

Diseño de Bases de Datos y el Modelo E-R

Profesor:

Máster Carlos Carranza Blanco

Diseño e Implementación de Bases de Datos

Ingeniería del Software

17/3/2022

Basado en el libro Fundamentos de Bases de Datos 6ª Ed.

Silberschatz – Korth – Sudarshan / capítulo 7.

Agenda



- Explicación primer proyecto.
- Explicación tarea
- Presentación Modelo E-R
- Práctica 1.1
- Práctica 1.2

Visión general del proceso de diseño



- Las necesidades de los usuarios desempeñan un papel central en el proceso de diseño.
- El diseño de un entorno completo de aplicaciones de bases de datos que responda a las necesidades de la empresa que se está modelando exige prestar atención a un amplio conjunto de consideraciones.
- Estos aspectos adicionales del uso esperado de la base de datos influyen en gran variedad de opciones de diseño en los niveles físico, lógico y de vistas.

Fases del diseño



- Frecuentemente no existe una sola persona que comprenda todas las necesidades de datos de la aplicación. El diseñador de la base de datos debe interactuar con los usuarios para comprender las necesidades de la aplicación; realizar una representación de alto nivel de esas necesidades, que pueda ser comprendida por los usuarios, y luego traducir esos requisitos a niveles inferiores del diseño.
- **Caracterización completa de las necesidades de datos** de los posibles usuarios de la base de datos. El resultado de esta fase es una especificación de requisitos del usuario.
- **Elegir el modelo de datos** y traduce estos requisitos en un esquema conceptual de la base de datos. Se suele emplear el modelo entidad-relación, dando como resultado un diagrama entidad-relación que ofrece una representación gráfica del esquema. Su atención en este momento se centra en describir los datos y sus relaciones, más que en especificar los detalles del almacenamiento físico.

Fases del diseño...

- En la **especificación de requisitos funcionales** los usuarios describen los tipos de operaciones (o transacciones) que se llevarán a cabo sobre los datos. En esta fase de diseño conceptual, el diseñador puede revisar el esquema para asegurarse de que satisface los requisitos funcionales.
- El paso desde el modelo abstracto de datos a la implementación de la base de datos se divide en dos fases de diseño finales:
 - En la **fase de diseño lógico**, el diseñador traduce el esquema conceptual de alto nivel al modelo de datos de la implementación del sistema de bases de datos que se va a usar. El modelo de implementación de los datos suele ser el modelo relacional, y este paso suele consistir en la traducción del esquema conceptual definido mediante el modelo entidad-relación en un esquema de relación.
 - Finalmente, el diseñador usa el esquema de base de datos resultante propio del sistema en la siguiente **fase de diseño físico**, en la que se especifican las características físicas de la base de datos. Entre estas características están la forma de organización de los archivos y las estructuras de almacenamiento interno.

Alternativas de diseño

- Una parte importante del proceso de diseño de las bases de datos consiste en decidir la manera de representar los diferentes tipos de «cosas», como personas, lugares, productos y similares. Se usa **el término entidad** para hacer referencia a cualquiera de esos elementos claramente identificables.
- Al diseñar hay que asegurarse de que se evitan dos peligros importantes:
 - **Redundancia:** un mal diseño puede repetir información. El mayor problema con esta representación redundante de la información es que las copias de una determinada información se pueden convertir en inconsistentes si dicha información se actualiza sin tener la precaución de actualizar todas las copias de la misma.
 - **Incompletitud:** un mal diseño puede hacer que determinados aspectos de la empresa resulten difíciles o imposibles de modelar.

El Modelo Entidad - Relación



- Ofrece una manera de identificar las entidades que se van a representar en la base de datos y el modo en que se relacionan entre sí. Finalmente, el diseño de la base de datos se expresará en términos del diseño de bases de datos relacionales y del conjunto de restricciones asociado.
- El diseño E-R puede transformarse en un conjunto de esquemas de relación e incluir algunas de las restricciones en el diseño.
- El modelo de datos E-R emplea tres conceptos básicos: los conjuntos de **entidades**, los conjuntos de **relaciones** y los **atributos**. El modelo entidad-relación también tiene asociada una representación en forma de diagramas, los diagramas E-R.

Conjuntos de entidades



- Una entidad es una «cosa» u «objeto» del mundo real que es distinguible de todos los demás objetos. Una entidad tiene un conjunto de propiedades, y los valores de algún conjunto de propiedades pueden identificar cada entidad de forma unívoca.
- Las entidades pueden ser concretas, como las personas o los libros, o abstractas, como las asignaturas, las ofertas de asignaturas o una reserva de un vuelo.
- Un conjunto de entidades agrupa entidades del mismo tipo que comparten propiedades o atributos. En el proceso de modelado normalmente hablamos de conjunto de entidades en abstracto, sin aludir a ningún conjunto de entidades individuales.

Conjuntos de entidades...

- Las bases de datos incluyen una serie de conjuntos de entidades, cada una de las cuales contiene cierto número de entidades del mismo tipo.

76766		Crick
45565		Katz
10101		Srinivasan
98345		Kim
76543		Singh
22222		Einstein

profesor

98988		Tanaka
12345		Shankar
00128		Zhang
76543		Brown
76653		Aoi
23121		Chávez
44553		Peltier

estudiante

Figura 7.1. Conjuntos de entidades *profesor* y *estudiante*.

Conjuntos de relaciones



- Una **relación** es una asociación entre varias entidades. Un **conjunto de relaciones** es un conjunto de relaciones del mismo tipo.
- La asociación entre conjuntos de entidades se conoce como **participación**.
- La función que desempeña una entidad en una relación se denomina **rol** de esa entidad. Como los conjuntos de entidades que participan en un conjunto de relaciones, generalmente, son distintos, los roles están implícitos y no se suelen especificar. Sin embargo, resultan útiles cuando el significado de una relación necesita aclaración.
- Cuando los conjuntos de entidades de una relación no son distintos, se llaman **conjunto de relaciones recursivo**, en estas relaciones son necesarios los nombres explícitos para los roles.

Conjuntos de relaciones...

- Una relación puede también tener atributos denominados atributos descriptivos.
- Cada ejemplar de una relación de un conjunto de relaciones determinado debe identificarse unívocamente a partir de sus entidades participantes, sin usar los atributos descriptivos.

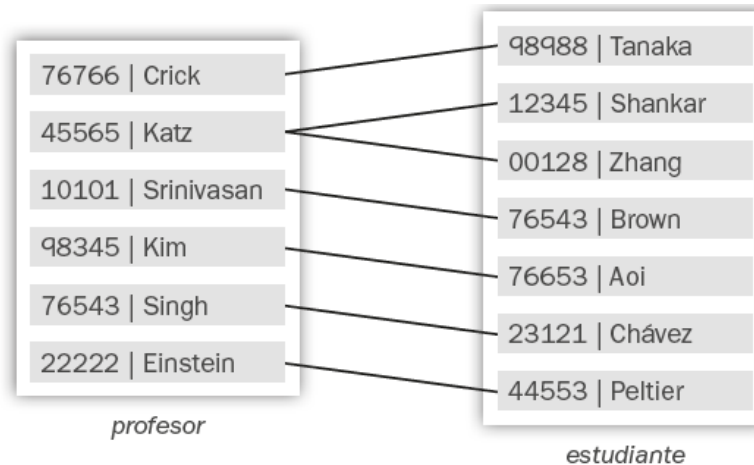


Figura 7.2. Conjunto de relaciones *tutor*.

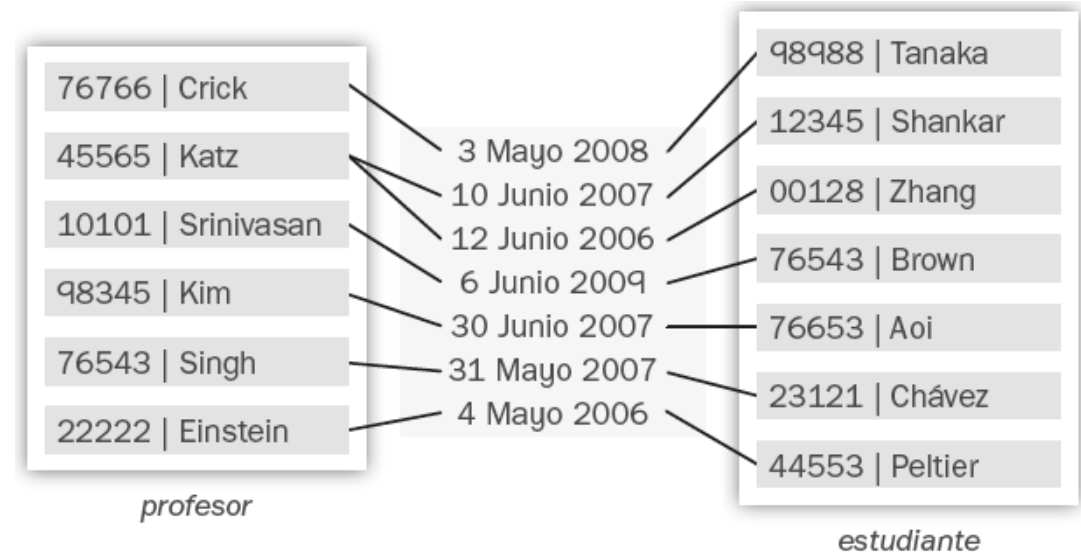


Figura 7.3. *fecha* como atributo del conjunto de relaciones *tutor*.

