2.8.4. Designación de los conjuntos de relaciones en el desarrollo del banco

Volviendo ahora al esquema de diseño rudimentario del Apartado 2.8.3, se especifican los siguientes conjuntos de relaciones y correspondencia de cardinalidades:

- *prestatario*, un conjunto de relaciones varios a varios entre *cliente* y *préstamo*.
- *préstamo-sucursal*, un conjunto de relaciones uno a varios desde *préstamo* a *pago*, que documenta que un pago se hace en un préstamo.
- *impositor*, con el atributo de relación *fecha-acceso*, un conjunto de relaciones varios a varios entre *cliente* y *cuenta*, indicando que un cliente posee una cuenta.
- *banquero-consejero*, con el atributo de relación *tipo*, un conjunto de relaciones varios a uno que expresa que un cliente puede ser aconsejado por un empleado del banco, y que un empleado del banco puede aconsejar a uno o más clientes.
- *trabaja-para*, un conjunto de relaciones entre entidades de *empleado* con papeles que indican *jefe* y *trabajador*; la correspondencia de cardinalidades expresa que un empleado trabaja para un único jefe, y que un jefe supervisa uno o más empleados.

Nótese que se ha sustituido el atributo *nombre-banquero* del conjunto de entidades *cliente* por el conjunto de relaciones *banquero-consejero*, y el atributo *jefe* del conjunto de entidades *empleado* por el conjunto de relaciones *trabaja-para*. Se ha elegido mantener *préstamo* como un conjunto de entidades. Los conjuntos de relaciones *préstamo-sucursal* y *préstamo-pago* han sustituido, respectivamente, los atributos *sucursal-origen* y *préstamo-pago* del conjunto de entidades *préstamo*.

2.8.5. Diagrama E-R para el desarrollo bancario

El dibujo en cuestión discutido en el Apartado 2.8.4 se presenta ahora en el diagrama E-R completo para el ejemplo del desarrollo bancario. En la Figura 2.18 se muestra la representación completa de un modelo conceptual de un banco, expresada en términos de los conceptos E-R. El diagrama incluye los conjuntos de entidades, atributos, conjuntos de relaciones, y correspondencia de cardinalidades alcanzados a través del proceso de diseño de los Apartados 2.8.2 y 2.8.3, y refinados en el Apartado 2.8.4.

2.9. REDUCCIÓN DE UN ESQUEMA E-R A TABLAS

Una base de datos que se constituye en un esquema de bases de datos E-R se puede representar por una colección de tablas. Para cada conjunto de entidades de la base de datos y para cada conjunto de relaciones hay una única tabla a la que se asigna el nombre del conjunto de entidades o del conjunto de relaciones correspondiente.

Ambos modelos, el modelo E-R y el modelo de bases de datos relacionales, son representaciones abstractas y lógicas del desarrollo del mundo real. Debido a que los dos modelos emplean principios de diseño similares, se puede convertir un diseño E-R en un diseño relacional. Convertir una representación de bases de datos de un diagrama E-R a un formato de tabla es la base para la derivación de un diseño de bases de datos relacional desde un diagrama E-R. Aunque existen diferencias importantes entre una relación y una tabla, una relación se puede considerar informalmente como una tabla de valores. En este apartado se describe cómo se puede representar un esquema E-R mediante tablas, y en el Capítulo 3 se muestra cómo generar un esquema de bases de datos relacional desde un esquema E-R.

2.9.1. Representación tabular de los conjuntos de entidades fuertes

Sea E un conjunto de entidades fuertes con los atributos descriptivos $a_1, a_2, ..., a_n$. Esta entidad se representa mediante una tabla llamada E con n columnas distintas, cada una de las cuales corresponde a uno de los atributos de E. Cada fila de la tabla corresponde a una entidad del conjunto de entidades E.

Como ilustración, considérese el conjunto de entidades *préstamo* del diagrama E-R mostrado en la Figura 2.8. Este conjunto de entidades tiene dos atributos: *número-préstamo* e *importe*. Se representa este conjunto de entidades mediante una tabla llamada *préstamo*, con dos columnas, como se muestra en la Figura 2.19. La fila

(P-17, 200.000)

en la tabla *préstamo* significa que el número de préstamo P-17 tiene un importe de préstamo de 200.000 ptas. Se puede añadir una nueva entidad a la base de datos insertando una fila en una tabla. También se pueden borrar o modificar las filas.

