

# Contenido

<b>1</b>	<b>Los mundos de los sistemas de bases de datos</b>	<b>1</b>
1.1	La evolución de los sistemas de bases de datos	1
1.1.1	Los primeros sistemas de administración de bases de datos	2
1.1.2	Sistemas relacionales de bases de datos	4
1.1.3	Sistemas cada vez más pequeños	5
1.1.4	Sistemas cada vez más grandes	5
1.2	La arquitectura de un sistema de administración de bases de datos (DBMS)	7
1.2.1	Aspectos básicos de los componentes de un sistema de administración de bases de datos	7
1.2.2	El administrador del almacenamiento	9
1.2.3	El administrador de consultas	10
1.2.4	El administrador de transacciones	11
1.2.5	La arquitectura cliente-servidor	14
1.3	El futuro de los sistemas de bases de datos	14
1.3.1	Tipos, clases y objetos	14
1.3.2	Restricciones y disparadores	18
1.3.3	Datos de multimedia	18
1.3.4	Integración de los datos	19
1.4	Organización del libro	20
1.4.1	Diseño	21
1.4.2	Programación	21
1.5	Resumen del capítulo 1	22
1.6	Referencias bibliográficas del capítulo 1	23
<b>2</b>	<b>El diseño de modelos de bases de datos</b>	<b>25</b>
2.1	Introducción al lenguaje ODL	26
2.1.1	Diseño orientado a objetos	27
2.1.2	Declaraciones de interfaz	29
2.1.3	Atributos en el lenguaje ODL	29
2.1.4	Relaciones en el lenguaje ODL	30
2.1.5	Relaciones inversas	31
2.1.6	Multiplicidad de relaciones	33
2.1.7	Tipos en el lenguaje ODL	36
2.1.8	Ejercicios de la sección 2.1	38

2.2	Diagramas de entidad-relación .....	40
2.2.1	Multiplicidad de las relaciones de E/R .....	41
2.2.2	Relaciones multidireccionales .....	42
2.2.3	Papeles en las relaciones .....	43
2.2.4	Atributos en las relaciones .....	45
2.2.5	Conversión de relaciones multidireccionales en relaciones binarias ..	46
2.2.6	Ejercicios de la sección 2.2 .....	48
2.3	Principios del diseño .....	50
2.3.1	Fidelidad .....	50
2.3.2	Evitación de la redundancia .....	51
2.3.3	Simplicidad de cuenta .....	51
2.3.4	Elección del tipo adecuado de elemento .....	52
2.3.5	Ejercicios de la sección 2.3 .....	55
2.4	Subclases .....	57
2.4.1	Subclases en ODL .....	57
2.4.2	Herencia múltiple en ODL .....	58
2.4.3	Subclases en los diagramas de entidad-relación .....	60
2.4.4	Herencia en el modelo entidad-relación .....	60
2.4.5	Ejercicios de la sección 2.4 .....	62
2.5	Modelación de restricciones .....	63
2.5.1	Llaves .....	64
2.5.2	Declaración de llaves en ODL .....	66
2.5.3	Representación de llaves en el modelo entidad-relación .....	67
2.5.4	Restricciones de valor único .....	67
2.5.5	Integridad referencial .....	68
2.5.6	Integridad referencial en los diagramas entidad/relación .....	69
2.5.7	Otras clases de restricciones .....	70
2.5.8	Ejercicios de la sección 2.5 .....	71
2.6	Conjuntos entidad débiles .....	72
2.6.1	Causas de los conjuntos entidad débiles .....	72
2.6.2	Requisitos de los conjuntos entidad débiles .....	73
2.6.3	Notación de los conjuntos entidad débiles .....	75
2.6.4	Ejercicios de la sección 2.6 .....	76
2.7	Modelos de interés histórico .....	77
2.7.1	El modelo de redes .....	77
2.7.2	Representación de los esquemas de redes .....	78
2.7.3	El modelo jerárquico .....	79
2.7.4	Ejercicios de la sección 2.7 .....	80
2.8	Resumen del capítulo 2 .....	82
2.9	Referencias del capítulo 2 .....	83
<b>3</b>	<b>El modelo relacional de datos .....</b>	<b>85</b>
3.1	Principios básicos del modelo relacional .....	85
3.1.1	Atributos .....	86
3.1.2	Esquemas .....	86
3.1.3	Tuplas .....	87

