



Carta al estudiante



Información general

Nombre del curso:	Álgebra lineal
Sigla:	MA 1004
Naturaleza del curso:	Teórico- práctico
No de horas presenciales:	5
No de horas estudio independiente:	10
Horas totales:	15
Modalidad:	Semestral
Créditos:	3
Requisito:	Ingreso a carrera
Correquisito:	Ninguno

Estimado(a) estudiante:

Por parte de la cátedra del curso MA 1004 Álgebra lineal, reciba una cordial bienvenida y esperamos que éste contribuya significativamente en su formación profesional. En este documento encontrará la información referente a la descripción, objetivos, contenido, evaluación, cronograma y bibliografía del curso.

ASPECTOS GENERALES DEL CURSO:

I Introducción:

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 cómputo, matemáticas, física, biología, procesamiento de imágenes, economía y estadística, ingeniería de sistemas, etc, lo que esperamos se convierta en un estímulo para el trabajo que deberán realizar en el curso. El curso inicia con la teoría de matrices de componentes reales y su relación con el estudio de los sistemas de ecuaciones lineales. Posteriormente se utilizarán herramientas algebraicas en la resolución de problemas de tipo geométrico. La segunda parte del curso se dedica al estudio de los espacios vectoriales y las transformaciones lineales en dimensión finita. Finalmente se hace una aplicación al estudio de las formas cuadráticas. A cada concepto principal tratado se le dará una interpretación geométrica, lo cual ayudará a visualizar mejor las ideas.

Se pretende que el estudiante aprenda diferentes métodos de cálculo para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, ecuaciones en términos matriciales y problemas geométricos. Además, se busca que el estudiante conozca los conceptos y resultados teóricos básicos necesarios para la resolución de ejercicios prácticos. En este curso se requiere que el 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 el estudiante

dedique una buena cantidad de tiempo a comprender los diferentes conceptos y los resultados teóricos estudiados en la clase. Como apoyo a esta tarea, *todos los profesores de la cátedra contamos con horas de oficina destinadas a atender las consultas de los estudiantes del curso*. Las horas de consulta de cada profesor serán publicadas oportunamente en la pizarra de anuncios del curso, la cual se encuentra ubicada en el pasillo del segundo piso del edificio de Física y Matemáticas. En esta misma pizarra se publicarán todos los avisos importantes del curso, por lo que le recomendamos pasar a revisarla de manera frecuente.

Otro apoyo adicional, en conjunto con la Vicerrectoría de Vida Estudiantil, son los llamados *Estudiaderos*. Estos 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 en el aula 102 FM y se extenderá durante todo el semestre. Para mayor información al respecto puede consultar la Oficina de Vida Estudiantil, ubicada en el segundo piso de la Escuela de Matemáticas.

II Objetivos generales del curso:

- Contribuir a la formación matemática del estudiante, esencial para describir, entender y resolver problemas propios de su disciplina.
- Contribuir al desarrollo del estudiante, de su habilidad para interpretar y deducir analíticamente resultados del álgebra lineal y aplicar éstos a su disciplina de estudio.
- Fomentar el uso correcto del lenguaje de la matemática y desarrollar la habilidad para expresar ideas de manera rigurosa y coherente.
- Que el estudiante adquiera el dominio de los temas básicos del álgebra lineal.

III Objetivos específicos:

- Aplicar algoritmos convenientes para resolver sistemas de ecuaciones lineales.
- Expresar, en forma adecuada, el conjunto solución de un sistema de ecuaciones lineales.
- Conocer el álgebra de matrices y aplicarla adecuadamente a la solución y análisis de los sistemas de ecuaciones lineales.
- Determinar, si existe, la inversa de una matriz cuadrada.
- Conocer y aplicar las propiedades básicas del cálculo de determinantes.
- Aplicar el cálculo de determinantes a la solución de sistemas de ecuaciones lineales, identificando los casos en los cuales es factible.
- Conocer y aplicar la geometría vectorial a diferentes tipos de problemas.
- Identificar el conjunto \mathbb{R}^n como un espacio vectorial con producto interno.
- Conocer la geometría de los espacios \mathbb{R}^n y poder generalizar los conceptos de línea recta y plano.
- Conocer y aplicar las propiedades básicas del producto vectorial en \mathbb{R}^3 .
- Conocer la estructura de espacio vectorial.
- Determinar si un conjunto de vectores constituye una base para un espacio vectorial.
- Obtener una base ortogonal a partir de una base dada de un espacio vectorial.
- Determinar el complemento ortogonal de un subespacio de \mathbb{R}^n .
- Identificar los espacios vectoriales de dimensión finita con los espacios \mathbb{R}^n .
- Determinar si una función dada, de \mathbb{R}^m en \mathbb{R}^n es una aplicación lineal.
- Representar una aplicación lineal mediante una matriz.
- Conocer las propiedades básicas de las aplicaciones lineales y su relación con el álgebra de matrices.
- Determinar bases para el núcleo y la imagen de una aplicación lineal.

- Representar una aplicación lineal mediante una matriz, asociada a cualquier par de bases dadas de su dominio y de su codominio respectivamente.
- Determinar matrices de cambio de bases y relacionarlas con la representación matricial de una aplicación lineal.
- Obtener los valores propios de una matriz y los espacios propios asociados a cada valor propio.
- Determinar si una matriz u operador lineal, es diagonalizable o no.
- Aplicar los conceptos sobre ortogonalización al estudio de las ecuaciones cuadráticas en dos y tres variables con sus representaciones gráficas.

IV Programa:

1.- Matrices y sistemas de ecuaciones lineales:

Concepto general de una matriz. Matrices especiales. Álgebra de matrices. Propiedades básicas del álgebra de matrices. Sistemas de n ecuaciones lineales en m variables. 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. Matrices equivalentes. Sistemas de ecuaciones lineales equivalentes y su relación con las operaciones elementales sobre las filas de una matriz. Forma escalonada y forma escalonada reducida. Rango de una matriz. Método de reducción de Gauss-Jordan. Solución de un sistema de ecuaciones lineales que depende de uno o más parámetros. Sistemas de ecuaciones lineales no homogéneos y homogéneos.

2.- Matrices invertibles:

Inversa de una matriz y matrices invertibles. Método de Gauss-Jordan para hallar la inversa de una matriz. Matrices invertibles y sistemas lineales. Matriz transpuesta y sus propiedades. Matriz simétrica

3- Determinantes:

Definición del determinante de una matriz cuadrada y sus propiedades elementales. Cálculo del determinante de una matriz triangular. Determinante de una matriz invertible. Determinante de la transpuesta de una matriz. Cálculo de determinantes aplicando operaciones elementales sobre las filas y/o columnas de matriz. Regla de Cramer. Relación entre el rango de una matriz y su determinante. Matriz adjunta. Cálculo de la inversa usando la adjunta.

4- Geometría vectorial:

Representación geométrica de un vector. Suma y resta de vectores, su 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.

Parcial I

5.- Rectas y planos:

Descripción de una línea recta en \mathbb{R}^n . Ecuaciones vectorial, paramétricas y simétricas de una línea 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 rectas, entre un punto y un plano, y entre dos planos.

6- Espacios vectoriales:

Definición y propiedades básicas de los espacios vectoriales. Subespacio vectorial. Combinación lineal de un conjunto de vectores de un espacio vectorial. Combinación lineal de un conjunto de vectores de \mathbb{R}^n . Dependencia e independencia lineal de un conjunto de vectores de \mathbb{R}^n .

Dependencia e independencia lineal de un conjunto de funciones reales. Conjunto generador de un espacio vectorial. Bases y dimensión de un espacio vectorial. Coordenadas de un vector con respecto a una base. Matriz de cambio de base. Espacio fila y espacio columna de una matriz. Intersección y suma de subespacios vectoriales.