FIGURA 2.18

Diagrama E-R para un desarrollo bancario

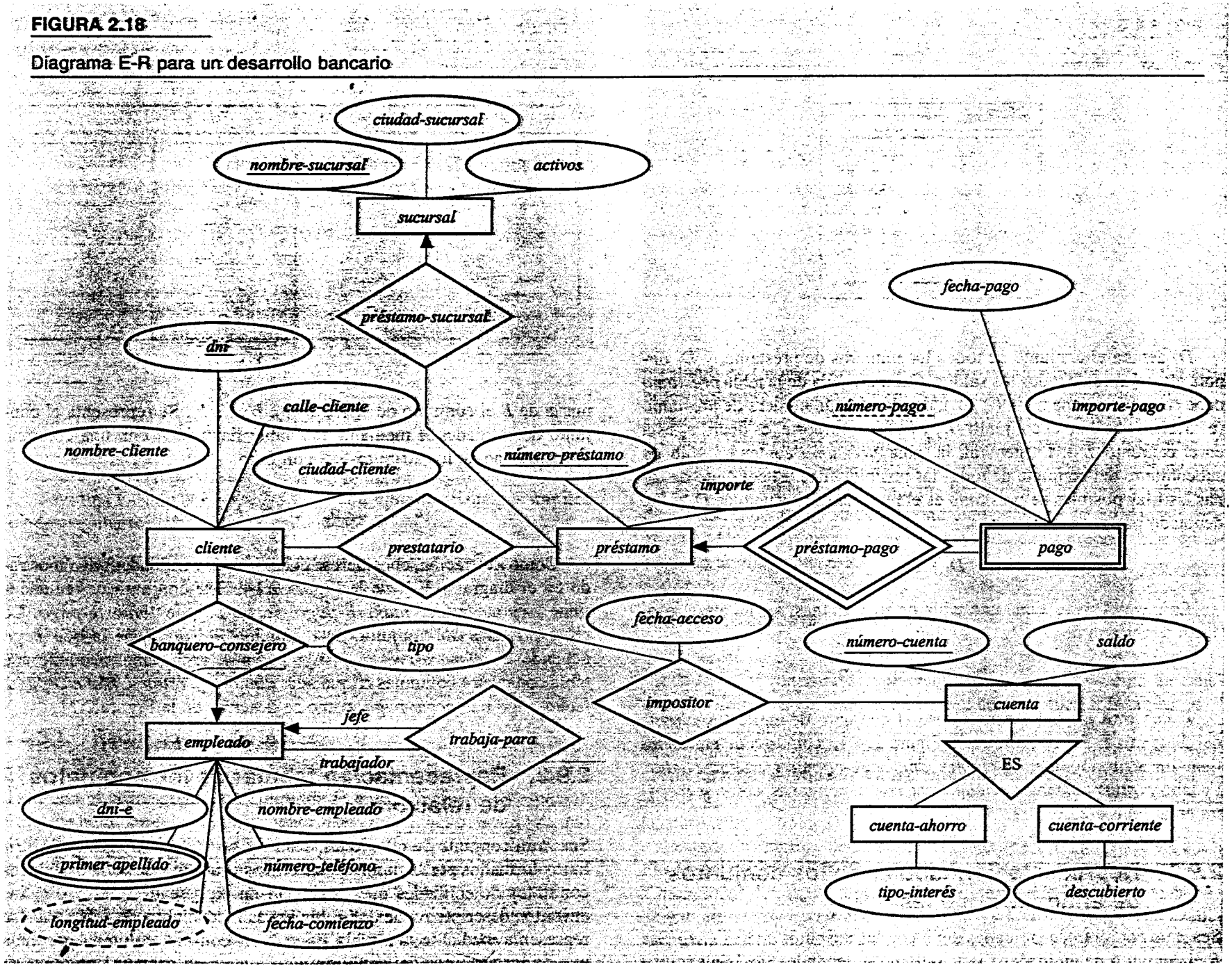


FIGURA 2.19

La tabla *préstamo*

número-préstamo	*importe*
P-17	200.000
P-23	400.000
P-25	300.000
P-14	300.000
P-93	100.000
P-11	180.000
P-16	260.000