Atributos



- Para cada atributo hay un conjunto de valores permitidos, denominados dominio o conjunto de valores de ese atributo.
- Cada atributo de un conjunto de entidades es una función que asigna el conjunto de entidades a un dominio. Dado que el conjunto de entidades puede tener varios atributos, cada entidad se puede describir mediante un conjunto de pares (atributo, valor), un par por cada atributo del conjunto de entidades.
- Los valores de los atributos que describen cada entidad constituyen una parte significativa de los datos almacenados en la base de datos.

Atributos...

- Cada atributo, tal y como se usa en el modelo E-R, se puede caracterizar por los siguientes tipos de atributo:
- **Atributos simples y compuestos:** Los compuestos, se pueden dividir en subpartes, es una buena elección si el usuario desea referirse a un atributo completo en algunas ocasiones y, en otras, solamente a algún componente del atributo.
- **Atributos monovalorados y multivalorados:** Los monovalorados tienen un único valor para cada entidad concreta, por el contrario los multivalorados podrían tener un conjunto de valores para una entidad concreta. Para indicar que un atributo es multivalorado se encierra entre llaves, por ejemplo {número_teléfono}.

Atributos...

- **Atributos derivados:** El valor de este tipo de atributo se puede obtener a partir del valor de otros atributos o entidades relacionados, por ejemplo cantidad de alumnos, edad si ya se almacena fecha de nacimiento... El valor de los atributos derivados no se almacena, sino que se calcula cada vez que hace falta.
- Los atributos toman valores **nulos** cuando las entidades no tienen ningún valor para ese atributo. El valor nulo también puede indicar «no aplicable», es decir, que el valor no existe para esa entidad.

Restricciones

- **Correspondencia de cardinalidades:** Expresa el número de entidades a las que otra entidad se puede asociar mediante un conjunto de relaciones, resulta muy útil para describir conjuntos de relaciones binarias, aunque pueda contribuir a la descripción de conjuntos de relaciones que impliquen más de dos conjuntos de entidades.

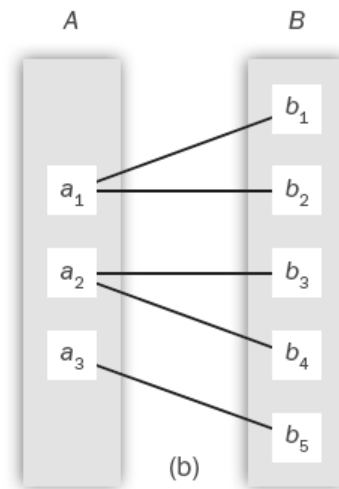
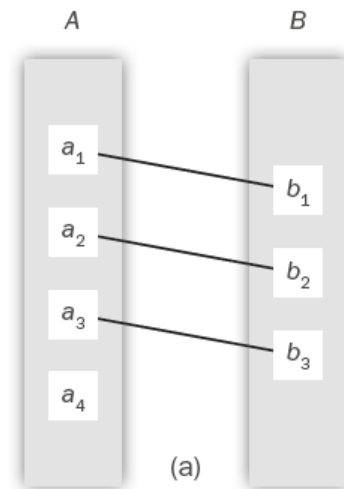


Figura 7.5. Correspondencia de cardinalidades (a) Uno a uno. (b) Uno a varios.

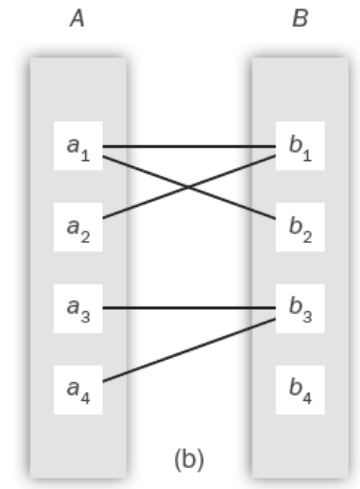
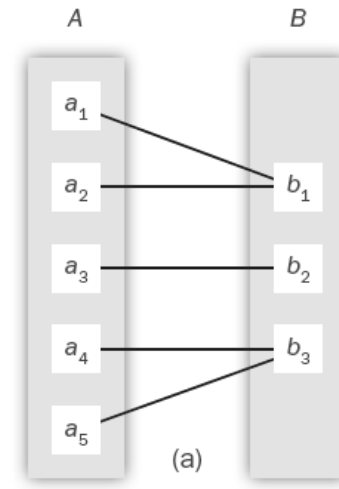


Figura 7.6. Correspondencia de cardinalidades. (a) Varios a uno. (b) Varios a varios.

Restricciones...

- **De participación:** Se dice que la participación de un conjunto de entidades E en un conjunto de relaciones R es total si cada entidad de E participa, al menos, en una relación de R . Si solo algunas entidades de E participan en relaciones de R , se dice que la participación del conjunto de entidades E en la relación R es parcial.
- **Claves:** Es necesario tener una forma de especificar la manera de distinguir las entidades pertenecientes a un conjunto de entidades dado. Conceptualmente, cada entidad es distinta; desde el punto de vista de las bases de datos, sin embargo, la diferencia entre ellas se debe expresar en términos de sus atributos. Por lo tanto, los valores de los atributos de cada entidad deben ser tales que permitan identificar unívocamente a esa entidad. Las claves también ayudan a identificar relaciones de forma única y, por tanto, permiten distinguir unas relaciones de otras.

Eliminar atributos redundantes de un conjunto de entidades



- Una vez elegidas las entidades y sus correspondientes atributos, se forman los conjuntos de relaciones entre las distintas entidades. Estos conjuntos de relaciones pueden llevar a situaciones en las que los atributos de algunos conjuntos de entidades sean redundantes y se necesite eliminarlos de los conjuntos de entidades originales.
- Por ejemplo, tanto en una entidad profesor como en una departamento sería normal encontrar un atributo nombre_dep, esto si las analizamos por aparte. Si se modela que cada profesor tiene asociado un departamento el nombre del departamento aparece en ambos conjuntos, por lo que sería redundante y habría que eliminarlo en el conjunto de entidades de profesor.

Eliminar atributos redundantes de un conjunto de entidades...



- Eliminar el atributo nombre_dept del conjunto de entidades profesor parece ser un tanto contraintuitivo por la relación, sin embargo, cuando se crea un esquema relacional de un diagrama E-R, el atributo nombre_dept de hecho se añade a la relación profesor, pero solo si cada profesor tiene asociado como mucho un departamento.
- Si un profesor tiene asociado más de un departamento, la relación entre profesores y departamentos se registra en una relación distinta profesor_dept.
- Al realizar la conexión entre profesores y departamentos de manera uniforme como una relación, en lugar de como un atributo de profesor, consigue que la relación sea explícita y ayuda a evitar una suposición prematura de que cada profesor está asociado solo con un departamento.

Ejemplo Modelado E-R

Para el ejemplo de la universidad, a continuación se da la lista de conjuntos de entidades y sus atributos, donde se subrayan las claves primarias.

- **aula:** con atributos (edificio, núm_aula, *capacidad*).
- **departamento:** con atributos (nombre_dept, *edificio*, *presupuesto*).
- **asignatura:** con atributos (asignatura_id, *nombre_asig*, *créditos*).
- **profesor:** con atributos (ID, *nombre*, *sueldo*).
- **sección:** con atributos (asignatura_id, secc_id, semestre, *año*).
- **estudiante:** con atributos (ID, *nombre*, *tot_créd*).
- **franja_horaria:** con atributos (franja_horaria_id, {(*día*, *hora_inicio*, *hora_fin*)}).

Los conjuntos de relaciones del diseño son los siguientes:

- **profesor_dept:** relaciona profesores con departamentos.
- **estudiante_dept:** relaciona estudiantes con departamentos.
- **enseña:** relaciona profesores con secciones.
- **matricula:** relaciona estudiantes con secciones, con el atributo descriptivo *nota*.
- **asignatura_dept:** relaciona asignaturas con departamentos.
- **secc_asignatura:** relaciona secciones con asignaturas.
- **secc_aula:** relaciona secciones con aulas.
- **secc_franja_horaria:** relaciona secciones con franjas horarias.
- **tutor:** relaciona estudiantes con profesores.
- **prerreq:** relaciona asignaturas con prerrequisitos de asignaturas.