7.- Ortogonalidad y proyecciones:

Conjuntos de vectores ortogonales. Bases ortonormales. Complemento ortogonal de un subespacio. Proyección ortogonal sobre un subespacio. Método de ortonormalización de Gram-Schmidt para la construcción de bases ortonormales. Distancia de un punto a un subespacio vectorial.

Parcial II

8- Transformaciones lineales:

Concepto de transformación lineal. Determinación de una transformación lineal conocida su acción sobre una base. Núcleo e imagen de una transformación lineal. Inyectividad y sobreyectividad de una transformación lineal. Relación entre las dimensiones del dominio, el núcleo y la imagen de una transformación lineal. Matriz asociada a una transformación lineal. Transformación lineal asociada a una matriz. Composición de transformaciones lineales y producto de matrices. Matriz de cambio de base. Rotaciones y reflexiones. Transformaciones lineales invertibles.

9- Valores y vectores propios:

Concepto de valor y vector propio. Subespacio asociado a un valor propio. Polinomio característico de una matriz. Diagonalización de matrices. Matrices ortogonalmente diagonalizables. Valor y vector propio de un operador lineal. Diagonalización de operadores lineales. Operadores lineales ortogonalmente diagonalizables.

10- Curvas y superficies cuadráticas:

Formas cuadráticas. Diagonalización de formas cuadráticas. Curvas y superficies cuadráticas. Ecuaciones canónicas de las curvas y superficies cuadráticas. Rotación y traslación de las secciones cónicas. Ejes principales y ángulo de rotación.

Parcial III

V. CRONOGRAMA:

Este cronograma es una guía de la distribución por semana de los contenidos del curso, cada profesor está en libertad de exponer los conceptos y realizar la práctica que considere necesaria según su estilo y en el orden que desee, siempre que no altere los contenidos que debe cubrir cada examen parcial.

1	12 al 17 de agosto	Concepto general de una matriz. Algunos tipos de matrices. Álgebra de matrices. Propiedades básicas del álgebra de matrices. Matriz simétrica. Matriz antisimétrica. Operaciones elementales sobre las filas de una matriz. Matrices equivalentes. Sistemas de n ecuaciones lineales en m variables. Solución y conjunto solución de un sistema de ecuaciones lineales. Matriz de coeficientes y matriz aumentada de un sistema de ecuaciones lineales. Sistemas de ecuaciones lineales equivalentes y su relación con las operaciones elementales sobre las filas de una matriz.
2	19 al 24 de agosto	Forma escalonada y forma escalonada reducida. Rango de una matriz. Método de reducción de Gauss-Jordan. Solución de un sistema de ecuaciones lineales que depende de uno o más parámetros. Sistemas de ecuaciones lineales no homogéneos y homogéneos.
3	26 al 31 de agosto	Inversa de una matriz y matrices invertibles. Matriz transpuesta y sus propiedades.

