

INDICE

Prologo	XVII
Prólogo a la edición en español	XXI
1. Calculo proporcional	
1.1. Argumentos y proporciones lógicas	1
1.1.1. Introducción	
1.1.2. Algunos argumentos lógicos importantes	2
1.1.3. Proposiciones	4
1.2. Conexiones lógicas	
1.2.1. Introducción	5
1.2.2. Negación	
1.2.3. Conjunción	6
1.2.4. Disyunción	7
1.2.5. Condicional	8
1.2.6. Bicondicional	
1.2.7. Comentarios adicionales	11
1.3. Proporciones compuestas	
1.3.1. Introducción	12
1.3.2. Expresiones lógicas	
1.3.3. Analisis de proporciones compuestas	14
1.3.4. Reglas de prioridad	17
1.3.5. Evaluación de expresiones	18
1.3.6. Ejemplos de proporciones compuestas	19
1.4. Tautología y contradicciones	
1.4.1. Introducción	22
1.4.2. Tautologías	
1.4.3. Tautología y razonamiento valido	24
1.4.4. Contradicciones	
1.4.5. Tipos importantes de tautologías	25
1.5. Equivalencias lógicas y su utilización	
1.5.1. Introducción	27
1.5.2. Demostración de equivalencias lógicas mediante tablas de verdad	
1.5.3. Algebra declarativa	28
1.5.4. Eliminación de condicionales y biocondicionales	30
1.5.5. Leyes para el álgebra declarativa	31
1.5.6. Métodos abreviados para manipular expresiones	32
1.5.7. Formas normales	34
1.5.8. Tablas de verdad y formas normales disyuntivas	36
1.5.9. Formas normales conjuntivas y complementación	37
1.6. Implicaciones y derivaciones lógicas	
1.6.1. Introducción	40
1.6.2. Implicaciones lógicas	

1.6.3. Demostraciones de validez mediante tablas de verdad	41
1.6.4. Demostraciones	43
1.6.5. Sistemas para derivaciones	46
1.6.6. El teorema de la deducción	49
2. Calculo de predicados	55
2.1. Componentes sintácticos del cálculo de predicados	
2.1.1. Introducción	56
2.1.2. El universo de discurso	
2.1.3. Predicados	57
2.1.4. Variables y particularizaciones (casos o ejemplares)	59
2.1.5. Cuantificaciones	61
2.1.6. Restricciones de los cuantificadores a ciertos grupos	64
2.2. Interpretaciones y validez	
2.2.1. Introducción	66
2.2.2. Interpretaciones	
2.2.3. Validez	69
2.2.4. Expresiones no validas	71
2.2.5. Demostración de la validez	73
2.3. Derivaciones	
2.3.1. Introducción	75
2.3.2. Particularización universal	
2.3.3. Generalización universal	77
2.3.4. El teorema de la deducción y la generalización universal	79
2.3.5. Eliminación de los cuantificadores universales	80
2.3.6. Generalización existencial	82
2.3.7. Particularización existencial	83
2.4. Equivalencias lógicas	
2.4.1. Introducción	87
2.4.2. Equivalencias lógicas básicas	
2.4.3. Otras equivalencias importantes	89
2.5. Lógica de las ecuaciones	
2.5.1. Introducción	91
2.5.2. Igualdad	
2.5.3. Igualdad y unicidad	94
2.5.4. Funciones y lógica de ecuaciones	96
2.5.5. Composición de funciones	98
2.5.6. Propiedades de los operadores	100
2.5.7. Elementos nulo e identidad	103
2.5.8. Las derivaciones en la lógica de ecuaciones	106
2.5.9. La lógica de ecuaciones en la práctica	108
2.5.10. Algebra de Boole	110
3. Inducción y recursividad	115
3.1. La inducción en números naturales	
3.1.1. Introducción	117
3.1.2. Los números naturales	

3.1.3. Inducción matemática	118
3.1.4. La inducción para demostrar propiedades de la suma	122
3.1.5. Modificación de la base inductiva	124
3.1.6. Inducción fuerte	125
3.2. Sumas y construcciones relacionadas	
3.2.1. Introducción	127
3.2.2. Definiciones recursivas de sumas y productos	
3.2.3. Identidades que implican sumas	130
3.2.4. Sumas dobles y matrices	134
3.3. Demostración por recursividad	
3.3.1. Introducción	136
3.3.2. Definiciones recursivas	137
3.3.3. Sucesiones descendentes	141
3.3.4. El principio de demostraciones por recursividad	142
3.3.5. Inducción estructural	144
3.4. Aplicaciones de la recursividad a la programación	
3.4.1. Introducción	148
3.4.2. La Programacion como composición de funciones	149
3.4.3. La recursividad en los programas	153
3.4.4. Programas que implican arboles	157
3.5. Funciones recursivas	
3.5.1. Introducción	161
3.5.2. Funciones recursivas primitivas	163
3.5.3. Programacion y recursividad primitiva	167
3.5.4. Minimalización	169
4. Prolog	173
4.1. Prolog basic	
4.1.1. Introducción	174
4.1.2. Hechos, reglas y consultas	
4.1.3. Derivaciones que implican hechos	177
4.1.4. Derivaciones que implican reglas	178
4.1.5. Particularizaciones y unificación	182
4.1.6. Retroceso (backtracking)	183
4.1.7. Resolución	185
4.2. Ejecución y depuración de programas	
4.2.1. Introducción	188
4.2.2. Compiladores e intérpretes de Prolog	
4.2.3. Consulta de una base de datos	189
4.2.4. Depuración y seguimiento	191
4.3. Características adicionales de Prolog	
4.3.1. Introducción	192
4.3.2. Entrada y salida	
4.3.3. Estructuras	193
4.3.4. Notación infija	194
4.3.5. Aritmética	195