D_1 denota el conjunto de todos los números de préstamo, y D_2 denota el conjunto de todos los saldos. Cualquier fila de la tabla *préstamo* debe consistir en una tupla (v_1, v_2), donde v_1 es un número de préstamo (es decir, v_1 está en el conjunto D_1) y v_2 es un importe (es decir, v_2 está en el conjunto D_2). En general, la tabla *préstamo* contendrá sólo un subconjunto del conjunto de todas las posibles filas. El conjunto de todas las filas posibles de *préstamo* es el producto cartesiano de D_1 y D_2, denotado por

$$D_1 \times D_2$$

En general, si se tiene una tabla de n columnas, se denota el producto cartesiano de $D_1, D_2, ..., D_n$ por

$$D_1 \times D_2 \times ... \times D_{n-1} \times D_n$$

Como otro ejemplo, considérese el conjunto de entidades *cliente* del diagrama E-R mostrado en la Figura 2.8. El conjunto de entidades tiene los atributos *nombre-cliente*, *dni*, *calle-cliente* y *ciudad-cliente*. La tabla correspondiente a *cliente* tiene cuatro columnas, como se muestra en la Figura 2.20.

2.9.2. Representación tabular de los conjuntos de entidades débiles

Sea A un conjunto de entidades débil con los atributos $a_1, a_2, ..., a_m$. Sea B el conjunto de entidades fuerte del que A depende. Sea la clave primaria de B el conjunto de atributos $b_1, b_2, ..., b_n$. Se representa el conjunto de entidades A mediante una tabla llamada A con una columna por cada uno de los atributos del conjunto:

$$\{a_1, a_2, ..., a_m\} \cup \{b_1, b_2, ..., b_n\}$$

FIGURA 2.20

La tabla *cliente*

nombre-cliente	*dni*	*calle-cliente*	*ciudad-cliente*
Santos	32112312	Mayor	Peguerinos
Gómez	19283746	Carretas	Cerceda
López	67789901	Mayor	Peguerinos
Pérez	55555555	Carretas	Cerceda
Rupérez	24466880	Ramblas	León
Abril	96396396	Preciados	Valsaín
Valdivieso	96396396	Goya	Vigo
Fernández	33557799	Jazmín	León
González	19283746	Arenal	La Granja

Como ilustración, considérese el conjunto de entidades *pago* mostrado en el diagrama E-R de la Figura 2.14. Este conjunto de entidades tiene tres atributos: *número-pago*, *fecha-pago* e *importe-pago*. La clave primaria del conjunto de entidades *préstamo*, de la que *pago* depende, es *número-préstamo*. Así, *pago* se representa mediante una tabla con cuatro columnas etiquetadas *número-préstamo*, *número-pago*, *fecha-pago* e *importe-pago*, como se describe en la Figura 2.21.

2.9.3. Representación tabular de los conjuntos de relaciones

Sea R un conjunto de relaciones, sean $a_1, a_2, ..., a_m$ el conjunto de atributos formados por la unión de las claves primarias de cada uno de los conjuntos de entidades que participan en R, y sean $b_1, b_2, ..., b_n$ los atributos descriptivos de R (si los hay). El conjunto de relaciones se representa mediante una tabla llamada R con una columna por cada uno de los atributos del conjunto:

FIGURA 2.21

La tabla *pago*

número-préstamo	*número-pago*	*fecha-pago*	*importe-pago*
P-17	5	10 mayo 1996	10.000
P-23	11	17 mayo 1996	15.000
P-15	22	23 mayo 1996	60.000
P-14	69	28 mayo 1996	100.0000
P-93	103	3 junio 1996	180.000
P-17	6	7 junio 1996	10.000
P-11	53	7 junio 1996	25.000
P-93	104	13 junio 1996	40.000
P-17	7	17 junio 1996	20.000
P-16	58	18 junio 1996	27.000

$$\{a_1, a_2, ..., a_m\} \cup \{b_1, b_2, ..., b_n\}$$

Como ilustración, considérese el conjunto de relaciones prestatario del diagrama E-R de la Figura 2.8. Este conjunto de relaciones implica los dos siguientes conjuntos de entidades:

- *cliente*, con la clave primaria *dni*.
- *préstamo*, con la clave primaria *número-préstamo*.

Debido a que el conjunto de relaciones no tiene atributos, la tabla *prestatario* tiene dos columnas etiquetadas *dni* y *número-préstamo*, como se muestra en la Figura 2.22.