3.1.4	Dominios .....	87
3.1.5	Representaciones equivalentes de una relación .....	88
3.1.6	Instancias de relación .....	89
3.1.7	Ejercicios de la sección 3.1 .....	90
3.2	De los diseños en el lenguaje ODL a los diseños relacionales .....	91
3.2.1	De los atributos en el lenguaje ODL a los atributos relacionales .....	92
3.2.2	Atributos no atómicos en las clases .....	92
3.2.3	Representación de otros constructores de tipos .....	96
3.2.4	Representación de relaciones univaluadas .....	97
3.2.5	Representación de relaciones multivaluadas .....	99
3.2.6	¿Y si no hubiera llaves? .....	100
3.2.7	Representación de una relación y de su inversa .....	101
3.2.8	Ejercicios de la sección 3.2 .....	102
3.3	De los diagramas E/R a los diseños relacionales .....	103
3.3.1	De los conjuntos entidad a las relaciones .....	104
3.3.2	De las relaciones E/R a las relaciones .....	106
3.3.3	Manejo de los conjuntos entidad débiles .....	108
3.3.4	Ejercicios de la sección 3.3 .....	111
3.4	Conversión de las estructuras de subclases en relaciones .....	112
3.4.1	Representación relacional de las subclases del lenguaje ODL .....	113
3.4.2	Representación de isa en el modelo relacional .....	114
3.4.3	Comparación de métodos .....	115
3.4.4	Utilización de valores nulos para combinar relaciones .....	115
3.4.5	Ejercicios de la sección 3.4 .....	116
3.5	Dependencias funcionales .....	118
3.5.1	Definición de la dependencia funcional .....	118
3.5.2	Llaves de relaciones .....	121
3.5.3	Superllaves .....	122
3.5.4	Descubriendo las llaves de relaciones .....	122
3.5.5	Llaves de relaciones derivadas del lenguaje ODL .....	124
3.5.6	Ejercicios de la sección 3.5 .....	126
3.6	Reglas sobre las dependencias funcionales .....	126
3.6.1	La regla de partición/combinación .....	127
3.6.2	Dependencias triviales .....	128
3.6.3	Cálculo de la cerradura de atributos .....	129
3.6.4	La regla de transitividad .....	132
3.6.5	Cerradura de conjuntos de dependencias funcionales .....	134
3.6.6	Ejercicios de la sección 3.6 .....	135
3.7	Diseño de los esquemas relacionales de bases de datos .....	137
3.7.1	Anomalías .....	138
3.7.2	Descomposición de relaciones .....	138
3.7.3	La forma normal de Boyce-Codd (FNBC) .....	140
3.7.4	Descomposición en la forma normal de Boyce-Codd .....	142
3.7.5	Proyección de las dependencias funcionales .....	147
3.7.6	Recuperación de información a partir de una descomposición .....	148

3.7.7	Tercera forma normal	151
3.7.8	Ejercicios de la sección 3.7	154
3.8	Dependencias multivaluadas	155
3.8.1	Independencia de los atributos y su redundancia subsecuente	156
3.8.2	Definición de las dependencias multivaluadas	157
3.8.3	Razonamiento sobre las dependencias multivaluadas	159
3.8.4	Cuarta forma normal	161
3.8.5	Descomposición en la cuarta forma normal	162
3.8.6	Relaciones entre las formas normales	163
3.8.7	Ejercicios de la sección 3.8	164
3.9	Un ejemplo de un esquema de bases de datos	166
3.10	Resumen del capítulo 3	169
3.11	Referencias bibliográficas del capítulo 3	171
<b>4</b>	<b>Operaciones en el modelo relacional</b>	<b>173</b>
4.1	Un álgebra de operaciones relacionales	173
4.1.1	Operaciones de conjuntos en relaciones	174
4.1.2	Proyección	176
4.1.3	Selección	177
4.1.4	Producto Cartesiano	178
4.1.5	Reuniones Naturales	179
4.1.6	Reuniones theta	180
4.1.7	Combinación de las operaciones para formar consultas	182
4.1.8	Cambio de nombre (renombramiento)	185
4.1.9	Operaciones dependientes e independientes	185
4.1.10	Ejercicios de la sección 4.1	187
4.2	Una lógica de relaciones	194
4.2.1	Predicados y átomos	194
4.2.2	Átomos aritméticos	195
4.2.3	Reglas y consultas en Datalog	196
4.2.4	Significado de las reglas de Datalog	197
4.2.5	Predicados extensionales e intensionales	200
4.2.6	Ejercicios de la sección 4.2	200
4.3	Del álgebra relacional a Datalog	201
4.3.1	Intersección	201
4.3.2	Unión	201
4.3.3	Diferencia	202
4.3.4	Proyección	202
4.3.5	Selección	203
4.3.6	Producto	205
4.3.7	Reuniones	205
4.3.8	Simulación de operaciones múltiples con Datalog	207
4.3.9	Ejercicios de la sección 4.3	208
4.4	Programación recursiva en Datalog	209
4.4.1	El operador de punto fijo	211
4.4.2	Cálculo del punto fijo mínimo	211