4	2 al 7 de setiembre	Definición del determinante de una matriz cuadrada y sus propiedades elementales. Cálculo del determinante de una matriz triangular. Determinante de una matriz invertible. Determinante de la transpuesta de una matriz. Cálculo de determinantes aplicando operaciones elementales sobre las filas y/o columnas de matriz. Matriz adjunta y cálculo de la inversa.
5	9 al 14 de setiembre	Regla de Cramer. Relación entre el rango de una matriz y su determinante. Representación geométrica de un vector. Suma y resta de vectores, su representación geométrica y propiedades. Producto escalar de vectores y sus propiedades
6	16 al 21 de setiembre	Norma de un vector. Ángulo entre dos vectores. Producto cruz en \mathbb{R}^3 y sus propiedades. Proyecciones ortogonales. Descripción de una línea recta en \mathbb{R}^n . Ecuaciones vectorial, paramétricas y simétricas de una línea recta en \mathbb{R}^3 . Planos en \mathbb{R}^3 . Ecuación vectorial y normal de un plano en \mathbb{R}^3 .
Hasta aquí los contenidos a evaluar en el I Examen Parcial.		
7	23 al 28 de setiembre	Distancia entre dos puntos. Distancia entre un punto y una recta. Distancia entre dos rectas, entre un punto y un plano, y entre dos planos.
8	30 de setiembre al 5 de octubre	Definición y propiedades básicas de los espacios vectoriales. Subespacio vectorial. Combinación lineal de un conjunto de vectores de un espacio vectorial. Combinación lineal de un conjunto de vectores de \mathbb{R}^n . Dependencia e independencia lineal de un conjunto de vectores de \mathbb{R}^n . Conjunto generador de un espacio vectorial. Dependencia e independencia lineal de un conjunto de funciones reales de variable real.
9	7 al 12 de octubre	Bases y dimensión de un espacio vectorial. Coordenadas de un vector con respecto a una base. Espacio fila y espacio columna de una matriz.
10	14 al 19 de octubre	Conjuntos de vectores ortogonales. Bases ortonormales. Subespacios mutuamente ortogonales. Complemento ortogonal de un subespacio
11	21 al 26 de octubre	Proyección ortogonal sobre un subespacio. Método de ortonormalización de Gram-Schmidt para la construcción de bases ortonormales.
Hasta aquí los contenidos a evaluar en el II Examen Parcial.		
12	28 de octubre al 2 de noviembre	Concepto de transformación lineal. Determinación de una transformación lineal conocida su acción sobre una base. Núcleo e imagen de una transformación lineal. Inyectividad y sobreyectividad de una transformación lineal. Relación entre las dimensiones del dominio, el núcleo y la imagen de una transformación lineal. Matriz asociada a una transformación lineal.
13	4 al 9 de noviembre	Transformación lineal asociada a una matriz. Composición de transformaciones lineales y producto de matrices. Matriz de cambio de base. Rotaciones y reflexiones. Transformaciones lineales invertibles.
14	11 al 16 de noviembre	Concepto de valor y vector propio de una matriz. Subespacio asociado a un valor propio. Polinomio característico de una matriz. Diagonalización de matrices. Matrices ortogonalmente diagonalizables.
15	18 al 23 de noviembre	Valor y vector propio de un operador lineal. Diagonalización de operadores lineales. Operadores lineales ortogonalmente diagonalizables. Formas cuadráticas. Diagonalización de formas cuadráticas.
16	25 al 30 de noviembre	Curvas y superficies cuadráticas. Ecuaciones canónicas de las curvas y superficies cuadráticas. Rotación y traslación de las secciones cónicas. Ejes principales y ángulo de rotación.
Hasta aquí los contenidos a evaluar en el III Examen Parcial.		

VI Evaluación:

Se realizarán tres exámenes parciales con el siguiente peso: el primero 35%, el segundo 30% y el tercero 35% para obtener así la nota de aprovechamiento NA.

Reporte de la nota final

Para efectos de promoción rigen los siguientes criterios, los cuales se refieren a la nota de aprovechamiento NA indicada arriba, expresada en una escala de 0 a 10, redondeada, en enteros y fracciones de media unidad, según el reglamento vigente:

- Si $NA \geq 6.75$ el estudiante gana el curso con calificación NA redondeada a la media más próxima, los casos intermedios como 7.25 se redondean hacia arriba, es decir, 7.5
- Si $5.75 \leq NA < 6.75$, el estudiante tiene derecho a realizar el examen de ampliación, en el cual se debe obtener una nota superior o igual a 7 para aprobar el curso con nota 7, en caso contrario su nota será 6.0 o 6.5, la más cercana a NA.
- Si $NA < 5.75$ pierde el curso.
- La calificación final del curso se notifica a la Oficina de Registro e Información, en la escala de cero a diez, en enteros y fracciones de media unidad.