Diagramas entidad-relación

- Pueden expresar gráficamente la estructura lógica general de las bases de datos. Los diagramas E-R son sencillos y claros, cualidades que pueden ser responsables en gran parte de la popularidad del modelo E-R.
- **Estructura básica:**
 - Rectángulos divididos en dos partes, que representan conjuntos de entidades.
 - Rombos, que representan conjuntos de relaciones.
 - Rectángulos sin dividir, que representan los atributos de un conjunto de relaciones. Los atributos que forman parte de la clave primaria aparecen subrayados.
 - Líneas, que unen conjuntos de entidades con conjuntos de relaciones.
 - Líneas discontinuas, que unen atributos de un conjunto de relaciones con conjuntos de relaciones.

Diagramas entidad-relación...

- Estructura básica...:
 - Líneas dobles, que indican la participación total de una entidad en un conjunto de relaciones.
 - **Rombos dobles**, que representan conjuntos de relaciones identificadas que se unen a conjuntos de entidades débiles.

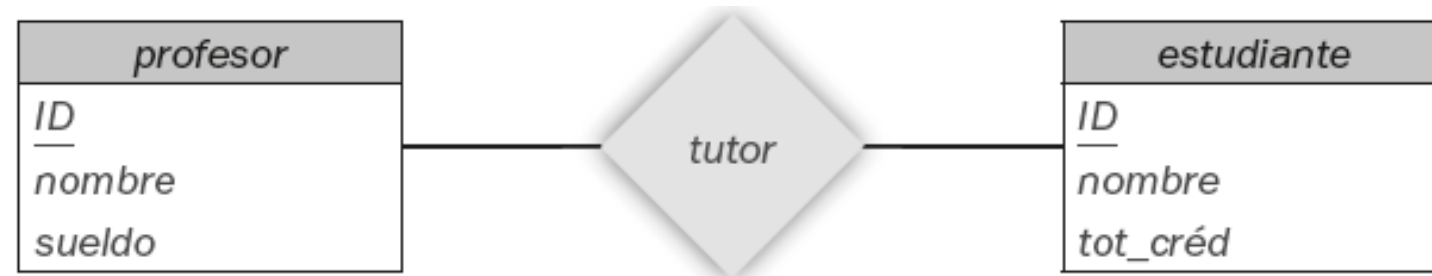
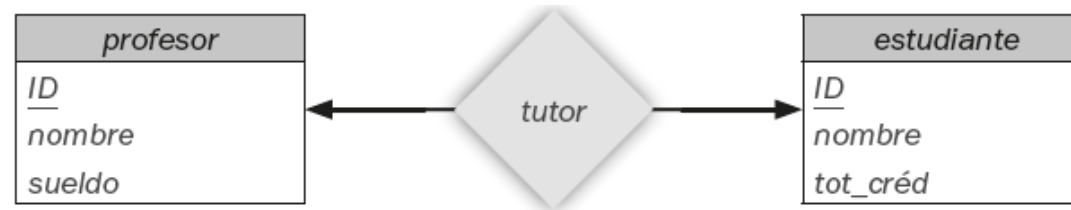


Figura 7.7. Diagrama E-R correspondiente a profesores y estudiantes.

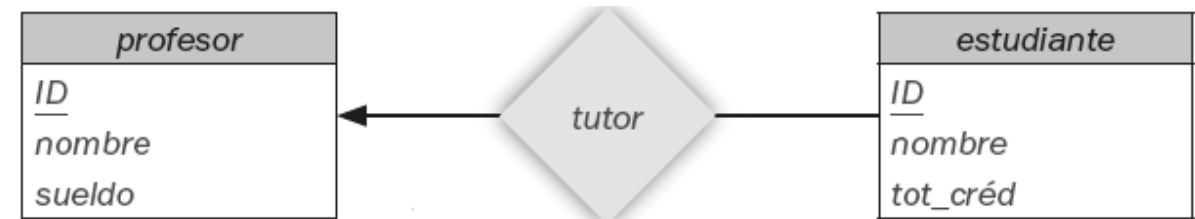
Diagramas entidad-relación...

- Correspondencia de cardinalidades:

- Uno a uno:** se dibuja una línea dirigida desde el conjunto de relaciones tutor tanto al conjunto de entidades profesor como a estudiante. Esto indica que un profesor puede ser tutor de, como mucho, un estudiante, y un estudiante puede tener, como mucho, un tutor.

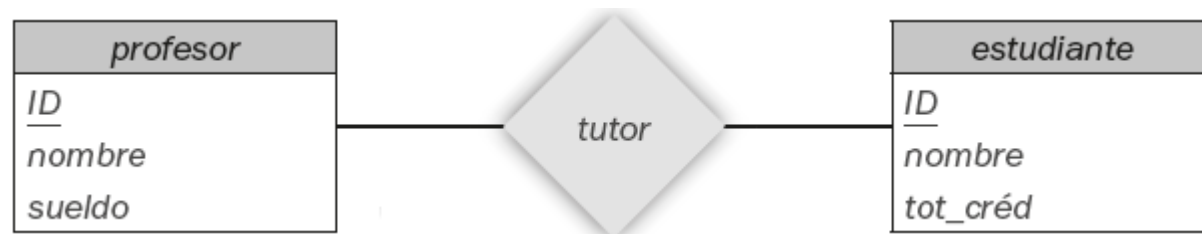


- Uno a varios:** se dibuja una línea dirigida desde el conjunto de relaciones tutor al conjunto de entidades profesor y una línea sin dirección al conjunto de entidades estudiante. Esto indica que un profesor puede ser tutor de varios estudiantes, pero un estudiante puede tener, como mucho, un tutor.



Diagramas entidad-relación...

- **Correspondencia de cardinalidades...:**
 - **Varios a uno:** se dibuja una línea sin dirección desde el conjunto de relaciones tutor al conjunto de entidades profesor y una línea dirigida al conjunto de entidades estudiante. Esto indica que un profesor puede ser tutor de, como mucho, un estudiante, pero un estudiante puede tener varios tutores.
 - **Varios a varios:** se dibuja una línea sin dirección desde el conjunto de relaciones tutor a los conjuntos de entidades profesor y estudiante. Esto indica que un profesor puede ser tutor de varios estudiantes y un estudiante puede tener varios tutores.



Diagramas entidad-relación...

- Correspondencia de cardinalidades...:
 - Los diagramas E-R también proporcionan una forma de indicar restricciones más complejas sobre el número de veces que una entidad participa en una relación de un conjunto de relaciones. Una línea puede tener asociada una cardinalidad mínima y máxima, de la forma $l...h$, donde l es el mínimo y h el máximo de cardinalidad.
 - Un valor máximo de 1 indica que la entidad participa, como mucho, en una relación, mientras que un valor máximo de $*$ indica que no existe límite.

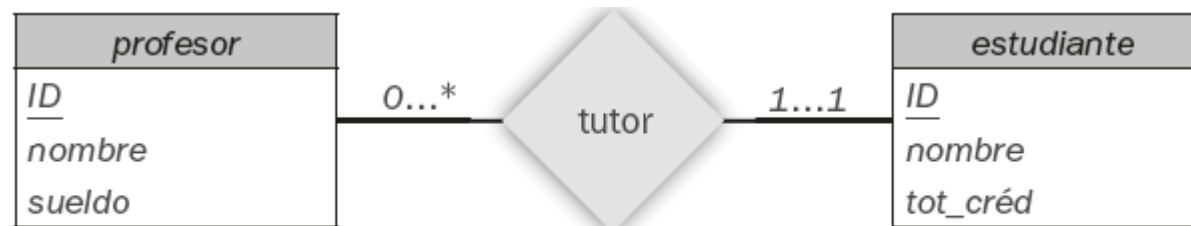


Figura 7.10. Límites de cardinalidad en los conjuntos de relaciones.

Diagramas entidad-relación...

- Atributos complejos:

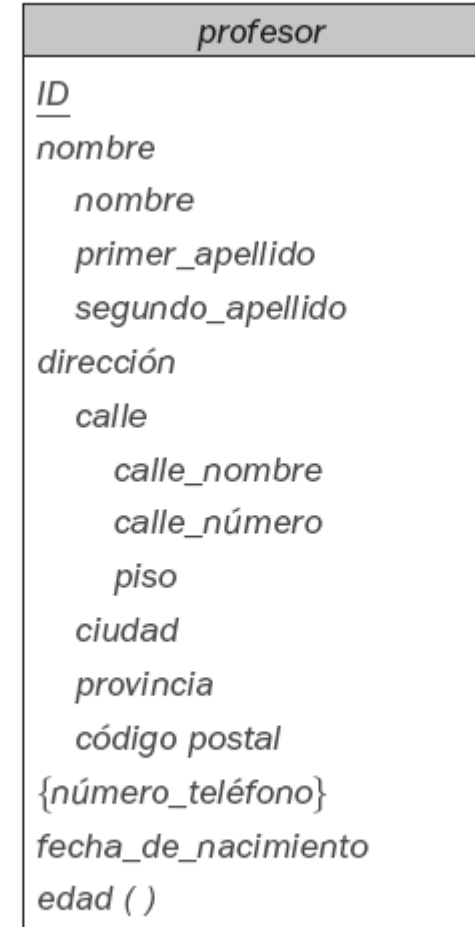


Figura 7.11. Diagrama E-R con atributos compuestos, multivalorados y derivados.

