

# Contenido

Prefacio	ix
Para el profesor	xix
Para el alumno	xxv

Capítulo 1	Vectores	1
1.0	Introducción: el juego de la pista de carreras	1
1.1	Geometría y álgebra de vectores	3
1.2	Longitud y ángulo: el producto punto	18
	<i>Exploración: Vectores y geometría</i>	32
1.3	Rectas y planos	34
	<i>Exploración: El producto cruz</i>	48
1.4	Aplicaciones	50
	Vectores fuerza	50
	Vectores código	53
	<i>El sistema Codabar</i>	60
	Repaso del capítulo	61

Capítulo 2	Sistemas de ecuaciones lineales	63
2.0	Introducción: trivialidad	63
2.1	Introducción a los sistemas de ecuaciones lineales	64
2.2	Métodos directos para resolver sistemas lineales	70
	<i>Exploración: Mentiras que me dice mi computadora</i>	89
	<i>Pivoteo parcial</i>	90
	<i>Operaciones de conteo: introducción al análisis de algoritmos</i>	91
2.3	Conjuntos generadores e independencia lineal	94
2.4	Aplicaciones	105
	Asignación de recursos	105
	Balanceo de ecuaciones químicas	107
	Análisis de redes	108
	Redes eléctricas	110
	Modelos económicos lineales	113
	Juegos lineales finitos	115
	<i>El sistema de posicionamiento global</i>	127
2.5	Métodos iterativos para resolver sistemas lineales	130
	Repaso del capítulo	140

Capítulo 3

Matrices 142

3.0	Introducción: matrices en acción	142
3.1	Operaciones con matrices	144
3.2	Álgebra matricial	160
3.3	La inversa de una matriz	169
3.4	La factorización <i>LU</i>	186
3.5	Subespacios, bases, dimensión y rank	197
3.6	Introducción a las transformaciones lineales	217
	<i>Robótica</i>	232
3.7	Aplicaciones	236
	Cadenas de Markov	236
	Modelos económicos lineales	241
	Crecimiento poblacional	245
	Grafos y digrafos	247
	Códigos de corrección de error	251
	Repaso del capítulo	262

Capítulo 4

Eigenvalores y eigenvectores 264

4.0	Introducción: un sistema dinámico de grafos	264
4.1	Introducción a eigenvalores y eigenvectores	265
4.2	Determinantes	274
	<i>Método de condensación de Lewis Carroll</i>	295
	<i>Exploración: Aplicaciones geométricas de los determinantes</i>	297
4.3	Eigenvalores y eigenvectores de matrices $n \times n$	303
4.4	Semejanza y diagonalización	312
4.5	Métodos iterativos para calcular eigenvalores	322
4.6	Aplicaciones y el teorema de Perron-Frobenius	336
	Cadenas de Markov	336
	Crecimiento poblacional	341
	El Teorema de Perron-Frobenius	343
	Relaciones de recurrencia lineal	346
	Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales	351
	Sistemas dinámicos lineales discretos	359
	<i>Clasificación de equipos deportivos y búsqueda en Internet</i>	367
	Repaso del capítulo	375

Capítulo 5

Ortogonalidad 377

5.0	Introducción: sombras en la pared	377
5.1	Ortogonalidad en $\mathbb{R}^n$	379
5.2	Complementos y proyecciones ortogonales	389
5.3	El proceso de Gram-Schmidt y la factorización QR	399
	<i>Exploración: La factorización QR modificada</i>	407
	<i>Cómo aproximar eigenvalores con el algoritmo QR</i>	409
5.4	Diagonalización ortogonal de matrices simétricas	411
5.5	Aplicaciones	419
	Códigos duales	419

Formas cuadráticas	425
Graficación de ecuaciones cuadráticas	432
Repaso del capítulo	443

## Capítulo 6

### Espacios vectoriales 445

6.0	Introducción: Fibonacci en el espacio (vectorial)	445
6.1	Espacios y subespacios vectoriales	447
6.2	Independencia lineal, bases y dimensión	461
	<i>Exploración: Cuadrados mágicos</i>	478
6.3	Cambio de base	481
6.4	Transformaciones lineales	490
6.5	El kernel y el rango de una transformación lineal	499
6.6	La matriz de una transformación lineal	515
	<i>Exploración: Mosaicos, retículas y la restricción cristalográfica</i>	533
6.7	Aplicaciones	536
	Ecuaciones diferenciales lineales homogéneas	536
	Códigos lineales	543
	Repaso del capítulo	550

## Capítulo 7

### Distancia y aproximación 552

7.0	Introducción: geometría de taxi	552
7.1	Espacios con producto interno	554
	<i>Exploración: Vectores y matrices con entradas complejas</i>	566
	<i>Desigualdades geométricas y problemas de optimización</i>	570
7.2	Normas y funciones de distancia	575
7.3	Aproximación por mínimos cuadrados	591
7.4	La descomposición de valor singular	613
	<i>Compresión de imágenes digitales</i>	630
7.5	Aplicaciones	633
	Aproximación de funciones	633
	Códigos de corrección de error	640
	Repaso del capítulo	645

APÉNDICE A	Notación matemática y métodos de demostración	648
APÉNDICE B	Inducción matemática	657
APÉNDICE C	Números complejos	664
APÉNDICE D	Polinomios	675
APÉNDICE E	Technology Bytes	Online-only

Respuestas a ejercicios impares seleccionados	685
Índice	720