VII Calendario de exámenes:

Examen	Día	Hora
Parcial I	Sábado 28 de setiembre	8 am
Reposición parcial I	Miércoles 16 de octubre	8 am
Parcial II	Sábado 9 de noviembre	1 pm
Reposición parcial II	Miércoles 13 de noviembre	8 am
Parcial III	Jueves 5 de diciembre	8 am
Reposición parcial III	Lunes 9 de diciembre	1 pm
Ampliación	Viernes 13 de diciembre	8 am
Suficiencia	Miércoles 13 de noviembre	8 am

En el caso que el estudiante tenga que realizar examen de ampliación, debe presentar solamente respecto a los parciales en que obtuvo nota menor a 70. En el caso que tenga que hacer ampliación de todos los parciales, se le elabora un examen especial, para que éste no sea demasiado largo. Los estudiantes que se presentan solamente en un parcial se les dan dos horas para resolverlo (éstos son más cortos que los exámenes ordinarios), en los demás casos tendrán tres horas.

Horas de consulta

En la pizarra de MA 1004, ubicada en el pasillo del segundo piso de Física y Matemática, se publicará información sobre: distribución de aulas para exámenes, horarios, horas de consulta, etc. Los profesores de la cátedra están en la obligación de atender también a estudiantes de otros grupos.

Uso de calculadoras:

Solamente se permitirán calculadoras científicas básicas o de menor potencia, es decir, no está permitido el uso de calculadoras programables.

Disposiciones para la realización de las evaluaciones:

Los exámenes son de cátedra y su resolución es en forma individual. No está permitido que el estudiante utilice su celular, tabletas o cualquier otro medio de comunicación electrónico durante las pruebas. Cualquier intento de copiar en el examen será sancionado de acuerdo con lo que estipula el reglamento correspondiente. El estudiante debe presentarse puntualmente el día del examen en el aula que fue asignada a su grupo y expuesta en la pizarra de MA 1004. **No se permiten los cambios de grupo, todo estudiante debe realizar las evaluaciones en el grupo en que está matriculado.** Además, el estudiante debe traer un cuadernillo de examen y bolígrafo de tinta azul o negra, no se permitirán hojas sueltas. También es indispensable portar algún tipo de identificación (cédula, licencia de conducir o carné universitario con foto, vigentes) **de lo contrario no podrá efectuar la prueba.**

Exámenes de reposición:

Aquellos estudiantes con ausencia justificada a un examen de cátedra tales como enfermedades (con justificación médica), o choques de exámenes (con constancia del Sr. coordinador respectivo), o casos de giras (reportados por escrito) y con el visto bueno del órgano responsable, podrán realizar el examen de reposición, ***siempre que llenen la boleta de justificación*** (se pide en la secretaría de la Escuela de Matemática), adjunten la respectiva constancia y la depositen en el casillero del coordinador de MA 1004 (casillero 05, segundo piso FM), en los cinco días hábiles siguientes después de realizada la prueba.

Calificación de exámenes:

El profesor debe entregar a los alumnos los exámenes calificados y sus resultados, a más tardar 10 días hábiles después de haberlos efectuados, de lo contrario, el estudiante podrá presentar reclamo ante la dirección de la Escuela de Matemática. La pérdida comprobada de un examen por parte del profesor da derecho al estudiante a una nota equivalente al promedio de sus calificaciones, o a criterio del estudiante, a repetir el examen.

El estudiante tendrá derecho a reclamar ante el profesor lo que considere mal evaluado del examen, en los tres días hábiles posteriores a la finalización del plazo señalado en el inciso anterior.

En el caso extremo de no ponerse de acuerdo el profesor y el estudiante en cuanto a la calificación, éste último podrá apelar ante el Director de La Unidad Académica en los tres días hábiles siguientes, aportando una solicitud escrita razonada y las pruebas del caso. El Director de la Unidad Académica, con asesoría de la Comisión de Evaluación y Orientación, emitirá su resolución escrita a más tardar siete días hábiles después de recibida la apelación.