2.9.3.1. Redundancia de tablas

El caso de un conjunto de relaciones unido a un conjunto de entidades débil con el correspondiente conjunto de entidades fuerte es especial. Como se pudo apreciar anteriormente, estas relaciones son varios a uno y no tienen atributos descriptivos. Además, la clave primaria de un conjunto de entidades débil incluye la clave primaria del conjunto de entidades fuerte. En el diagrama E-R de la Figura 2.14, el conjunto de entidades débil *pago* depende del conjunto de entidades fuerte *préstamo* a través del conjunto de relaciones *préstamo-pago*. La clave primaria de *pago* es {*número-préstamo*, *número-pago*} y la clave primaria de

FIGURA 2.22

La tabla *prestatario*

dni	*número-préstamo*
32112312	P-17
19283746	P-23
67789901	P-15
55555555	P-14
24466880	P-93
19283746	P-11
96396396	P-17
33557799	P-16

préstamo es {*número-préstamo*}. Como *préstamo-pago* no tiene atributos descriptivos, la tabla para *préstamo-pago* tendría dos columnas, *número-préstamo* y *número-pago*. La tabla para el conjunto de entidades *pago* tiene cuatro columnas, *número-préstamo*, *número-pago*, *fecha-pago* e *importe-pago*. Así, la tabla *préstamo-pago* es redundante. En general, la tabla para el conjunto de relaciones que une un conjunto de entidades débil con su correspondiente conjunto de entidades fuerte es redundante y no necesita ser representada en una representación tabular de un diagrama E-R.

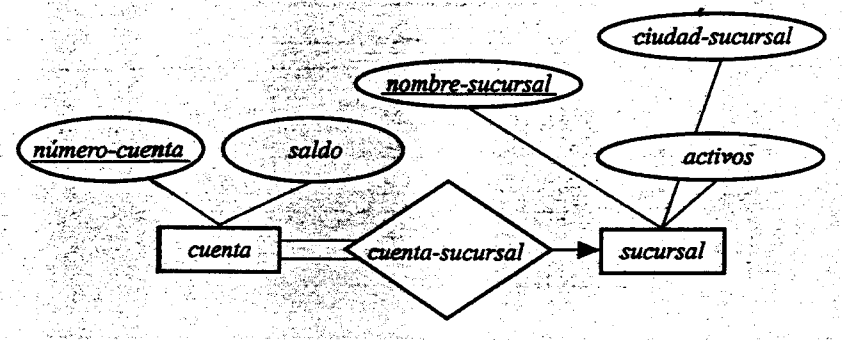
2.9.3.2. Combinación de tablas

Considérese un conjunto *AB* de relaciones varios a uno del conjunto de entidades *A* al conjunto de entidades *B*. Usando el esquema de construcción de tablas definido previamente se consiguen tres tablas: *A*, *B* y *AB*. Sin embargo, si hay una dependencia de existencia de *A* a *B* (es decir, para cada entidad *a* en *A*, la existencia de *a* depende de la existencia de alguna entidad *b* en *B*), entonces se pueden combinar las tablas *A* y *AB* para formar una única tabla consistente en la unión de las columnas de ambas tablas.

Como ilustración, considérese el diagrama E-R de la Figura 2.23. El conjunto de relaciones *cuenta-sucursal* es varios a uno desde *cuenta* a *sucursal*. Además, la doble línea del diagrama E-R indica que la participación de *cuenta* en *cuenta-sucursal* es total. Además, una cuenta no puede existir sin estar asociada con una sucursal particular. Por lo tanto se necesitan sólo las dos tablas siguientes:

FIGURA 2.23

Diagrama E-R



- *cuenta*, con los atributos *número-cuenta*, *saldo* y *nombre-cuenta*.
- *sucursal*, con los atributos *nombre-sucursal*, *ciudad-sucursal* y *activos*.

2.9.4. Atributos multivalorados

Se ha visto que los atributos en un diagrama E-R generalmente se asocian directamente en columnas para las tablas apropiadas. Los atributos multivalorados, sin embargo, son una excepción; para estos atributos se crean tablas nuevas.

