponda.

**Examen de ampliación:** consistirá de una prueba comprensiva, donde se evaluarán todos los temas evaluados en las pruebas parciales y las tareas. Este prueba se llevará a cabo de forma **presencial**.

## 7. Régimen disciplinario

En caso de detectarse fraude o plagio en las evaluaciones, se aplicará el [Reglamento de Orden y Disciplina de los Estudiantes de la Universidad de Costa Rica](#). Esta normativa establece como faltas muy graves:

**Artículo 4c.** Hacerse suplantar o suplantar a otro en la realización de actividades que por su naturaleza debe ser realizada por el estudiante, ya sea prueba, examen, control de conocimientos o cualquier otra operación susceptible de ser evaluada.

**Artículo 4k.** Presentar como propia una obra intelectual elaborada por otra u otras personas, para cumplir con los requisitos de cursos, trabajos finales de graduación o actividades académicas similares.

Asimismo, es una falta grave:

**Artículo 5c.** Copiar de otro estudiante tareas, informes de laboratorio, trabajos de investigación o de cualquier otro tipo de actividad académica.

Dichas faltas se sancionan con una suspensión de la condición de estudiante, por un tiempo definido según el tipo de falta.

## 8. Objetivos de evaluación

1. **Sistemas de ecuaciones lineales y matrices** Al concluir esta sección la persona estudiante estará en capacidad de:

- Identificar la matriz de coeficientes de un sistema de ecuaciones lineales.
- Escribir un sistema de ecuaciones lineales en forma matricial (matriz aumentada).
- Obtener el conjunto solución de un sistema de ecuaciones lineales, aplicando reducción por filas a la matriz ampliada del sistema
- Expresar, adecuadamente, el conjunto solución de un sistema de ecuaciones lineales.
- Calcular la forma escalonada reducida de una matriz.
- Determinar el rango fila de una matriz.
- Estudiar sistemas de ecuaciones lineales, homogéneos o no, con coeficientes alfa numéricos, determinando condiciones algebraicas sobre los coeficientes para que el sistema sea inconsistente, o tenga solución única, o tenga infinitas soluciones y en este último caso determinar el número de parámetros libres de los cuales depende el conjunto solución del sistema.

2. **Álgebra matricial y resolución de sistemas de ecuaciones lineales.** Al concluir esta sección la persona estudiante estará en capacidad de:

- Reconocer una matriz, establecer su dimensión, identificar sus filas y sus columnas, referirse a sus elementos de acuerdo al puesto que ocupan en la matriz.
- Identificar cuando dos matrices son iguales.
- Clasificar una matriz como cuadrada, triangular inferior, triangular superior, o diagonal.
- Calcular la matriz transpuesta de una matriz, e identificar si una matriz dada es simétrica o antisimétrica.
- Determinar cuándo es posible sumar dos matrices.
- Sumar matrices, multiplicar matrices por números reales, identificar la matriz nula como elemento neutro de la suma de matrices.
- Determinar en cuales casos es posible multiplicar dos matrices.
- Multiplicar matrices y conocer la no conmutatividad del producto de matrices.
- Identificar a la matriz identidad como elemento neutro para la multiplicación de matrices.
- Conocer y aplicar las propiedades de la multiplicación de matrices: asociatividad, distributividad respecto de la suma de matrices, producto de un escalar por el producto de dos matrices.
- Conocer y aplicar las propiedades de la trasposición de matrices en relación con la suma y el producto de matrices y la multiplicación por escalar.
- Conocer el concepto de inverso multiplicativo de una matriz y su unicidad, cuando exista la matriz inversa.
- Determinar en qué casos una matriz cuadrada tiene inversa.
- Calcular la inversa de una matriz, cuando esta exista.
- Calcular el determinante de una matriz.
- Calcular el determinante de una matriz triangular.
- Conocer las propiedades del determinante de una matriz respecto a las operaciones elementales sobre sus filas o sus columnas.