Diagramas entidad-relación...

- Roles:

- Los roles se indican en un diagrama E-R etiquetando las líneas que conectan los rombos con los rectángulos.

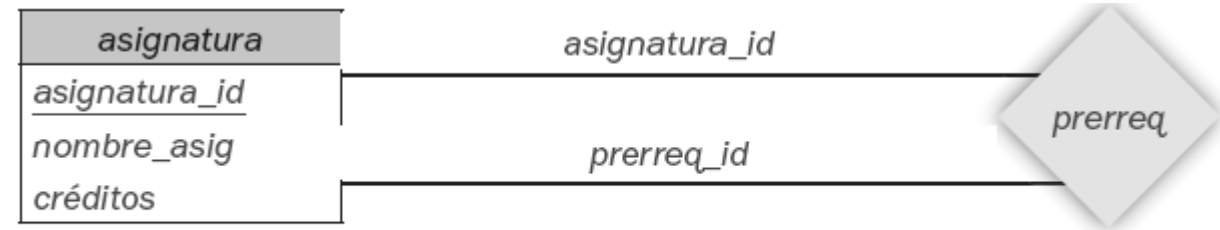


Figura 7.12. Diagrama E-R con indicadores de roles.

- Conjunto de relaciones no binarias:

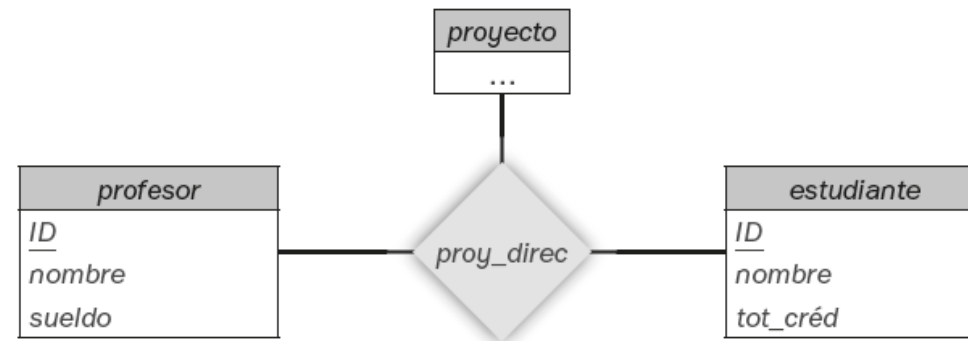


Figura 7.13. Diagrama E-R con una relación ternaria.

Diagramas entidad-relación...



- Conjunto de entidades débiles:

- Son los conjuntos de entidades que no tienen suficientes atributos para formar una clave primaria, las que sí se denominan conjunto de entidades **fuertes**.
- Para que tengan sentido debe estar asociado con otro conjunto de entidades, denominado conjunto de entidades **identificadoras** o propietarias. La relación que asocia el conjunto de entidades débiles con el conjunto de entidades identificadoras se denomina **relación identificadora**.
- Requieren un **discriminador**, que es un conjunto de atributos que permite que se haga una distinción entre todas las entidades del conjunto de entidades débiles que dependen de una entidad fuerte concreta.
- La clave primaria de un conjunto de entidades débiles se forma con la clave primaria del conjunto de entidades identificadoras y el discriminador.

Diagramas entidad-relación...

- **Conjunto de entidades débiles...:**

- En los diagramas E-R, un conjunto de entidades débiles se dibuja con un rectángulo, como un conjunto de entidades fuerte, pero con dos diferencias:
 - El discriminador de una entidad débil se subraya con una línea discontinua en lugar de con una continua.
 - El conjunto de relaciones que conecta los conjuntos de entidades débiles con el conjunto de entidades fuertes identificadoras se dibuja con un rombo doble.



Figura 7.14. Diagrama E-R con un conjunto de entidades débiles.

Diagramas entidad-relación...

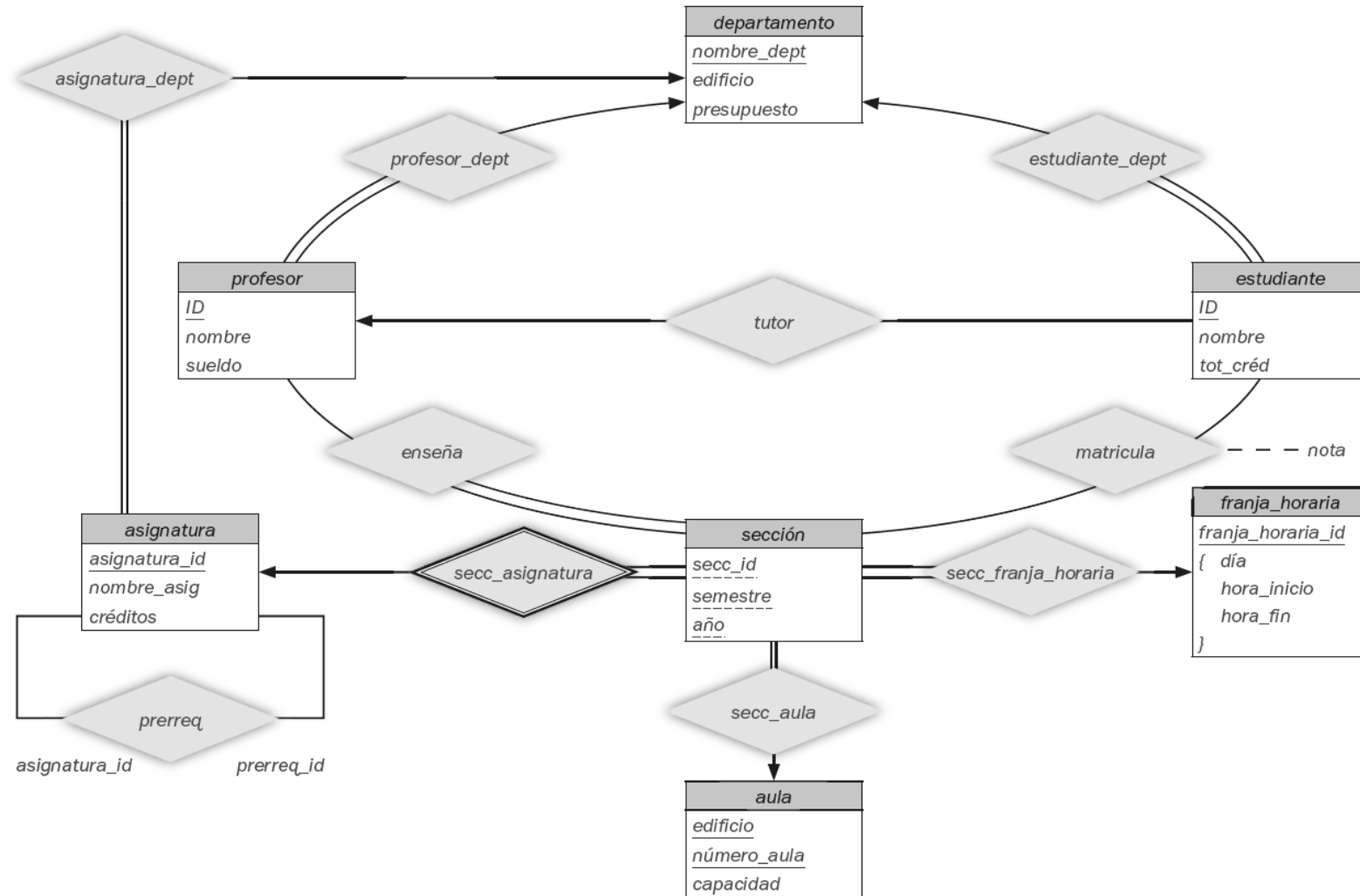


Figura 7.15. Diagrama E-R para una universidad.

Reducción a esquemas relacionales



- Las bases de datos que se ajustan a un esquema de bases de datos E-R se pueden representar mediante conjuntos de esquemas de relación. Para cada conjunto de entidades y para cada conjunto de relaciones de la base de datos hay un solo esquema de relación a la que se asigna el nombre del conjunto de entidades o del conjunto de relaciones correspondiente.
- Tanto el modelo E-R de bases de datos como el relacional son representaciones abstractas y lógicas de empresas del mundo real. Como los dos modelos usan principios de diseño parecidos, los diseños E-R se pueden convertir en diseños relacionales.