Para un atributo multivalorado M se crea una tabla T con una columna C que corresponde a la clave primaria del conjunto de entidades o conjunto de relaciones del que M es atributo. Como ilustración, considérese el diagrama E-R descrito en la Figura 2.18. El diagrama incluye el atributo multivalorado *nombre-subordinado*. Para este atributo multivalorado se crea una tabla *nombre-subordinado* con columnas *nombres*, referenciando al atributo *nombre-subordinado* de *empleado*, y *dni-e*, representando la clave primaria del conjunto de entidades *empleado*. Cada subordinado de un empleado se representa como una única fila en la tabla.

2.9.5. Representación tabular de la generalización

Hay dos métodos diferentes para transformar a forma tabular un diagrama E-R que incluye generalización. Aunque la generalización a la que se va a hacer referencia es la de la Figura 2.15, para simplificar esta discusión se incluyen sólo los conjuntos de entidades de primer nivel de nivel más bajo, es decir, *cuenta-ahorro* y *cuenta-corriente*.

1. Crear una tabla para el conjunto de entidades de nivel más alto. Para cada conjunto de entidades de nivel más bajo, crear una tabla que incluya una columna para cada uno de los atributos de ese conjunto de entidades más una columna por cada atributo de la clave primaria del conjunto de entidades de nivel más alto. Así, para el diagrama E-R de la Figura 2.15 se tienen tres tablas:
   - *cuenta*, con atributos *número-cuenta* y *saldo*.
   - *cuenta-ahorro*, con atributos *número-cuenta* y *tipo-interés*.
   - *cuenta-corriente*, con atributos *número-cuenta* y *descubierto*.
2. Si la generalización es disjunta y completa —es decir, si ninguna entidad que pertenece al conjunto de entidades de nivel más alto es miembro de dos conjuntos de entidades de nivel más bajo, y si cada entidad del conjunto de entidades de nivel más alto también pertenece a uno de los conjuntos de entidades de nivel más bajo—, entonces hay una alternativa de representación posible. Aquí no se crea una tabla para el conjunto de entidades de nivel más alto. En su lugar, para cada conjunto de entidades de nivel más bajo se crea una tabla que incluya una columna por cada atributo del conjunto de entidades más una columna por *cada* atributo del conjunto de entidades de nivel más alto. Entonces, para el diagrama E-R de la Figura 2.15 se tienen dos tablas.
   - *cuenta-ahorro*, con atributos *número-cuenta, saldo* y *tipo-interés*.
   - *cuenta-corriente*, con atributos *número-cuenta, saldo* y *descubierto*.

   Las relaciones correspondientes a *cuenta-ahorro* y *cuenta-corriente* tienen *saldo* como clave primaria.

Si se usara el segundo método para una generalización solapada, algunos valores tales como saldo se almacenarían dos veces innecesariamente. Análogamente, si la generalización no fuera completa —es decir, si algunas cuentas no fueran ni de ahorros ni corrientes—, entonces tales cuentas no estarían representadas con el segundo método.

2.9.6. Representación tabular de la agregación

Transformar a forma tabular un diagrama E-R que incluya agregación es sencillo. Considérese el diagrama de la Figura 2.17. La tabla para el conjunto de relaciones *responsable-préstamo* incluye una columna para cada atributo de la clave primaria del conjunto de entidades *empleado* y del conjunto de relaciones *prestatario*. También incluiría una columna para los atributos descriptivos, si los hubiera, del conjunto de relaciones *responsable-préstamo*. Usando el mismo procedimiento que antes para el resto del diagrama, se crean las siguientes tablas:

- *cliente*, con atributos *nombre-cliente, dni, calle-cliente* y *ciudad-cliente*.
- *préstamo*, con atributos *número-préstamo* e *importe*.
- *prestatario*, con atributos *dni* y *número-préstamo*.
- *empleado*, con atributos *dni-e, nombre-empleado* y *número-teléfono*.
- *responsable-préstamo*, con atributos *dni, número-préstamo* y *dni-e*.

2.10. RESUMEN

El modelo de datos entidad-relación (E-R) se basa en una percepción del mundo real consistente en un conjunto de objetos básicos llamados *entidades* y en *relaciones* entre esos objetos. El modelo está pensado principalmente para el proceso de diseño de la base de datos. Fue desarrollado para facilitar el diseño permitiendo la especificación de un *esquema de la empresa*. Tal esquema representa una estructura lógica general de la base de datos. Esta estructura general se puede expresar gráficamente mediante un diagrama E-R.