4.3.6. Predicados de igualdad	196
4.4. Recursividad	
4.4.1. Introducción	198
4.4.2. Predicados recursivos	
4.4.3. Terminación	200
4.4.4. Bucles y Prolog	
4.4.5. Listas	202
4.4.6. Predicados recursivos que contienen listas	204
4.4.7. Refinamiento sucesivo	207
4.5. Negación en Prolog	
4.5.1. Introducción	209
4.5.2. Prolog como lenguaje lógico	
4.5.3. La negación como fracaso	
4.5.4. Utilización del orden de clausulas	212
4.5.5. Cortes	213
4.6. Aplicación de Prolog a la lógica	
4.6.1. Introducción	215
4.6.2. Las listas como expresiones lógicas	216
4.6.3. Representación de expresiones lógicas como estructuras	217
5. Conjuntos y relaciones	
5.1. Conjuntos y operaciones de conjuntos	223
5.1.1. Introducción	
5.1.2. Los conjuntos y sus miembros	224
5.1.3. Subconjuntos	226
5.1.4. Intersecciones	228
5.1.5. Uniones	229
5.1.6. Diferencias y complementos	230
5.1.7. Expresiones que involucran conjuntos	232
5.2. Tuplas, sucesiones y conjuntos potencia	
5.2.1. Introducción	236
5.2.2. Tuplas y productos cartesianos	237
5.2.3. Sucesiones y cadenas	239
5.2.4. Conjuntos potencia	
5.2.5. Tipos y signaturas	241
5.3. Relaciones	244
5.3.1. Introducción	
5.3.2. Relaciones y su representación	241
5.3.3. Dominios y rangos	246
5.3.4. Algunas operaciones de relaciones	247
5.3.5. Composición de relaciones	250
5.3.6. Ejemplos	254
5.4. Propiedades de las relaciones	
5.4.1. Introducción	255
5.4.2. Relaciones sobre un conjunto	
5.4.3. Relaciones reflexivas	256

5.4.4. Relaciones simétricas	258
5.4.5. Transitividad	259
5.4.6. Cierres	261
5.4.7. Relaciones de equivalencia	262
5.4.8. Ordenes parciales	264
6. Funciones	
6.1. Representaciones y manipulaciones que involucran funciones	273
6.1.1. Introducción	
6.1.2. Definiciones y notación	274
6.1.3. Representaciones de funciones	276
6.1.4. La notación lambda	277
6.1.5. Restricciones y sobrecarga	279
6.1.6. Composición de funciones	280
6.1.7. Inyecciones, sobreinyecciones (o epiyecciones) e inversas	283
6.1.8. Creación de inversas mediante creación de tipos	287
6.2. Enumeraciones, isomorfismos y homomorfismos	
6.2.1. Introducción	289
6.2.2. Enumeraciones	290
6.2.3. Conjuntos contables e incontables	292
6.2.4. Permutaciones y combinaciones	295
6.2.5. Isomorfismos y homomorfismos	297
6.3. Complejidad computacional	
6.3.1. Introducción	300
6.3.2. Polinomios y algoritmos de tiempo polinómico	301
6.3.3. Funciones y algoritmos relacionados con las exponenciales	305
6.3.4. Los límites de la computabilidad	309
6.3.5. Análisis asintótico	311
6.3.6. Divide y vencerás	315
6.3.7. Polinomios no determinantes	318
6.4. Relaciones de recurrencia	
6.4.1. Introducción	321
6.4.2. Relaciones de recurrencia homogéneas	323
6.4.3. Ecuaciones de recurrencia no homogéneas	326
6.5. Miranda	
6.5.1. Introducción	
6.5.2. El nivel de ordenes	330
6.5.3. Definiciones de función	331
6.5.4. Tipos, funciones y declaraciones	333
6.5.5. Reconocimiento de patrones y reescritura	335
6.5.6. Un problema de programación	337
7. Grafos y arboles	341
7.1. Introducción y ejemplos de modelado de grafos	342
7.2. Definiciones básicas de la teoría de grafos	348
7.3. Caminos, accesibilidad y conexiones	355
7.4. Cálculo de caminos a partir de una representación matricial de	363