Reducción a esquemas relacionales...



- Representación de los conjuntos de entidades fuertes con atributos simples:
 - Sea E un conjunto de entidades fuertes con los atributos descriptivos a_1, a_2, \dots, a_n . Esta entidad se representa mediante un esquema denominado E con n atributos distintos. Cada tupla de las relaciones de este esquema corresponde a una entidad del conjunto de entidades E .
 - Para los esquemas derivados de los conjuntos de entidades fuertes, la clave primaria del conjunto de entidades sirve de clave primaria de los esquemas resultantes. Esto se deduce directamente del hecho de que cada tupla corresponde a una entidad concreta del conjunto de entidades.

Reducción a esquemas relacionales...



- Representación de los conjuntos de entidades fuertes con atributos complejos:
 - Se tratan los atributos compuestos creando atributos separados para cada uno de los atributos componentes; no se crea un atributo separado para la composición de sus atributos compuestos.
 - Los atributos multivalorados se tratan de forma diferente al resto de atributos. Ya se ha visto que los atributos de un diagrama E-R se corresponden directamente con los atributos de los esquemas de relación apropiados. Sin embargo, los atributos multivalorados son una excepción; se crean nuevos esquemas de relación para ellos.
 - Los atributos derivados no se representan explícitamente en el modelo de datos relacional. Sin embargo, se representan como «métodos» en otros modelos de datos, como el modelo de datos objeto-relacional.

Reducción a esquemas relacionales...



- Representación de los conjuntos de entidades débiles:
 - Para los esquemas derivados de conjuntos de entidades débiles la combinación de la clave primaria del conjunto de entidades fuertes y del discriminador del conjunto de entidades débiles sirve de clave primaria del esquema. Además de crear una clave primaria, también se crea una restricción de clave externa para la relación y la restricción de integridad «on delete cascade».
 - La restricción de clave externa garantiza que por cada tupla que representa a una entidad débil existe la tupla correspondiente que representa a la entidad fuerte correspondiente.

Reducción a esquemas relacionales...



- **Representación de conjuntos de relaciones:**

- Para las relaciones binarias varios a varios la unión de los atributos de clave primaria de los conjuntos de entidades participantes pasa a ser la clave primaria.
- Para los conjuntos de relaciones binarias uno a uno la clave primaria de cualquiera de los conjuntos de entidades puede escogerse como clave primaria de la relación.
- Para los conjuntos de relaciones binarias varios a uno o uno a varios la clave primaria del conjunto de entidades de la parte «varios» de la relación sirve de clave primaria.
- Para los conjuntos de relaciones n-arias sin flechas en las líneas la unión de los atributos de clave primaria de los conjuntos de entidades participantes pasa a ser la clave primaria.
- Para los conjuntos de relaciones n-arias con una flecha en una de las líneas, las claves primarias de los conjuntos de entidades que no están en el lado «flecha» del conjunto de relaciones sirven de clave primaria del esquema.
- También se crean restricciones de clave externa para el esquema de relación.

Reducción a esquemas relacionales...



- Representación de conjuntos de relaciones...:
 - Redundancia de esquemas:
 - Los conjuntos de relaciones que enlazan los conjuntos de entidades débiles con el conjunto correspondiente de entidades fuertes se tratan de manera especial. estas relaciones son del tipo varios a uno y no tienen atributos descriptivos. Además, la clave primaria de los conjuntos de entidades débiles incluye la clave primaria de los conjuntos de entidades fuertes.
 - En general, el esquema de los conjuntos de relaciones que enlazan los conjuntos de entidades débiles con su conjunto correspondiente de entidades fuertes es redundante y no hace falta que esté presente en el diseño de la base de datos relacional basado en el diagrama E-R.
 - Combinación de esquemas:
 - En el caso de relaciones varios a uno el esquema de relación se combina con el esquema de la parte «varios» de la relación.
 - En el caso de las relaciones uno a uno, el esquema de relación del conjunto de relaciones puede combinarse con el esquema de cualquiera de los conjuntos de entidades.
 - Se pueden combinar esquemas aunque la participación sea parcial, usando los valores nulos.
 - Debe haber restricciones de clave externa referenciando a cada uno de los conjuntos de entidades que participan en los conjuntos de relaciones.

Aspectos del diseño entidad-relación

- Uso de conjuntos de entidades en lugar de atributos:

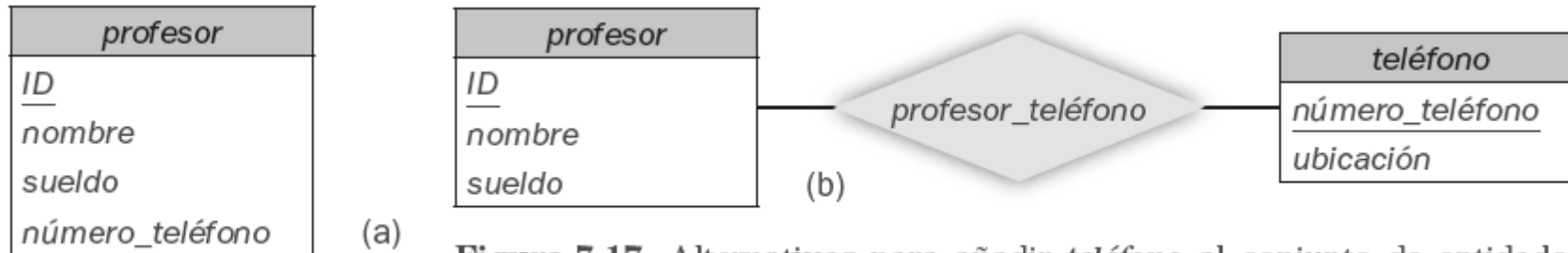


Figura 7.17. Alternativas para añadir *teléfono* al conjunto de entidades *profesor*.

- Un error común es usar la clave primaria de un conjunto de entidades como atributo de otro conjunto de entidades en lugar de usar una relación.
- Otro error relacionado con este que se comete a veces es escoger los atributos de clave primaria de los conjuntos de entidades relacionados como atributos del conjunto de relaciones. Esto no es adecuado, ya que los atributos de clave primaria están implícitos en el conjunto de relaciones.

Aspectos del diseño entidad-relación...

- Uso de conjuntos de entidades en lugar de conjuntos de relaciones:

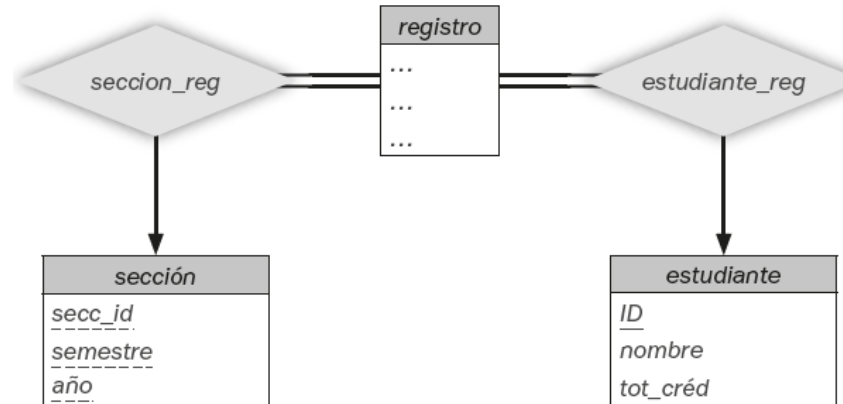


Figura 7.18. Sustitución de *matricula* por registro y dos conjuntos de relaciones.

- No siempre está claro si es mejor expresar un objeto mediante un conjunto de entidades o mediante un conjunto de relaciones.

Aspectos del diseño entidad-relación...

- Conjuntos de relaciones binarias y n-arias:
 - Las relaciones en las bases de datos suelen ser binarias. Puede que algunas relaciones que no parecen ser binarias se puedan representar mejor mediante varias relaciones binarias.
 - De hecho, siempre es posible sustituir los conjuntos de relaciones no binarias (n-aria, para $n > 2$) por varios conjuntos de relaciones binarias.