VIII Objetivos de evaluación

1- Sistemas de ecuaciones lineales:

Al concluir esta sección el estudiante estará en capacidad de:

- Determinar si una ecuación dada es lineal o no, respecto de las variables involucradas.
- Identificar la matriz de coeficientes de un sistema de ecuaciones lineales.
- Escribir un sistema de ecuaciones lineales en forma matricial (matriz aumentada).
- Aplicar operaciones elementales a las filas de la matriz aumentada de un sistema de ecuaciones lineales para obtener el conjunto solución del sistema.
- Expresar, adecuadamente, el conjunto solución de un sistema de ecuaciones lineales.
- Calcular la forma escalonada reducida de una matriz.
- Determinar si dos matrices dadas son equivalentes por filas.
- Determinar el rango fila de una matriz.
- Determinar si un sistema de ecuaciones lineales es inconsistente, comparando los rangos de la matriz de coeficientes y de la matriz ampliada del sistema.
- 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- Matrices:

Al concluir esta sección el 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.
- 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 no.
- Determinar cuando 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 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.
- Resolver ecuaciones matriciales, aplicando las propiedades algebraicas de la suma y la multiplicación, de la trasposición y de la inversión de matrices.
- Determinar si un conjunto de vectores en IR^n es linealmente independiente asociando esto a determinar si un sistema de ecuaciones lineales homogéneo tiene solución única y/o hallando el rango de la matriz cuyas columnas (filas) es el conjunto de vectores dado.

3- **Determinantes:**

Al concluir esta sección el estudiante estará en capacidad de:

- Calcular el determinante de una matriz 2×2 .
- Calcular el determinante de una matriz triangular.
- Conocer las propiedades del determinante de una matriz respecto a las operaciones elementales sobre su filas o sus columnas.
- Aplicar operaciones elementales sobre las filas y/o columnas de una matriz para llevarla a forma triangular y calcular su determinante.
- Conocer y aplicar la linealidad por filas (columnas) del determinante de una matriz.
- 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, invertible.
- 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.
- Calcular la inversa de una matriz usando la matriz adjunta.

4- **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.
- Conocer y aplicar la desigualdad de Cauchy-Schwarz.
- 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.
- Aplicar el producto vectorial en \mathbb{R}^3 para calcular áreas de paralelogramos y volúmenes de paralelepípedos.
- Interpretar el valor absoluto del determinante de una matriz 3×3 como el volumen del paralelepípedo formado por sus vectores fila.
- Aplicar los conceptos de la geometría vectorial para resolver problemas geoméricos.

5- 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 .
- Generalizar el concepto de ecuación normal para un plano en \mathbb{R}^3 al concepto de hiperplano en \mathbb{R}^n .
- 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 geoméricos relacionados con líneas rectas y planos.

6- Espacios vectoriales:

Al concluir esta sección el estudiante estará en capacidad de:

- Conocer la estructura algebraica de espacio vectorial sobre \mathbb{R} .
- Determinar si una estructura algebraica dada, sobre un conjunto, lo hace espacio vectorial o no.
- 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 , a conjuntos de funciones de valor real definidos adecuadamente y a otras estructuras conocidas por los estudiantes, como espacios vectoriales sobre \mathbb{R} .
- Conocer las propiedades algebraicas básicas de un espacio vectorial.
- Determinar si un subconjunto de un espacio vectorial es un subespacio vectorial.
- Reconocer subespacios formados por las combinaciones lineales de un conjunto finito de vectores de un espacio vectorial.
- Reconocer una combinación lineal de un conjunto de vectores en \mathbb{R}^n e identificar el producto de una matriz por un vector columna como una combinación lineal de las columnas de dicha matriz.

- Hallar un conjunto generador de vectores para un subespacio vectorial dado.
- Conocer el concepto de base y dimensión de un espacio vectorial.
- Hallar bases para los espacios fila y columna de una matriz.
- Hallar bases para subespacios generados por un conjunto de vectores conocidos.
- Determinar el vector coordenado de un vector de un espacio vectorial, con respecto a una base fija.
- Determinar condiciones para que un conjunto de vectores, que dependen de uno o más parámetros, sea linealmente independiente.