- Conocer y aplicar las propiedades del determinante respecto a la multiplicación y la trasposición de matrices.
  - Calcular el determinante de la matriz inversa de una matriz dada.
  - Determinar, calculando el determinante, si una matriz cuadrada dada es invertible o no.
  - Conocer y aplicar la regla de Cramer para resolver sistemas de ecuaciones lineales, con igual número de ecuaciones que de variables y matriz de coeficientes invertible.
3. **Geometría vectorial.** Al concluir esta sección el estudiante estará en capacidad de:
- Interpretar flechas entre puntos de  $\mathbb{R}^n$  como vectores.
  - Interpretar geoméricamente la suma de dos vectores y el producto de un escalar por un vector.
  - Calcular el producto punto de dos vectores y la norma de un vector.
  - Determinar el coseno del ángulo formado por dos vectores.
  - Determinar la proyección ortogonal de un vector sobre otro.
  - Calcular el producto vectorial de dos vectores en  $\mathbb{R}^3$  y conocer sus propiedades algebraicas y geométricas.
  - Aplicar los conceptos de la geometría vectorial para resolver problemas geométricos.
4. **Rectas y planos.** Al concluir esta sección el estudiante estar en capacidad de:
- Determinar una ecuación vectorial para una línea recta en  $\mathbb{R}^3$ .
  - Determinar ecuaciones paramétricas para una línea recta en  $\mathbb{R}^3$ .
  - Determinar ecuaciones simétricas para una línea recta en  $\mathbb{R}^3$ .
  - Determinar una ecuación vectorial para un plano en  $\mathbb{R}^3$ .
  - Determinar una ecuación normal para un plano en  $\mathbb{R}^3$ .
  - Determinar intersecciones entre dos líneas rectas, entre una línea recta y un plano y entre dos planos.
  - Determinar la distancia entre dos puntos de  $\mathbb{R}^n$ .
  - Determinar la distancia entre un punto y una línea recta, entre dos líneas rectas, entre una línea recta y un plano y entre dos planos.
  - Resolver problemas geométricos relacionados con líneas rectas y planos.
5. **Espacios vectoriales.** Al concluir esta sección la persona estudiante estará en capacidad de:
- Conocer la estructura algebraica de espacio vectorial.
  - Reconocer a  $\mathbb{R}^n$ , al conjunto de matrices de dimensión  $m \times n$ , al conjunto de polinomios de grado menor o igual que  $n$  y a otras estructuras conocidas por las personas estudiantes, como espacios vectoriales.
  - Reconocer subespacios formados por las combinaciones lineales de un conjunto finito de vectores de un espacio vectorial.
  - Hallar una base para un subespacio vectorial dado.
  - Conocer el concepto de espacio generado por un conjunto de vectores dados.
  - Conocer el concepto de base y dimensión de un espacio vectorial.
  - Completar un conjunto linealmente independiente a una base de un espacio vectorial dado.
  - Determinar las coordenadas de un elemento de un espacio vectorial, con respecto a una base fija dada.
  - Determinar condiciones para que un conjunto de vectores, que dependen de uno o más parámetros, sea linealmente independiente.

6. **Ortogonalidad y proyecciones.** Al concluir esta sección el estudiante estará en capacidad de:

- Reconocer cuando un subconjunto de  $\mathbb{R}^n$  es ortogonal.
- Reconocer cuando un subconjunto de  $\mathbb{R}^n$  es ortonormal.
- Determinar el complemento ortogonal de un subespacio de  $\mathbb{R}^n$  dado.
- Obtener la proyección ortogonal de un vector de  $\mathbb{R}^n$  sobre un subespacio vectorial de  $\mathbb{R}^n$  dado.
- Obtener una base ortogonal a partir de una base dada de un subespacio. (Proceso de ortogonalización de Gram-Schmidt.)

7. **Transformaciones lineales.** Al concluir esta sección el estudiante estará en capacidad de:

- Conocer el concepto de transformación lineal y sus propiedades básicas.
- Reconocer los subespacios vectoriales núcleo e imagen de una transformación lineal.
- Obtener bases para el núcleo y la imagen de una transformación lineal.
- Determinar completamente una transformación lineal, a partir de las imágenes de los elementos de una base de su dominio.
- Determinar si una transformación lineal es inyectiva.
- Determinar si una transformación lineal es sobreyectiva.
- Conocer y aplicar la relación entre las dimensiones del dominio, el núcleo y la imagen de una transformación lineal.
- Conocer que la suma de transformaciones lineales, la multiplicación por escalar de una transformación lineal y la composición de transformaciones lineales es una transformación lineal.
- Reconocer que toda matriz de dimensión  $m \times n$  determina una transformación lineal de  $\mathbb{R}^n$  en  $\mathbb{R}^m$ .
- Reconocer que toda transformación lineal de  $\mathbb{R}^n$  en  $\mathbb{R}^m$  corresponde a multiplicación por alguna matriz de dimensión  $m \times n$ .
- Obtener la matriz de dimensión  $m \times n$  que determina a una transformación lineal dada de  $\mathbb{R}^n$  en  $\mathbb{R}^m$ .
- Obtener una representación matricial para una transformación lineal dada de  $\mathbb{R}^n$  en  $\mathbb{R}^m$  con respecto a bases dadas para el dominio y el producto de matrices.
- Reconocer una representación matricial de la transformación identidad, como una matriz de cambio de base.
- Conocer la relación entre transformaciones lineales invertibles y matrices invertibles y aplicarlo a obtener inversas de aplicaciones lineales inyectivas.