4.4.3	Ecuaciones de punto fijo en Datalog	213
4.4.4	Negación en las reglas recursivas	218
4.4.5	Ejercicios de la sección 4.4	221
4.5	Restricciones de las relaciones	223
4.5.1	El álgebra relacional como un lenguaje de restricciones	223
4.5.2	Restricciones de integridad referencial	224
4.5.3	Más ejemplos de restricciones	225
4.5.4	Ejercicios de la sección 4.5	227
4.6	Operaciones relacionales en bolsas	229
4.6.1	¿Por qué las bolsas?	229
4.6.2	Unión, intersección y diferencias de las bolsas	230
4.6.3	Proyección de bolsas	232
4.6.4	Selección en las bolsas	233
4.6.5	Producto de bolsas	234
4.6.6	Reuniones de bolsas	235
4.6.7	Reglas de Datalog aplicadas a las bolsas	235
4.6.8	Ejercicios de la sección 4.6	237
4.7	Otras extensiones al modelo relacional	238
4.7.1	Modificaciones	238
4.7.2	Agregaciones	238
4.7.3	Vistas	239
4.7.4	Valores nulos	239
4.8	Resumen del capítulo 4	240
4.9	Referencias bibliográficas del capítulo 4	241
<b>5</b>	<b>El lenguaje de base de datos SQL</b>	<b>243</b>
5.1	Consultas simples en SQL	244
5.1.1	Proyección en SQL	245
5.1.2	Selección en SQL	247
5.1.3	Comparación de cadenas	248
5.1.4	Comparación de fechas y horas	251
5.1.5	Ordenación de la salida	251
5.1.6	Ejercicios de la sección 5.1	252
5.2	Consultas que incluyen más de una relación	254
5.2.1	Productos y vínculos en SQL	254
5.2.2	Eliminación de las ambigüedades en los atributos	255
5.2.3	Variables de tuplas	256
5.2.4	Interpretación de consultas multirrelacionales	257
5.2.5	Unión, intersección y diferencia de las consultas	260
5.2.6	Ejercicios de la sección 5.2	262
5.3.	Subconsultas	263
5.3.1	Subconsultas que producen valores escalares	264
5.3.2	Condiciones en que intervienen relaciones	265
5.3.3	Condiciones en que intervienen tuplas	266
5.3.4	Subconsultas correlacionadas	267
5.3.5	Ejercicios de la sección 5.3	269