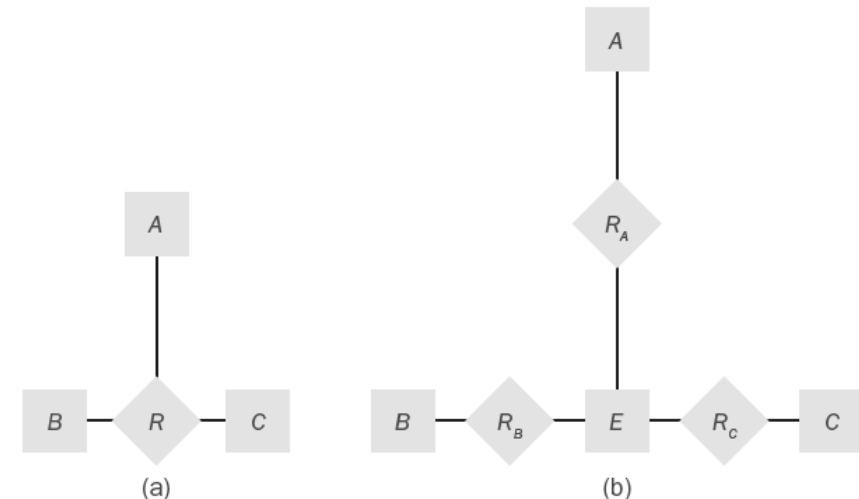


Figura 7.19. Relaciones ternarias frente a tres relaciones binarias.

Aspectos del diseño entidad-relación...



- **Ubicación de los atributos de las relaciones:**
 - Los atributos de los conjuntos de relaciones uno a uno o uno a varios pueden estar asociados con uno de los conjuntos de entidades participantes, en lugar de con el conjunto de relaciones.
 - Los atributos de un conjunto de relaciones uno a varios solo se pueden recolocar en el conjunto de entidades de la parte «varios» de la relación. Para los conjuntos de entidades uno a uno, los atributos de la relación se pueden asociar con cualquiera de las entidades participantes.
 - La decisión de diseño sobre la ubicación de los atributos descriptivos en estos casos —como atributo de la relación o de la entidad— debe reflejar las características de la empresa que se modela.
 - La elección de la ubicación de atributos es más sencilla para los conjuntos de relaciones varios a varios. Cuando un atributo se determina mediante la combinación de los conjuntos de entidades participantes, en lugar de por cada entidad por separado, ese atributo debe estar asociado con el conjunto de relaciones varios a varios.

Características del modelo E-R extendido



- **Especialización:**

- Los conjuntos de entidades pueden incluir subgrupos de entidades que se diferencian de alguna forma de las demás entidades del conjunto. Como ejemplo, el conjunto de entidades persona se puede clasificar como uno de los siguientes:
 - empleado.
 - estudiante.
- Cada uno de estos tipos de persona se describe mediante un conjunto de atributos que incluye todos los atributos del conjunto de entidades persona más otros posibles atributos adicionales.
- El proceso de establecimiento de subgrupos dentro del conjunto de entidades se denomina especialización.
- En términos de los diagramas E-R, la especialización se representa mediante una punta de flecha hueca desde la entidad especializada a la otra entidad. Esta relación se denomina relación ES (ISA – «is a», es un/una).

Características del modelo E-R extendido...



- Especialización...:

- La forma en que se dibuja la especialización en un diagrama E-R depende de si una entidad puede pertenecer a varios conjuntos de entidades especializados o si debe pertenecer, como mucho, a un conjunto de entidades especializado.
- En el primer caso (se permiten varios conjuntos) se llama especialización solapada, mientras que en el segundo (se permite uno como mucho) se denomina especialización disjunta. Para una especialización solapada (como ocurre en el caso de estudiante y empleado como especialización de persona), se usan dos flechas separadas. Para una especialización disjunta (como en el caso de profesor y secretaria como especialización de empleado), se usa una única flecha.

Características del modelo E-R extendido...



- Generalización:

- El refinamiento a partir del conjunto de entidades inicial en sucesivos niveles de subgrupos de entidades representa un proceso de diseño descendente (top-down) en el que las distinciones se hacen explícitas. El proceso de diseño también puede proceder de forma ascendente (bottom-up), en la que varios conjuntos de entidades se sintetizan en un conjunto de entidades de nivel superior basado en características comunes.
- La generalización, que es una relación de contención que existe entre el conjunto de entidades de nivel superior y uno o varios conjuntos de entidades de nivel inferior.
- Para crear generalizaciones, los atributos deben tener un nombre común y representarse mediante la entidad de nivel superior.
- A efectos prácticos, la generalización es una inversión simple de la especialización. En términos del propio diagrama E-R no se distingue entre especialización y generalización.

Características del modelo E-R extendido...



- Herencia de los atributos:

- Una propiedad crucial de las entidades de nivel superior e inferior creadas mediante la especialización y la generalización es la herencia de los atributos. Se dice que los atributos de los conjuntos de entidades de nivel superior son heredados por los conjuntos de entidades de nivel inferior.
- La herencia de los atributos se aplica en todos los niveles de los conjuntos de entidades de nivel inferior.
- Los conjuntos de entidades de nivel inferior (o subclases) también heredan la participación en los conjuntos de relaciones en los que participa su entidad de nivel superior (o superclase).
- En las jerarquías, un conjunto de entidades dado solo puede estar implicado como conjunto de entidades de nivel inferior en una relación ES; es decir, los conjuntos de entidades de este diagrama solo tienen herencia única. Si un conjunto de entidades es un conjunto de entidades de nivel inferior en más de una relación ES, el conjunto de entidades tiene herencia múltiple y la estructura resultante se denomina retículo.

Características del modelo E-R extendido...

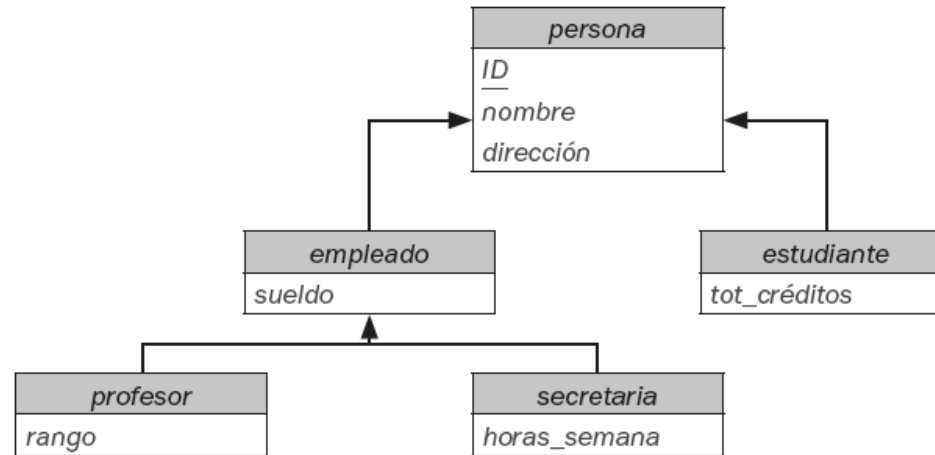


Figura 7.21. Especialización y generalización.

- **Agregación:**

- Una limitación del modelo E-R es que no es posible expresar relaciones entre las relaciones. La agregación es una abstracción a través de la cual las relaciones se tratan como entidades de nivel superior.

Características del modelo E-R extendido...

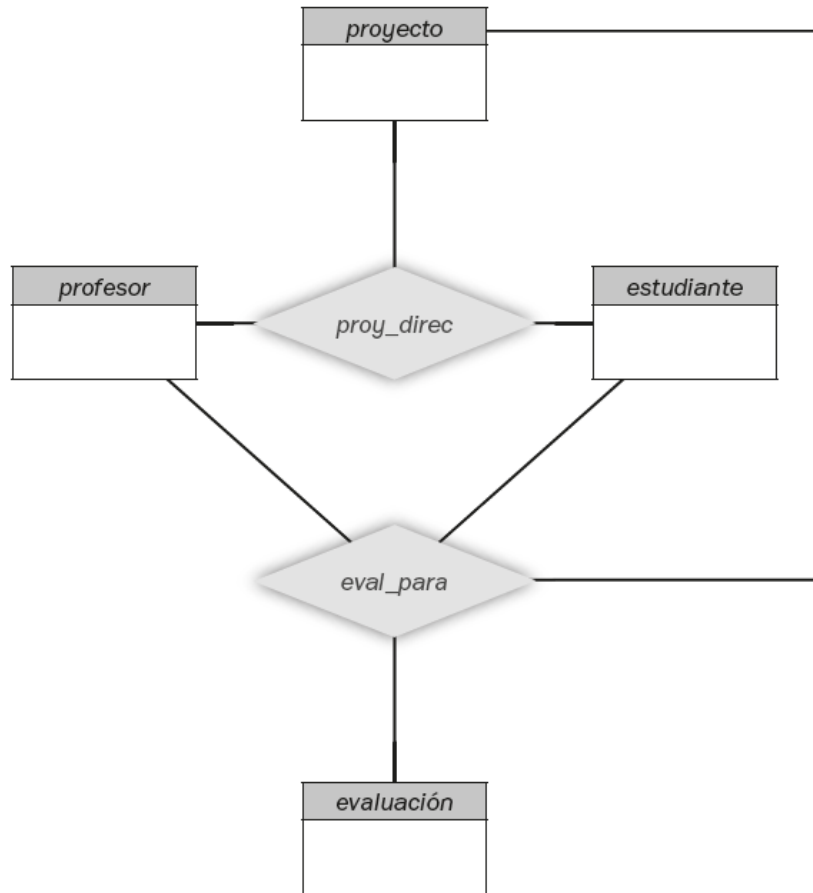


Figura 7.22. Diagrama E-R con relaciones redundantes.