8. **Valores y vectores propios: Diagonalización.** Al concluir esta sección el estudiante estará en capacidad de:

- Conocer los conceptos de valor y vector propio de una matriz cuadrada.
- Calcular el polinomio característico de una matriz cuadrada.
- Identificar los valores propios de una matriz cuadrada con las raíces de su polinomio característico.
- Conocer el concepto de espacio propio correspondiente a un valor propio.
- Determinar los espacios propios correspondientes a los distintos valores propios de una matriz cuadrada, obteniendo una base para cada uno de tales espacios propios.
- Identificar la multiplicidad algebraica y geométrica de un valor propio.
- Determinar si una matriz dada  $A$  es diagonalizable y en caso que lo sea obtener una matriz invertible  $P$  tal que  $P^{-1}AP$  sea diagonal.

- Determinar si una matriz dada  $A$  es ortogonalmente diagonalizable y en caso que lo sea obtener una matriz ortogonal  $P$  tal que  $P^{-1}AP$  sea diagonal.
- Conocer que una matriz real es ortogonalmente diagonalizable si y solo si es simétrica.

9. **Curvas cuadráticas.** Al concluir esta sección el estudiante estará en capacidad de:

- Conocer el concepto de forma cuadrática.
- Expresar una forma cuadrática en forma matricial. (Representada por una matriz simétrica)
- Eliminar los términos mixtos de una forma cuadrática, mediante la diagonalización ortogonal de la matriz asociada y un cambio de variables apropiado.
- Aplicar la diagonalización ortogonal de las formas cuadráticas a la representación, en forma canónica, de las secciones cónicas.
- Dada una ecuación cuadrática en dos variables, identificar la sección cónica correspondiente, llevarla a una representación canónica e indicar el valor del ángulo de rotación de los ejes originales (si hay rotación).

## 9. Cronograma

Este cronograma es una guía de la distribución semanal de los contenidos del curso, cada docente está en libertad de exponer los conceptos y realizar la práctica que considere necesaria según su estilo de docencia.

Semana	Temas	Tarea
13/03 - 17/03	Carta al estudiantado. Sistemas ecuaciones lineales	–
20/03 - 24/03	Reducción Gaussiana, forma escalón reducida, rango	1
27/03 - 31/03	Álgebra matricial, método Gauss-Jordan	–
03/04 - 07/04	Semana Santa	
Lunes 10/04	Feriado: Juan Santamaría	
11/04 - 14/04	Determinantes, regla de Cramer	2
17/04 - 21/04	Vectores. Producto escalar. Norma. Ángulos	–
Sábado 22/04 9am	<b>Primer Examen Parcial</b>	
24/04 - 28/04	Producto cruz. Áreas y volúmenes. Proyecciones	SU
Lunes 01/05	Feriado: Persona trabajadora	–
02/05 - 05/05	Rectas, planos	3
08/05 - 12/05	Distancias	–
15/05 - 19/05	Espacios vectoriales, bases, dimensión, coordenadas	4
22/05 - 26/05	Ortogonalidad	–
Sábado 27/05 9am	<b>Segundo Examen Parcial</b>	
29/05 - 02/06	Transformaciones Lineales	–
05/06 - 09/06	Representación matricial de TL, cambios de base	5
12/06 - 16/06	Diagonalización	–
19/06 - 23/06	Curvas cuadráticas	6
26/06 - 30/06	Repaso	–
Sábado 01/07 1pm	<b>Tercer Examen Parcial</b>	
05/07		7
Miércoles 12/07 9am	<b>Ampliación</b>	

## 10. Referencias bibliográficas

La bibliografía incluida en este programa constituye una guía para el profesor y el estudiante en cuanto al nivel de presentación de los temas que forman el programa. El profesor puede ampliarla con otros libros de referencia de su preferencia.