5.4	Duplicados .....	270
5.4.1	Eliminación de duplicados .....	271
5.4.2	Duplicados en las uniones, en las intersecciones y en las diferencias .....	271
5.4.3	Ejercicios de la sección 5.4 .....	273
5.5	Agregación .....	273
5.5.1	Operadores de agregación .....	273
5.5.2	Agrupamiento .....	274
5.5.3	Cláusulas HAVING .....	276
5.5.4	Ejercicios de la sección 5.5 .....	277
5.6	Modificaciones de la base de datos .....	279
5.6.1	Inserción .....	279
5.6.2	Eliminación .....	281
5.6.3	Actualizaciones .....	283
5.6.4	Ejercicios de la sección 5.6 .....	284
5.7	Definición de un esquema relacional en SQL .....	285
5.7.1	Tipos de datos .....	286
5.7.2	Declaraciones simples de tablas .....	286
5.7.3	Eliminación de tablas .....	287
5.7.4	Modificación de los esquemas relacionales .....	288
5.7.5	Valores por omisión (predeterminados) .....	288
5.7.6	Dominios .....	289
5.7.7	Índices .....	290
5.7.8	Ejercicios de la sección 5.7 .....	292
5.8	Definiciones de vistas .....	294
5.8.1	Declaración de vistas .....	294
5.8.2	Consulta de vistas .....	295
5.8.3	Cambio de nombre (renombramiento) de los atributos .....	297
5.8.4	Modificación de las vistas .....	297
5.8.5	Interpretación de consultas que contienen vistas .....	300
5.8.6	Ejercicios de la sección 5.8 .....	303
5.9	Valores nulos y reuniones externas .....	304
5.9.1	Operaciones sobre valores nulos .....	304
5.9.2	El valor de verdad UNKNOWN .....	306
5.9.3	Expresiones de reunión en el lenguaje SQL2 .....	307
5.9.4	Reuniones naturales .....	309
5.9.5	Reuniones externas .....	309
5.9.6	Ejercicios de la sección 5.9 .....	311
5.10	Recursión en el lenguaje SQL3 .....	313
5.10.1	Definición de las relaciones IDB en el lenguaje SQL3 .....	313
5.10.2	Recursión lineal .....	316
5.10.3	Utilización de vistas con las proposiciones With .....	317
5.10.4	Negación estratificada .....	318
5.10.5	Expresiones problemáticas en el SQL3 recursivo .....	319
5.10.6	Ejercicios de la sección 5.10 .....	322

5.11	Resumen del capítulo 5 .....	324
5.12	Referencias bibliográficas del capítulo 5 .....	326
<b>6</b>	<b>Restricciones y disparadores en SQL .....</b>	<b>327</b>
6.1	Llaves en SQL .....	328
6.1.1	Declaración de llaves .....	328
6.1.2	Imposiciones de restricciones de llaves .....	330
6.1.3	Ejercicios de la sección 6.1 .....	331
6.2	Integridad referencial y llaves exteriores .....	331
6.2.1	Declaración de restricciones de llaves exteriores .....	331
6.2.2	Mantenimiento de la integridad referencial .....	333
6.2.3	Ejercicios de la sección 6.2 .....	335
6.3	Restricciones de los valores de atributos .....	336
6.3.1	Restricciones no nulas .....	337
6.3.2	Restricciones CHECK basadas en atributos .....	337
6.3.3	Restricciones de dominios .....	339
6.3.4	Ejercicios de la sección 6.3 .....	340
6.4	Restricciones globales .....	341
6.4.1	Restricciones CHECK basadas en tuplas .....	341
6.4.2	Aserciones .....	342
6.4.3	Ejercicios de la sección 6.4 .....	346
6.5	Modificación de las restricciones .....	348
6.5.1	Asignación de nombre a las restricciones .....	348
6.5.2	Alteración de las restricciones sobre tablas .....	349
6.5.3	Alteración de las restricciones de dominios .....	350
6.5.4	Alteración de las aserciones .....	351
6.5.5	Ejercicios de la sección 6.5 .....	351
6.6	Disparadores en SQL3 .....	352
6.6.1	Disparadores y restricciones .....	352
6.6.2	Disparadores en SQL3 .....	353
6.6.3	Aserciones en SQL3 .....	356
6.6.4	Ejercicios de la sección 6.6 .....	357
6.7	Resumen del capítulo 6 .....	359
6.8	Referencias bibliográficas del capítulo 6 .....	360
<b>7</b>	<b>Aspectos sistémicos del lenguaje SQL .....</b>	<b>361</b>
7.1	El lenguaje SQL en un ambiente de programación .....	361
7.1.1	El problema de desigualdad de la impedancia .....	362
7.1.2	La interfaz SQL/lenguaje anfitrión .....	363
7.1.3	La sección DECLARE .....	364
7.1.4	Utilización de variables compartidas .....	365
7.1.5	Proposiciones seleccionar un solo renglón .....	366
7.1.6	Cursores .....	367
7.1.7	Modificaciones por medio del cursor .....	370
7.1.8	Opciones del cursor .....	370