Una *entidad* es un objeto que existe y es distinguible de otros objetos. Se realiza la distinción asociando con cada entidad un conjunto de atributos que describen el objeto. Una *relación* es una asociación entre diferentes entidades. La colección de todas las entidades del mismo tipo es un *conjunto de entidades*, y la colección de todas las relaciones del mismo tipo es un *conjunto de relaciones*.

La *correspondencia de cardinalidades* expresa el número de entidades a las que otra entidad se puede asociar a través de un conjunto de relaciones. Otra forma de ligadura es la *dependencia de existencia*, que especifica que la existencia de la entidad x depende de la existencia de la entidad y.

Una tarea importante en la base de datos que se modela es especificar cómo se distinguen las entidades y las relaciones. Conceptualmente, las entidades individuales y las relaciones son distintas; desde una perspectiva de bases de datos, sin embargo, sus diferencias se deben expresar en términos de sus atributos. Para hacer tales distinciones se asigna una *clave primaria* a cada conjunto de entidades. La clave primaria es un conjunto de uno o más atributos que, tomados colectivamente, permiten identificar de forma única una entidad en un conjunto de entidades y una relación en un conjunto de relaciones. Un conjunto de entidades que no tiene suficientes atributos para formar una clave primaria se denomina *conjunto de entidades débil*. Un conjunto de entidades que tiene una clave primaria se denomina *conjunto de entidades fuerte*.

La *especialización* y *generalización* define una relación de continentes entre un conjunto de entidades de nivel más alto y uno o más conjuntos de entidades de nivel más bajo. La especialización es el resultado de tomar un subconjunto de un conjunto de entidades de nivel más alto para formar un conjunto de entidades de nivel más bajo. La generalización es el resultado de tomar la unión de dos o más conjuntos de entidades disjuntos (de nivel más bajo) para producir un conjunto de entidades de nivel más alto. Los atributos de los conjuntos de entidades de nivel más alto los heredan los conjuntos de entidades de nivel más bajo.

Una limitación del modelo E-R es que no puede expresar relaciones entre relaciones. La solución es usar *agregación*, una abstracción en la que los conjuntos de relaciones se tratan como conjuntos de entidades de nivel más alto. Así, un conjunto de relaciones y sus conjuntos de entidades asociados se puede ver como una entidad de nivel más alto que se trata de la misma forma que cualquier otra entidad.

Las diferentes características de modelo E-R ofrecen al diseñador de bases de datos numerosas decisiones de cómo representar mejor el desarrollo que se modela. Los conceptos y objetos pueden, en ciertos casos, representarse mediante entidades, relaciones o atributos. Ciertos aspectos de la estructura global del desarrollo se pueden describir mejor usando conjuntos de entidades débiles, generalización, especialización o agregación. A menudo, el diseñador debe sopesar las ventajas de un modelo simple y compacto frente a aquellos más precisos pero más completos.

Una base de datos que se representa en un diagrama E-R se puede representar mediante una colección de tablas. Para cada conjunto de entidades y para cada conjunto de relaciones de la base de datos hay una única tabla a la que se le asigna el nombre del conjunto de entidades o del conjunto de relaciones correspondiente. Cada tabla tiene un número de columnas, cada una de las cuales tiene un nombre único. La conversión de una representación de bases de datos en un diagrama E-R a un formato de tabla se basa en la derivación de un diseño de bases de datos relacional desde un diagrama E-R.

EJERCICIOS

2.1. Explíquense las diferencias entre los términos clave primaria, clave candidata y superclave.

2.2. Constrúyase un diagrama E-R para una oficina de registro de una universidad. La oficina mantiene datos acerca de cada clase, incluyendo el profesor, la matrícula, y la hora y lugar de las clases. Para cada par estudiante-clase se almacena una nota. Documéntense todas las decisiones que se hagan acerca de ligaduras de correspondencia.

2.3. Constrúyase un diagrama E-R para una compañía de seguros de coches que tiene un conjunto de clientes, cada uno de los cuales posee uno o más coches. Cada coche tiene asociado un número de cero a cualquier valor que almacena el número de accidentes.

2.4. Constrúyase un diagrama E-R para un hospital con un conjunto de pacientes y un conjunto de médicos. Asóciese con cada paciente un registro de las diferentes pruebas y exámenes realizados.