Como referencia, se sugiere el libro

(h) Grossman, S-Flores, José. (2019). Álgebra lineal. Mc Graw Hill. México. 8<sup>va</sup> edición.

el cual se puede acceder a través de la página del SIBDI. Otras referencias que invitamos a consultar son:

1. Anton, H. (2004) Introducción al Álgebra Lineal. Quinta edición. Limusa. México.
2. Arce, C.; Castillo, W.; y González, J. (2004) Álgebra lineal. Tercera edición. UCR. San Pedro.
3. Del Valle, Juan C. (2012) Álgebra lineal para estudiantes de ingeniería y ciencias. Mc Graw Hill. México.
4. Guillén, H., Ramirez, J., Segura, E. y Sequerira, F. (2022) Álgebra Lineal: un enfoque práctico y consiso. Editorial Universidad Nacional
5. Hill, R. (1996) Álgebra Lineal Elemental con Aplicaciones. Tercera edición. Prentice Hall. México.
6. Howard, A. (1992) Introducción al Álgebra lineal. Tercera edición. Limusa. México.
7. Grossman, S. (1996) Álgebra lineal con aplicaciones. Quinta edición. Mc Graw Hill. México.
8. Grossman, S-Flores, José. (2019). Álgebra lineal. Mc Graw Hill. México. 8<sup>va</sup> edición.
9. Lay, D. (2012) Álgebra Lineal y sus aplicaciones. Cuarta edición. Pearson. México.
10. Noble, D. (1989) Álgebra Lineal Elemental y sus Aplicaciones. Tercera edición. Prentice Hall. México.
11. Pita, Claudio. (1991) Álgebra lineal con aplicaciones. Cuarta edición. Mc Graw Hill. España.
12. Sánchez, Jesús. (2020) Álgebra lineal fundamental: teoría y ejercicios. Editorial UCR.
13. Sánchez, Jesús. (2020) MA1004 álgebra lineal: Exámenes resueltos. En revisión.

## 11. Anexos

### Horas de consulta de los y las profesoras de MA 1004

Grupo	Modalidad	Horario	donde	Correo	Profesor(a)
1	presencial	L: 10-12md	FM-423	<a href="mailto:mark.villarino@ucr.ac.cr">mark.villarino@ucr.ac.cr</a>	Mark B. Villarino
2	Presencial	L:9:00 -12:00	FM436	<a href="mailto:pdiaz@ucr.ac.cr">pdiaz@ucr.ac.cr</a>	Pedro Diaz
	Virtual ZOOM	K:9:00 -12:00			
	Presencial	J:10:00 -12:00			
3	Presencial	L: 14:00 -- 17:00	Por determinar	<a href="mailto:wiliam.ugalde@ucr.ac.cr">wiliam.ugalde@ucr.ac.cr</a>	William J. Ugalde
	Presencial	J: 14:00 -- 16:00	Por determinar		
4	Presencial	L: 08:30-10:00	411-8 FM	<a href="mailto:jesus.sanchez_g@ucr.ac.cr">jesus.sanchez_g@ucr.ac.cr</a>	Jesús Sánchez-Guevara
	Presencial	J: 08:00-09:00	411-8 FM		
5	Presencial	L:9:00 -12:00	FM436	<a href="mailto:pdiaz@ucr.ac.cr">pdiaz@ucr.ac.cr</a>	Pedro Diaz
	Virtual ZOOM	K:9:00 -12:00			
	Presencial	J:10:00 -12:00			
6	presencial	L:9-12md	FM-423	<a href="mailto:mark.villarino@ucr.ac.cr">mark.villarino@ucr.ac.cr</a>	Mark B. Villarino
7	Presencial	J:9:00-11:30	FM-414	<a href="mailto:nestor.fallas@ucr.ac.cr">nestor.fallas@ucr.ac.cr</a>	Néstor E. Fallas
	Presencial	V:7:00-9:30	FM-414		
8	Presencial	L: 14:00 -- 17:00	Por determinar	<a href="mailto:wiliam.ugalde@ucr.ac.cr">wiliam.ugalde@ucr.ac.cr</a>	William J. Ugalde
	Presencial	J: 14:00 -- 16:00	Por determinar		
9	Presencial	L: 16:00 -- 17:00	FM-425	<a href="mailto:jorge.guier@ucr.ac.cr">jorge.guier@ucr.ac.cr</a>	Jorge I. Guier
	Presencial	J: 15:00 -- 18:00	FM-425		
	Presencial	V: 15:00 -- 16:00	FM-425		
10	Alto Virtual	L: 18:30 a 19:00	ZOOM	<a href="mailto:alejandra.guerrero@ucr.ac.cr">alejandra.guerrero@ucr.ac.cr</a>	Alejandra Guerrero
	Alto Virtual	J: 17:00 a 19:00			
11	Alto virtual	K: 17:00 a 19:00	ID: 355 267 4765	<a href="mailto:olman.trejos@ucr.ac.cr">olman.trejos@ucr.ac.cr</a>	Olman Trejos
	Presencial	V: 10:00 a 11:00	ECCI-256		
	Presencial	V:15:00 a 16:00	ECCI-256		
	Alto virtual	V: 18:00 a 19:00	Clave: 346853		
12	Presencial	K: 8:30 a 11:00	por definir	<a href="mailto:gabriel.collado@ucr.ac.cr">gabriel.collado@ucr.ac.cr</a>	Gabriel Collado
	Alto virtual	M: 13:00 a 15:30	ZOOM		
	Asincrónico		Telegram		
13	Presencial	K: 8:30 a 11:00	por definir	<a href="mailto:gabriel.collado@ucr.ac.cr">gabriel.collado@ucr.ac.cr</a>	Gabriel Collado
	Alto virtual	M: 13:00 a 15:30	ZOOM		
	Asincrónico		Telegram		
14	Presencial	L:9:30-12:00	Oficina 320 edificio anexo EMat (CIMPA)	<a href="mailto:aljan.lacy@ucr.ac.cr">aljan.lacy@ucr.ac.cr</a>	Alan Lacy
15	GRUPO CERRADO				
16	Alto virtual	M: 8:30 a 12:00	ID: 879 9970 9059	<a href="mailto:carlos.chan@ucr.ac.cr">carlos.chan@ucr.ac.cr</a>	Carlos Chan
17	Presencial	K:11am-12pm	Oficina 424FM	<a href="mailto:guillermo.ramirez_m@ucr.ac.cr">guillermo.ramirez_m@ucr.ac.cr</a>	Guillermo Ramírez
		M: 10am-12pm			
18	Presencial	L: 16:00 -- 17:00	FM-425	<a href="mailto:jorge.guier@ucr.ac.cr">jorge.guier@ucr.ac.cr</a>	Jorge I. Guier.
	Presencial	J: 15:00 -- 18:00	FM-425		
	Presencial	V: 15:00 -- 16:00	FM-425		
Alajuela G1	Presencial	L: 10-11	Sala Prof. C-24	<a href="mailto:daniel.gonzalez_n@ucr.ac.cr">daniel.gonzalez_n@ucr.ac.cr</a>	Daniel González Núñez
	Presencial	K: 10-12	Sala Prof. C-24		
Alajuela G2	Presencial	K: 10-12	Sala Prof. C-24	<a href="mailto:daniel.gonzalez_n@ucr.ac.cr">daniel.gonzalez_n@ucr.ac.cr</a>	
	Presencial	J: 10-12	Sala Prof. C-24		
Sede Occidente	Presencial	J: 10:00-12:00	Oficina #4, Sección de Matemática	<a href="mailto:mariafernanda.vergas@ucr.ac.cr">mariafernanda.vergas@ucr.ac.cr</a>	María Fernanda Vergas González
		V: 9:00-11:00			