7- **Ortogonalidad y proyecciones:**

Al concluir esta sección el estudiante estará en capacidad de:

- Reconocer un conjunto ortogonal de vectores de un espacio vectorial con producto interno.
- Reconocer un conjunto ortonormal de vectores de un espacio vectorial con producto interno.
- Determinar el complemento ortogonal de un subespacio dado.
- Obtener una base ortonormal a partir de una base dada de un subespacio. (Proceso de ortogonalización de Gram-Schmidt.)
- Obtener la proyección ortogonal de un vector sobre un subespacio vectorial.
- Calcular la distancia de un punto a un subespacio vectorial.

8- **Transformaciones lineales:**

Al concluir esta sección el estudiante estará en capacidad de:

- Conocer el concepto de aplicación lineal y sus propiedades básicas.
- Determinar si una función dada entre dos espacios vectoriales es una aplicación o transformación lineal.
- Reconocer los subespacios vectoriales núcleo e imagen de una aplicación lineal.
- Obtener bases para el núcleo y la imagen de una aplicación lineal.
- Determinar completamente una transformación lineal, a partir de las imágenes de los elementos de una base de su dominio.
- Determinar completamente una transformación lineal a partir de las imágenes de algunos objetos geométricos dados.
- Determinar si una aplicación lineal es inyectiva.
- Determinar si una aplicación lineal es sobreyectiva.
- Conocer y aplicar la relación entre las dimensiones del dominio, el núcleo y la imagen de una aplicación lineal.
- Conocer que la suma de aplicaciones lineales, la multiplicación por escalar de una aplicación lineal y la composición de aplicaciones lineales es una aplicación lineal.
- Conocer que el conjunto de todas las aplicaciones lineales entre dos espacios vectoriales tiene estructura de espacio vectorial, con las operaciones usuales.
- Reconocer que toda matriz de dimensión $m \times n$ determina una aplicación lineal de \mathbb{R}^n en \mathbb{R}^m .
- Obtener una representación matricial para una aplicación lineal dada de \mathbb{R}^n con respecto a las bases canónicas, e identificar la acción de la aplicación lineal como una multiplicación de una matriz por un vector.
- Obtener una representación matricial para una aplicación 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 aplicación identidad, como una matriz de cambio de base.
- Obtener distintas representaciones matriciales de una aplicación lineal, mediante multiplicación por matrices de cambio de base.
- Determinar si una aplicación lineal es invertible y en caso afirmativo obtener la aplicación lineal inversa.
- Conocer la relación entre transformaciones lineales invertibles y matrices invertibles y aplicarlo a obtener inversas de aplicaciones lineales inyectivas. (Biyectivas sobre su Imagen).

9- Valores y vectores propios:

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 C tal que $C^{-1}AC$ 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^tAP sea diagonal.
- Conocer que una matriz real es ortogonalmente diagonalizable si y solo si es simétrica.
- Interpretar y aplicar todo lo desarrollado para matrices cuadradas a los operadores lineales en \mathbb{R}^n .

10- Curvas y superficies 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 y representarla gráficamente, dibujando, en un mismo gráfico, los ejes correspondientes a las variables originales, los ejes correspondientes a la transformación efectuada para llevar la sección cónica a su forma canónica; e indicar el valor del ángulo de rotación de los ejes originales (si hay rotación).
- Dada una ecuación cuadrática en tres variables, identificar la superficie cuadrática correspondiente, llevarla a una ecuación canónica, e indicar el valor de los ángulos de rotación de los ejes originales (si hay rotación) respecto de cada uno de los nuevos ejes.

IX Bibliografía:

Libro de texto

Arce,C, Castillo,W y González, J. (2004) *Álgebra lineal*. Tercera edición. UCR. San Pedro.