7.1.9	Ordenamiento de las tuplas para la captura .....	371
7.1.10	Protección contra las actualizaciones concurrentes .....	372
7.1.11	Desplazamiento de los cursores .....	373
7.1.12	SQL dinámico .....	374
7.1.13	Ejercicios de la sección 7.1 .....	375
7.2	Transacciones en el lenguaje SQL .....	378
7.2.1	Seriabilidad .....	378
7.2.2	Atomicidad .....	380
7.2.3	Transacciones .....	382
7.2.4	Transacciones de lectura solamente .....	384
7.2.5	Lecturas sucias .....	385
7.2.6	Otros niveles de aislamiento .....	387
7.2.7	Ejercicios de la sección 7.2 .....	388
7.3	El ambiente del lenguaje SQL .....	389
7.3.1	Ambientes .....	389
7.3.2	Esquemas .....	391
7.3.3	Catálogos .....	392
7.3.4	Clientes y servidores en el ambiente de SQL .....	392
7.3.5	Conexiones .....	393
7.3.6	Sesiones .....	394
7.3.7	Módulos .....	395
7.4	La seguridad y la autorización de usuarios en el lenguaje SQL2 .....	395
7.4.1	Privilegios .....	396
7.4.2	Creación de privilegios .....	397
7.4.3	El proceso de verificación de privilegios .....	398
7.4.4	Concesión de los privilegios .....	399
7.4.5	Diagramas de concesión de privilegios .....	401
7.4.6	Revocación de privilegios .....	402
7.4.7	Ejercicios de la sección 7.4 .....	407
7.5	Resumen del capítulo 7 .....	408
7.6	Referencias bibliográficas del capítulo 7 .....	410
<b>8</b>	<b>Lenguajes de consulta orientados a objetos .....</b>	<b>411</b>
8.1	Características de ODL relacionadas con las consultas .....	412
8.1.1	Operaciones sobre los objetos de ODL .....	412
8.1.2	Declaración de firmas de métodos en ODL .....	412
8.1.3	La extensión de una clase .....	415
8.1.4	Ejercicios de la sección 8.1 .....	415
8.2	Introducción a OQL .....	417
8.2.1	Un ejemplo de películas orientado a objetos .....	419
8.2.2	El sistema de tipos en OQL .....	419
8.2.3	Expresiones de las trayectorias .....	420
8.2.4	Las expresiones Select-From-Where en OQL .....	421
8.2.5	Eliminación de duplicados .....	423
8.2.6	Tipos de salida complejos .....	423
8.2.7	Subconsultas .....	424



8.2.8	Ordenación del resultado .....	425
8.2.9	Ejercicios de la sección 8.2 .....	426
8.3	Otras formas de expresiones de OQL .....	427
8.3.1	Expresiones con cuantificadores .....	427
8.3.2	Expresiones de agregación .....	428
8.3.3	Expresiones con cláusula Group-By .....	428
8.3.4	La cláusula HAVING .....	431
8.3.5	Operadores de conjuntos .....	432
8.3.6	Ejercicios de la sección 8.3 .....	433
8.4	Asignación y creación de los objetos en OQL .....	434
8.4.1	Asignación de valores a las variables del lenguaje anfitrión .....	434
8.4.2	Extracción de los elementos de colecciones .....	434
8.4.3	Obtención de los miembros de una colección .....	435
8.4.4	Creación de nuevos objetos .....	436
8.4.5	Ejercicios de la sección 8.4 .....	438
8.5	Objetos tupla en SQL3 .....	439
8.5.1	Tipos de renglón .....	439
8.5.2	Declaración de relaciones con un tipo de renglón .....	440
8.5.3	Acceso a los componentes de un tipo de renglón .....	441
8.5.4	Referencias .....	441
8.5.5	Seguimiento de las referencias .....	442
8.5.6	Ámbitos de las referencias .....	444
8.5.7	Los identificadores de objetos como valores .....	445
8.5.8	Ejercicios de la sección 8.5 .....	448
8.6	Tipos abstractos de datos en SQL3 .....	449
8.6.1	Definición de los tipos abstractos de datos .....	450
8.6.2	Definición de métodos para los tipos abstractos de datos .....	453
8.6.3	Funciones externas .....	456
8.6.4	Ejercicios de la sección 8.6 .....	456
8.7	Una comparación entre los enfoques de ODL/OQL y los de SQL3 .....	458
8.8	Resumen del capítulo 8 .....	459
8.9	Referencias bibliográficas del capítulo 8 .....	460
<b>Índice</b>	.....	<b>463</b>