Es un acto u omisión que afecta las oportunidades de una persona o sus derechos humanos.

#### SON MANIFESTACIONES DE DISCRIMINACIÓN:

- Ataques físicos
- Burlas, bromas ofensivas
- Uso de vocabulario discriminatorio
- Trato diferencial o despectivo
- Exclusión o segregación
- Desinterés o maltrato
- Negación a brindar servicios

#### DENUNCIA

La denuncia puede presentarse personalmente o mediante correo electrónico ante la Comisión Institucional Contra la Discriminación (CICDI).

Ninguna de las personas denunciantes o testigos sufrirán perjuicios.

Si usted ha vivido una situación de discriminación puede acercarse a la CICDI para buscar apoyo.



[comision.contradiscriminacion@ucr.ac.cr](mailto:comision.contradiscriminacion@ucr.ac.cr)





Toda conducta de naturaleza sexual indeseada por quien la recibe, que provoque efectos perjudiciales en el estado general o bienestar personal.

#### SON MANIFESTACIONES DE HOSTIGAMIENTO SEXUAL:

- Invitaciones a citas, almuerzos, cine u otros
- Propuestas o conductas de naturaleza sexual
- Humillaciones u ofensas con palabras, gestos o imágenes
- Acercamientos o formas de contacto físico no deseados
- Intentos de comunicación ajenos a la relación profesional o académica

#### DENUNCIA

Las denuncias se realizan en forma verbal o escrita, ante la Comisión Institucional Contra el Hostigamiento Sexual (CICHS).

#### CONTACTOS

Comisión Institucional contra el Hostigamiento Sexual: 2511-4898  
comision.contrahostigamiento@ucr.ac.cr  
Defensoría contra el Hostigamiento Sexual: 2511-1909  
defensoriahs@ucr.ac.cr