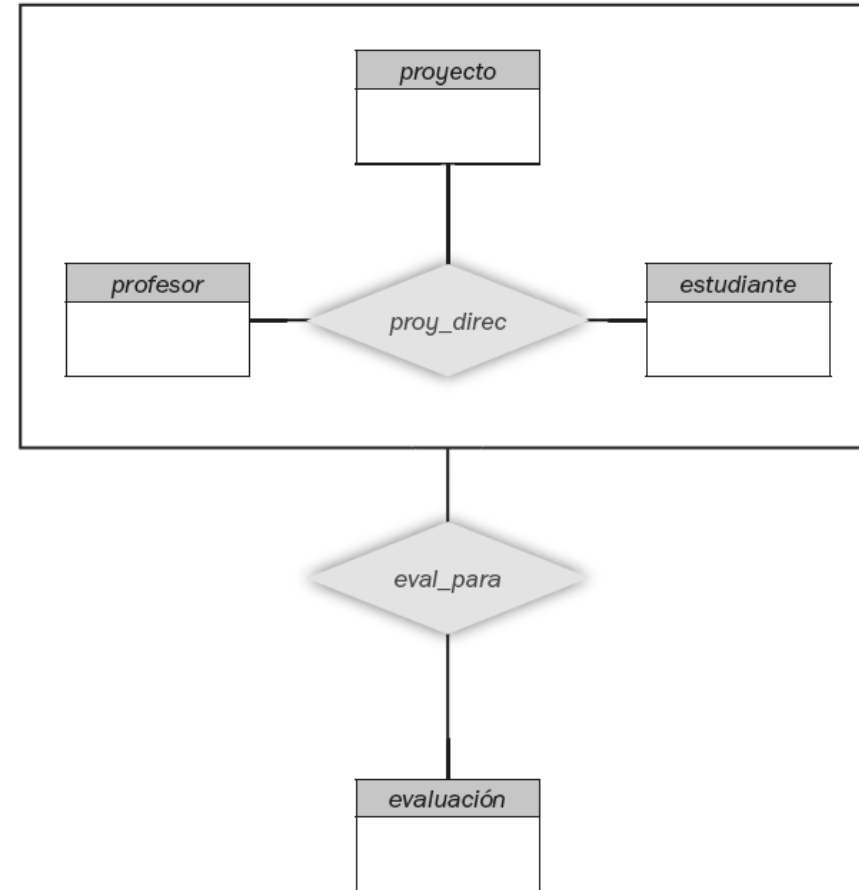


Figura 7.23. Diagrama E-R con agregación.

Características del modelo E-R extendido...



- Reducción de la generalización a esquemas relacionales:
 - Se crea un esquema para el conjunto de entidades de nivel superior. Para cada conjunto de entidades de nivel inferior se crea un esquema que incluye un atributo para cada uno de los atributos de ese conjunto de entidades más un atributo por cada atributo de la clave primaria del conjunto de entidades de nivel superior.

persona (ID, nombre, calle, ciudad)

empleado (ID, sueldo)

estudiante (ID, tot_créd)

- Además, se crean restricciones de clave externa para los conjuntos de entidades de nivel inferior, con sus atributos de clave primaria que hacen referencia a la clave primaria de la relación creada a partir del conjunto de entidades de nivel superior.

Características del modelo E-R extendido...



- Reducción de la generalización a esquemas relacionales...:
 - Es posible una representación alternativa si la generalización es disjunta y completa; es decir, si no hay ninguna entidad miembro de dos conjuntos de entidades de nivel inferior directamente por debajo de un conjunto de entidades de nivel superior, y si todas las entidades del conjunto de entidades de nivel superior también pertenecen a uno de los conjuntos de entidades de nivel inferior.
 - En este caso no se crea un esquema para el conjunto de entidades de nivel superior. En vez de eso, para cada conjunto de entidades de nivel inferior se crea un esquema que incluye un atributo por cada atributo de ese conjunto de entidades más un atributo por cada atributo del conjunto de entidades de nivel superior.
 - Un inconveniente del segundo método es la definición de las restricciones de clave externa.

Características del modelo E-R extendido...

- Reducción de la generalización a esquemas relacionales...:

empleado (ID, nombre, calle, ciudad, sueldo)

estudiante (ID, nombre, calle, ciudad, tot_cred)

- Desafortunadamente, con el segundo método no se tiene una única relación a la que pueda hacer referencia la restricción de clave externa de R. Para evitar este problema hay que crear un esquema de relación persona que contenga, al menos, los atributos de clave primaria de la entidad persona.
- Si se usara el segundo método para una generalización solapada, algunos valores se almacenarían varias veces de manera innecesaria. Por ejemplo, si una persona es a la vez empleado y estudiante, los valores de calle y de ciudad se almacenarían dos veces.
- Si la generalización fuera disjunta pero no completa; es decir, si alguna persona no fuera ni empleado ni estudiante, entonces haría falta un esquema adicional para representar a esas personas.

persona (ID, nombre, calle, ciudad)

Características del modelo E-R extendido...



- Representación de la agregación:
 - El diseño de esquemas para los diagramas E-R que incluyen agregación es sencillo.
 - Las reglas que se han visto anteriormente para la creación de restricciones de clave primaria y de clave externa para los conjuntos de relaciones, se pueden aplicar también a los conjuntos de relaciones que incluyen agregación, tratando la agregación como cualquier otra entidad. La clave primaria de la agregación es la clave primaria del conjunto de relaciones que la define.
 - No hace falta ninguna relación más para que represente la agregación; en vez de eso, se usa la relación creada a partir de la relación definidora.

Símbolos usados en la notación E-R

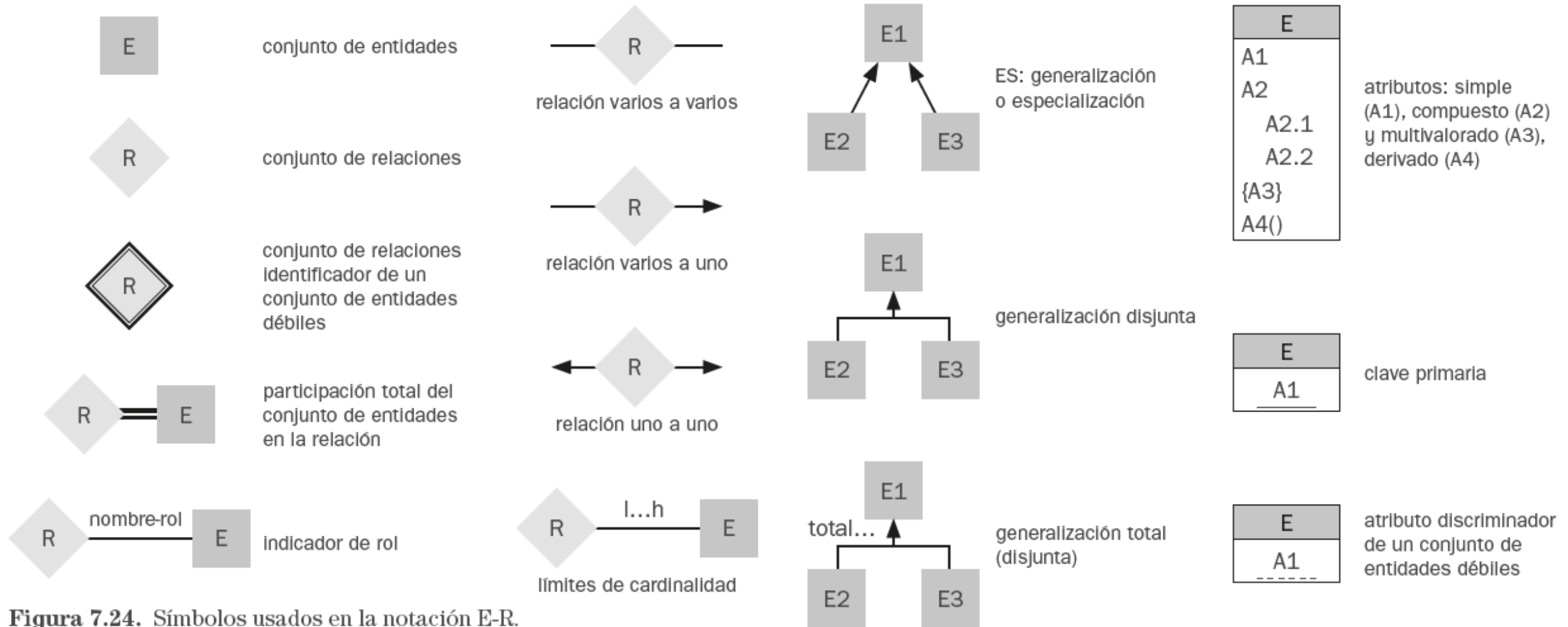


Figura 7.24. Símbolos usados en la notación E-R.