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.

1. Anton, H. (1992) *Introducción al Álgebra Lineal*. Tercera edición. Limusa. México.
2. Del Valle, Juan C. (2012) *Álgebra lineal para estudiantes de ingeniería y ciencias*. Mc Graw Hill. México.
3. Harvey, G. (1992) *Álgebra lineal*. Grupo Editorial Iberoamérica. México.
4. Hill, R. (1996) *Álgebra Lineal Elemental con Aplicaciones*. Tercera edición. Prentice Hall. México.
5. Howard, A. (1992) *Introducción al Álgebra lineal*. Tercera edición. Limusa. México.
6. Kolman, B. (1999) *Álgebra lineal con aplicaciones y Matlab*. Segunda edición. Prentice Hall. México.
7. Grossman, S. (1996) *Álgebra lineal con aplicaciones*. Quinta edición. Mc Graw Hill. México.
8. Grossman, S-Flores, José. (2012). *Álgebra lineal*. Mc Graw Hill. México.
9. Lay, D. (2012) *Álgebra Lineal Elemental y sus Aplicaciones*. Cuarta edición. Prentice Hall. México.
10. Maltsev, A. Y. (1976) *Fundamentos de Álgebra Lineal*. Mir. Moscú.
11. Nicholson, W. (1979) *Álgebra lineal con aplicaciones*. Tercera edición. Mc Graw Hill. México.
12. Noble, D. (1989) *Álgebra Lineal Elemental y sus Aplicaciones*. Tercera edición. Prentice Hall. México.
13. Pita, Claudio. (1991) *Álgebra lineal con aplicaciones*. Cuarta edición. Mc Graw Hill. España.

Atentamente:

Prof: Carlos Enrique Azofeifa Zamora.
Oficina 420 FM, extensión 6580
Coordinador
Correo: enrique_a_z@hotmail.com

Distribución de grupos

Grupo	Horario	Aula	Profesor
1	L 07:00-09:50 J 07:00-08:50	240 CE 240 CE	Zamora Jaen Christian
2	L 07:00-09:50 J 07:00-08:50	241 CE 241 CE	Jorge Arce Garro
3	L 07:00-08:50 J 07:00-09:50	114 ED 114 ED	Josephy Moss Michael
4	L 10:00-12:50 J 11:00-12:50	213 ED 213 ED	Carvajal Espinoza Jorge
5	L 11:00-12:50 J 10:00-12:50	207 AG 207 AG	Vargas Mesén Juan Alberto

6	L 13:00-15:50 J 13:00-14:50	231 IN 203 DE	Guier Acosta Jorge
7	L 17:00-18:50 J 18:00-20:50	102 FM 252 LE	Chávez Salas Leonel
8	L 19:00-21:50 J 19:00-20:50	402 FM 402 FM	Manuel Alfaro
9	K 07:00-09:50 V 07:00-08:50	221 CS 223 CS	Trejos Martínez Olman
10	K 07:00-08:50 V 07:00-09:50	241 CE 241 CE	Alvarado Alejandra
11	K 07:00-09:50 V 07:00-08:50	111 ED 214 ED	Azofeifa Zamora Carlos
12	K 11:00-12:50 V 10:00-12:50	143 CE 143 CE	Trejos Martínez Olman
13	K 10:00-12:50 V 11:00-12:50	443 CE 443 CE	Garrido Quesada Adriana
14	K 13:00-15:50 V 13:00-14:50	444 CE 444 CE	Vargas Mesén Juan Alberto
15	K 16:00-17:50 V 16:00-18:50	113 IN 216 FM	Vargas Mathey Gilberto
16	L 16:00-18:50 J 17:00-18:50	212 FM 212 FM	*Azofeifa Cubero Roberto
17	K 19:00-21:50 V 19:00-20:50	102 FM 102 FM	Mora Mora Federico
* GRUPO ESPECIAL CON USO DE COMPUTADORAS			