2.5. Constrúyanse las tablas apropiadas para cada uno de los diagramas E-R de los Ejercicios 2.2 al 2.4.

2.6. Explíquense las diferencias entre conjunto de entidades débil y fuerte.

2.7. Se puede convertir cualquier conjunto de entidades débil en un conjunto de entidades fuerte simplemente añadiendo los atributos apropiados. ¿Por qué, entonces, se tienen conjuntos de entidades débiles?

2.8. Defínase el concepto de agregación. Propónganse ejemplos para los que este concepto es útil.

2.9. Considérese un diagrama E-R en el que el mismo conjunto de entidades aparece varias veces. ¿Por qué está permitida esta redundancia, una mala práctica que se debería evitar siempre que sea posible?

2.10. Considérese una base de datos de una universidad para la planificación de las aulas para los exámenes finales. Esta base de datos se modelaría mediante un único conjunto de entidades *examen*, con atributos *nombre-curso*, *número-sección*, *número-aula* y *hora*. Alternativamente, se podrían definir uno o más conjuntos de entidades, con conjuntos de relaciones para sustituir algunos de los atributos del conjunto de entidades *examen*, como

- *curso* con atributos *nombre*, *departamento* y *número-c*.
- *sección* con atributos *número-s* y *matriculados*, que es un conjunto de entidades débil dependiente de *curso*.
- *aula* con atributos *número-a*, *capacidad* y *edificio*.

a) Muéstrese en un diagrama E-R el uso de los tres conjuntos de entidades adicionales listados.

b) Explíquese las características que influirían en la decisión de incluir o no incluir cada uno de los conjuntos de entidades adicionales.

2.11. Cuando se diseña un diagrama E-R para un desarrollo particular, se tienen varias alternativas entre las que hay que decidir.

a) ¿Qué criterio se deberá considerar para hacer la elección apropiada?

b) Diséñense tres alternativas de diagrama E-R para representar la oficina de registro de la universidad del Ejercicio 2.2. Lístense las ventajas de cada uno. Decídase por una de las alternativas.

2.12. Un diagrama E-R se puede ver como un grafo. ¿Qué significan los siguientes términos de estructura en un esquema de desarrollo?

a) El grafo es inconexo.

b) El grafo es acíclico.

2.13. En el Apartado 2.2.3 se representó una relación ternaria (Fig. 24a) usando relaciones binarias, como se muestra en la Figura 2.24b.

FIGURA 2.24

Diagrama E-R para el Ejercicio 2.13
(no se muestran los atributos)

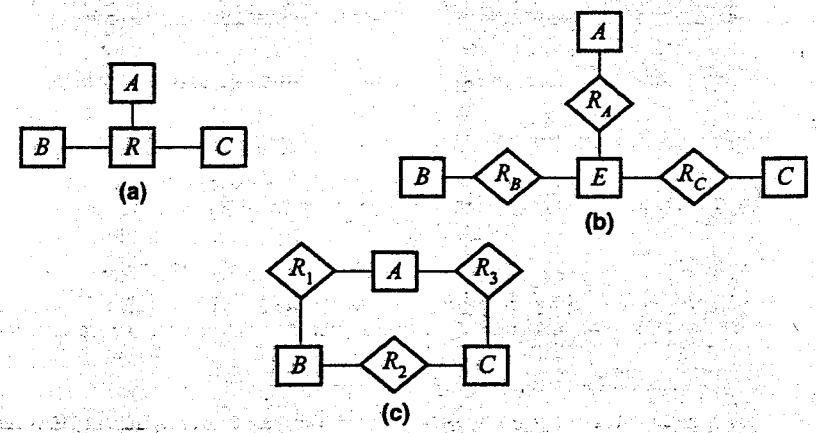
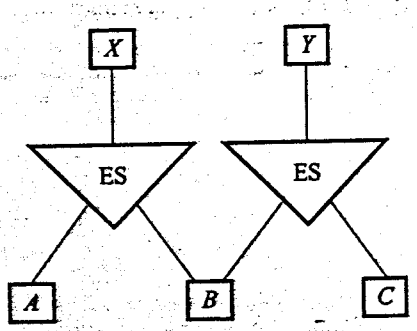


FIGURA 2.25

Diagrama E-R para el Ejercicio 2.18 (no se muestran los atributos)



Considérese la alternativa mostrada en la Figura 2.24c. Discútanse las ventajas relativas a estas dos representaciones alternativas entre una relación ternaria y relaciones binarias.