Notaciones alternativas para el modelado de datos

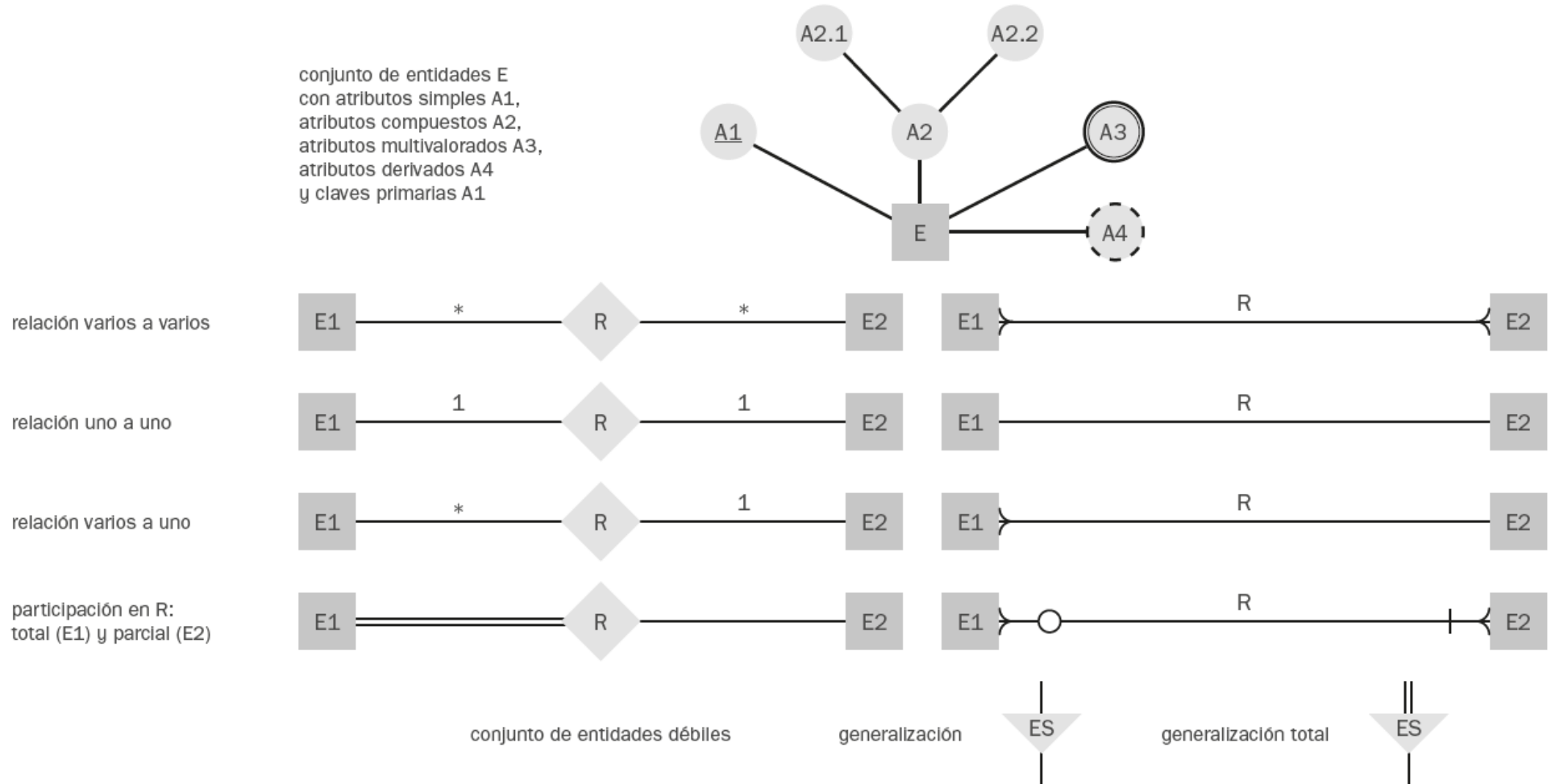


Figura 7.25. Notaciones E-R alternativas.

El lenguaje de modelado unificado UML



- Los diagramas entidad-relación ayudan a modelar el componente de representación de datos de los sistemas de software.
- La representación de datos, sin embargo, solo forma parte del diseño global del sistema. Otros componentes son los modelos de interacción del usuario con el sistema, la especificación de los módulos funcionales del sistema y su interacción, etc.
- El lenguaje de modelado unificado (Unified Modeling Language, UML) es una norma desarrollada bajo los auspicios del Grupo de Administración de Objetos (Object Management Group, OMG) para la creación de especificaciones de diferentes componentes de los sistemas de software. Algunas de las partes del UML son:

El lenguaje de modelado unificado UML...



- **Diagramas de clase:** Los diagramas de clase son parecidos a los diagramas E-R. Más adelante en esta sección se mostrarán algunas características de los diagramas de clase y del modo en que se relacionan con los diagramas E-R.
- **Diagramas de caso de uso:** Los diagramas de caso de uso muestran la interacción entre los usuarios y el sistema, en especial los pasos de las tareas que llevan a cabo los usuarios (como retirar dinero o matricularse en una asignatura).
- **Diagramas de actividad:** Los diagramas de actividad describen el flujo de tareas entre los diferentes componentes del sistema.
- **Diagramas de implementación:** Los diagramas de implementación muestran los componentes del sistema y sus interconexiones, tanto en el nivel de los componentes de software como en el de hardware.

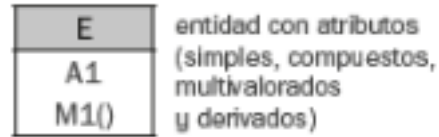
El lenguaje de modelado unificado UML...



- UML modela objetos, mientras que E-R modela entidades. Los objetos son como entidades y tienen atributos, pero también proporcionan un conjunto de funciones (denominadas métodos) que se pueden invocar para calcular valores con base en los atributos de los objetos, o para actualizar el propio objeto. Los diagramas de clases pueden describir métodos, además de atributos.
- UML no admite atributos compuestos ni multivalorados, y los atributos derivados son equivalentes a los métodos sin parámetros. Como las clases admiten encapsulación, UML permite que los atributos y los métodos tengan el prefijo «+», «-» o «#», que significan acceso público, privado o protegido, respectivamente.

El lenguaje de modelado unificado UML...

Notación de diagrama ER



Equivalente en UML

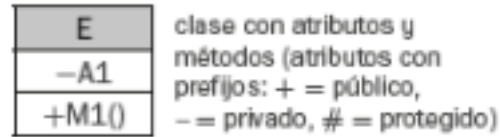
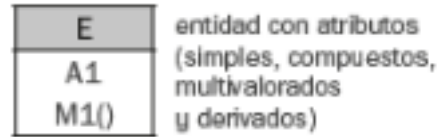


Figura 7.26. Símbolos usados en la notación de diagramas de clase UML.

El lenguaje de modelado unificado UML...

Notación de diagrama ER



Equivalente en UML

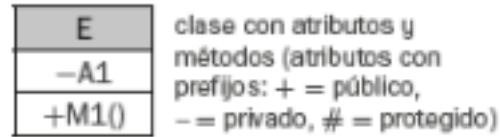


Figura 7.26. Símbolos usados en la notación de diagramas de clase UML.

Práctica 1.1



- Constrúyase un diagrama E-R para una **compañía de seguros** de **coches** cuyos **clientes** poseen uno o más coches. Cada coche tiene asociado un número de cero a cualquier valor que almacena el número de **accidentes**.

Práctica 1.2

- Construir el esquema conceptual en el modelo Entidad-Relación que refleje toda la información necesaria para la gestión de las líneas de METRO de una determinada ciudad. Consideremos los siguientes supuestos:
 - Una línea está compuesta por una serie de estaciones en un orden determinado, siendo muy importante recoger la información de este orden.
 - Cada estación pertenece al menos a una línea, pudiendo pertenecer a ambas.
 - Cada estación puede tener varios accesos, pero consideramos que un acceso sólo puede pertenecer a una estación.
 - Cada línea tiene asignada una serie de trenes, no pudiendo suceder que un tren esté asignado a más de una línea, pero sí que no esté asignado a ninguna (por ejemplo, está en reparación).
 - Cada línea tiene asignados como mínimo tantos trenes como estaciones tenga y como máximo el doble del número de estaciones.
 - Algunas estaciones tienen cocheras, y cada tren tiene asignada una cochera. Suponemos que en cada cochera se pueden aparcar varios trenes.