

# álgebra II

**Armando O. Rojo**

*Profesor Titular del Departamento  
de Matemática, Facultad de Ingeniería,  
Universidad de Buenos Aires*

**9ª edición**



LIBRERÍA "EL ATENEO" EDITORIAL

BUENOS AIRES · LIMA · RIO DE JANEIRO · CARACAS · MADRID · MEXICO · BARCELONA · BOGOTÁ

## CONTENIDO

<b>Capítulo 1. ESTRUCTURA DE ESPACIO VECTORIAL. SUBESPACIO</b>	<b>1</b>
1. 2. Concepto de espacio vectorial	1
1. 3. <u>Propiedades</u> de los espacios vectoriales	6
1. 4. Espacio vectorial de funciones	7
1. 5. Espacio vectorial de n-uplas	10
1. 6. Espacio vectorial de matrices	11
1. 7. Espacio vectorial de sucesiones	13
1. 8. <u>Subespacios</u>	15
1. 9. <u>Operaciones</u> entre subespacios	20
Trabajo Práctico I	27
<b>Capítulo 2. DEPENDENCIA E INDEPENDENCIA LINEAL. BASE Y DIMENSION</b>	<b>30</b>
2. 2. <u>Combinaciones</u> lineales	30
2. 3. <u>Subespacio</u> generado	34
2. 4. <u>Dependencia</u> e independencia lineal	42
2. 5. Sistema de generadores	51
2. 6. <u>Base</u> de un espacio vectorial	53
2. 7. <u>Dimensión</u> de un espacio vectorial	57
2. 8. <u>Dimensión</u> de la suma	60
Trabajo Práctico II	63
<b>Capítulo 3. TRANSFORMACIONES LINEALES</b>	<b>66</b>
3. 2. <u>Transformación</u> lineal entre dos espacios vectoriales	66
3. 3. <u>Núcleo</u> e imagen de una transformación lineal	72
3. 4. <u>Dimensiones</u> del núcleo y de la imagen	80
3. 5. <u>Teorema</u> fundamental de las transformaciones lineales	83
3. 6. <u>Producto</u> de matrices	85
3. 7. <u>Matriz</u> asociada a una transformación lineal	86
3. 8. <u>Composición</u> de transformaciones lineales	92
3. 9. <u>Transformación</u> lineal no singular	93
3.10. <u>Composición</u> de transformaciones lineales y producto de matrices	96
3.11. <u>Espacio</u> vectorial de transformaciones lineales	98
3.12. <u>Espacio</u> dual de un espacio vectorial	101
Trabajo Práctico III	102

**Capítulo 4. MATRICES**

4. 2. Producto de matrices
  4. 3. Anillo de matrices cuadradas
  4. 4. Trasposición de matrices
  4. 5. Matrices simétricas y antisimétricas
  4. 6. Matrices triangulares
  4. 7. Matrices diagonales
  4. 8. Matrices idempotentes e involutivas
  4. 9. Inversa de una matriz no singular
  - 4.10. Matrices ortogonales
  - 4.11. Matrices hermitianas
  - 4.12. Matrices particionadas
  - 4.13. Espacios fila y columna de una matriz
  - 4.14. Operaciones y matrices elementales
  - 4.15. Equivalencia de matrices
  - 4.16. Método de Gauss Jordan para determinar el rango
  - 4.17. Inversión de matrices por Gauss Jordan
  - 4.18. Inversión de matrices por partición
  - 4.19. Cambio de base y semejanza de matrices
- Trabajo práctico IV

**Capítulo 5. DETERMINANTES**

5. 2. Determinantes
  5. 3. Propiedades de la función determinante
  5. 4. Existencia de D
  5. 5. Unicidad del determinante
  5. 6. Determinante de la traspuesta
  5. 7. Determinante del producto de dos matrices
  5. 8. Adjunta de una matriz cuadrada
  5. 9. Inversión de matrices no singulares
  - 5.10. Regla de Chio
- Trabajo Práctico V

**Capítulo 6. SISTEMAS LINEALES**

6. 2. Sistemas lineales
  6. 3. Teorema de Cramer
  6. 4. Compatibilidad de sistemas lineales
  6. 5. Resolución de sistemas lineales
  6. 6. Sistemas homogéneos
  6. 7. Conjunto solución de un sistema lineal
  6. 8. Resolución de sistemas simétricos
  6. 9. Método del orlado
- Trabajo Práctico VI

<b>Capítulo 7. PRODUCTO INTERIOR. GEOMETRIA VECTORIAL</b>	<b>214</b>
7. 2. Espacio vectorial euclídiano	214
7. 3. Ortogonalidad	219
7. 4. Desigualdad de Schwarz	222
7. 5. Desigualdad triangular	223
7. 6. Angulo de dos vectores	223
7. 7. Conjunto ortogonal de vectores	225
7. 8. Base ortonormal	225
7. 9. Complemento ortogonal	229
7.10. Proyección de un vector sobre otro	232
7.11. Espacio afín $\mathbb{R}^n$	233
7.12. Ecuaciones vectorial y cartesianas de la recta	236
7.13. Ecuación normal vectorial del plano	239
7.14. Curvas en el espacio	246
7.15. Superficie cilíndrica	249
7.16. Superficie cónica	251
7.17. Proyección de una curva sobre un plano	253
Trabajo Práctico VII	257
<b>Capítulo 8. VALORES Y VECTORES PROPIOS. DIAGONALIZACION</b>	<b>263</b>
8. 2. Valores y vectores propios	263
8. 3. Polinomio característico de una matriz	270
8. 4. Diagonalización de matrices	276
8. 5. Triangulación de endomorfismos y de matrices	279
8. 6. Teorema de Hamilton-Cayley	282
Trabajo Práctico VIII	285
<b>Capítulo 9. FORMAS BILINEALES Y CUADRATICAS</b>	<b>289</b>
9. 2. Formas bilineales	289
9. 3. Formas hermitianas	293
9. 4. Formas cuadráticas	294
9. 5. Operadores adjuntos y traspuestos	296
9. 6. Operadores hermitianos y simétricos	299
9. 7. Operadores unitarios y ortogonales	300
9. 8. Teorema de Sylvester	303
9. 9. Diagonalización de operadores simétricos	307
9.10. Matrices simétricas reales y valores propios	310
9.11. Descomposición espectral de una matriz	311
9.12. Congruencia de formas cuadráticas	314
9.13. Signo de una forma cuadrática	318
Trabajo Práctico IX	321

**Capítulo 10. CONVEXIDAD. PROGRAMACION LINEAL**

10.2. Conjuntos de puntos en  $\mathbb{R}^n$

10.3. Segmentos, hiperplanos y semiespacios

10.4. Convexidad en  $\mathbb{R}^n$

10.5. Convexidad y transformaciones lineales

10.6. Hiperplanos soportantes

10.7. Puntos extremos

10.8. Introducción a la Programación Lineal

Trabajo Práctico X

**BIBLIOGRAFIA****RESPUESTAS A LOS TRABAJOS PRACTICOS****INDICE**