los grafos	
7.5. Recorrido de grafos representados como listas de adyacencia	
7.5.1. Introducción	376
7.5.2. Representación de grafos mediante listas de adyacencia	
7.5.3. Búsqueda en amplitud	379
7.5.4. Búsqueda en profundidad	382
7.5.5. El algoritmo de Dijkstra para la búsqueda de caminos mínimos	386
7.6. Árboles y árboles de expansión	
7.6.1. Introducción	391
7.6.2. Arboles libres	
7.6.3. Arboles de expansión	393
7.6.4. Arboles de expansión mínimos	399
7.7. Redes de planificación	
7.7.1. Introducción	403
7.7.2. un modelo de administración de proyectos	
7.7.3. Ordenación topológica	411
8. Especificación formal de requisitos en Z	
8.1. Introducción	419
8.2. El ciclo vital del software	420
8.3. La necesidad de las especificaciones formales	423
8.4. Introducción a Z	
8.4.1. Introducción	425
8.4.2. Alfabeto y elementos léxicos	
8.4.3. Tipos y declaraciones	426
8.4.4. Especificaciones de un sistema mediante lógica y conjuntos	428
8.4.5. Esquemas	432
8.4.6. Relaciones	437
8.4.7. Funciones	443
8.4.8. Sucesiones	449
9. Verificación de programas	459
9.1. Conceptos preliminares	
9.1.1. Introducción	460
9.1.2. Programas y códigos	
9.1.3. Aserciones (asertos)	461
9.1.4. Corrección	462
9.2. Reglas generales relativas a las precondiciones y postcondiciones	
9.2.1. Introducción	464
9.2.2. Reforzamiento de precondiciones	
9.2.3. Debilitamiento de postcondiciones	466
9.2.4. Reglas de conjunción y disyunción	467
9.3. Verificación de códigos sin bucles	
9.3.1. Introducción	469
9.3.2. Sentencias de asignación	470

9.3.3. Concatenación de código	472
9.3.4. La sentencia if	476
9.4. Bucles y arrays	
9.4.1. Introducción	479
9.4.2. Una regla while preliminar	
9.4.3. La regla while general	484
9.4.4. Arrays	485
9.4.5. Terminación del programa	485
10. Gramáticas, lenguajes y análisis sintácticos	493
10.1. Lenguajes y gramáticas	494
10.1.1. Introducción	
10.1.2. Tratamiento de las gramáticas	495
10.1.3. Definición formal de un lenguaje	498
10.1.4. Nociones de análisis sintáctico	503
10.1.5. Gramáticas ambiguas	508
10.1.6. Gramáticas reducidas	513
10.2. Análisis sintáctico descendente	
10.2.1. Introducción	517
10.2.2. Estrategia general de análisis sintáctico descendente	518
10.2.3. Análisis sintáctico descendente determinista con gramáticas LL(1)	521
11. Derivaciones	
11.1. Derivaciones en cálculo proposicional	537
11.1.1. Introducción	
11.1.2. Conceptos básicos de la derivación natural	
11.1.3. Implementación del teorema de la deducción	538
11.1.4. Resolución	541
11.2. Algunos resultados del cálculo de predicados	
11.2.1. Introducción	547
11.2.2. Complementos	
11.3. Derivaciones en el cálculo de predicados	
11.3.1. Introducción	549
11.3.2. Derivaciones canónicas	550
11.3.3. Cuantificadores en la deducción natural	554
11.3.4. Sustitución de cuantificadores por funciones y variables libres	555
11.3.5. Resolución en el cálculo de predicados	556
12. Una panorámica de los sistemas de bases de datos relacionales	563
12.1. Conceptos básicos	
12.1.1. Introducción	564
12.1.2. Definiciones y conceptos	
12.1.3. Ejemplo introductorio de una base de datos relacional	
12.1.4. Panorámica de un sistema de base de datos	568
12.2. El modelo de datos relacional	
12.2.1. Introducción	571
12.2.2. Panorámica de la estructura relacional	
12.2.3. Las relaciones y sus esquemas	572

12.2.4. Representación de las relaciones en el modelo lineal	574
12.2.5. Reglas de integridad	575
12.3. Algebra relacional	
12.3.1. Introducción	576
12.3.2. Operaciones básicas	
12.3.3. Operaciones relacionales adicionales	578
12.3.4. Ejemplos	585
12.4. Cálculo relacional	
12.4.1. Introducción	590
12.4.2. Calculo de Tuplas	591
12.4.3. Ejemplos	592
12.5. El lenguaje de consulta estructurado (SQL)	
12.5.1. Introducción	595
12.5.2. Definición de datos	596
12.5.3. Administración de datos	597
12.5.4. Consultas de datos	598
12.6. Comentarios finales	608
Bibliografía	611
Soluciones a los problemas pares	613
Índice analítico	687