2.14. Diséñese una jerarquía de especialización-generalización para las ventas de una compañía de vehículos de motor. La compañía vende motocicletas, coches de pasajeros, furgonetas y autobuses. Justifíquese la colocación de los atributos en cada nivel de la jerarquía. Explíquese por qué se deberían colocar en un nivel más alto o más bajo.

2.15. Explíquese la distinción entre las ligaduras de diseño definidas por condición y las definidas por el usuario. ¿Cuáles de estas ligaduras se pueden comprobar automáticamente? Explíquese la respuesta.

2.16. Explíquese la distinción entre las ligaduras disjunto y solapado. Explíquese la respuesta.

2.17. Explíquese la distinción entre las ligaduras total y parcial. Explíquese la respuesta.

2.18. En la Figura 2.25 se muestra una estructura de generalización y especialización. Para los conjuntos de entidades *A*, *B* y *C*, explíquese cómo se heredan los atributos desde los conjuntos de entidades de nivel más alto *X* e *Y*. Discútase cómo manejar un caso en que un atributo de *X* tiene el mismo nombre que un atributo de *Y*.

2.19. Considérense dos bancos separados que deciden fusionarse. Asúmase que ambos bancos usan exactamente el mismo esquema de bases de datos E-R, el de la Figura 2.18 (obviamente, esta suposición es muy irreal; se considera un caso más realista en el Apartado 18.9). Si la fusión del banco tiene una única base de datos, hay varios problemas potenciales:

- La posibilidad de que los dos bancos originales tengan sucursales con el mismo nombre.
- La posibilidad de que algunos clientes sean clientes de ambos bancos originales.
- La posibilidad de que algunos números de préstamo o de cuenta fueran usados en ambos bancos originales (para diferentes préstamos o cuentas, por supuesto).

Para cada uno de estos problemas potenciales, describase por qué existen de hecho dificultades potenciales. Propóngase una solución a este problema. Explíquese cualquier cambio que se tendría que hacer para la solución y descríbase cómo afecta al esquema y a los datos.

2.20. Reconsidérese la situación descrita en el Ejercicio 2.19 bajo la suposición de que un banco está en España y el otro en Portugal. Por lo tanto, los bancos usan el esquema de la Figura 2.18, excepto que el banco portugués usa un número de identificación asignado por el gobierno portugués, mientras que el banco español usa el DNI español, como se ha asumido a lo largo de este capítulo. ¿Qué problemas (además de los identificados en el Ejercicio 2.19) ocurrirían en este caso multinacional? ¿Cómo se podrían resolver? Asegúrese de considerar ambos esquemas y los valores de los datos actuales en la construcción de la respuesta.

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

El modelo de datos E-R fue introducido por Chen [1976]. Teorey et al. [1986] usó una metodología de diseño lógico para bases de datos relacionales que usa el modelo E-R extendido. La asociación de los modelos E-R extendido al modelo relacional se discutió por Lyngbaek y Vianu [1987], y por Marlowitz y Shoshani [1992].

Se han propuesto varios lenguajes de manipulación de datos para el modelo E-R: GERM [Benneworth et al. 1981], GORDAS [ElMasri y Wiederhold 1981] y ERROL [Markowitz y Raz 1983]. Un lenguaje de consulta gráfico para las bases de datos E-R se propuso por Zhang y Mendelzon [1983], y por

ElMasri y Larson [1985]. Parent y Spaccapietra [1985] presentan un álgebra para un modelo general E-R. Campbell et al. [1985] presentó un lenguaje para el modelo E-R que es equivalente en poder expresivo al álgebra y cálculo relacionales (véase Capítulo 3). En Gogolla y Hohenstein [1991] se presentó un lenguaje E-R con semántica matemática formal.

Los conceptos de generalización, especialización y agregación se introdujeron por Smith y Smith [1977], y se extendieron en Hammer y McLeod [1981]. Lenzerini y Santucci [1983] han usado estos conceptos para definir las ligaduras cardinales del modelo E-R. Di Battista y Lenzerini [1989] dieron una semántica basada en lógica para una variación del modelo E-R.

Batini et al. [1992] y ElMasri y Navathe [1994] ofrecen un texto de discusiones básicas.