

DISEÑO DE BASES DE DATOS RELACIONALES: MODELADO CONCEPTUAL

Tema 2

Manuel Ramos Cabrer

ÍNDICE

- Elementos del modelado conceptual
- Restricciones
- Diagramas E-A
- Cuestiones de diseño
- Características del modelo E-A ampliado
- UML

Modelado conceptual

- Una *base de datos* se puede modelar como:
 - Un conjunto de entidades,
 - Asociaciones entre entidades.
- Una *entidad* es un objeto que existe y es distinguible de otros objetos.
 - Ejemplo: una persona, compañía, evento o planta determinada
- Las entidades tienen *atributos*
 - Ejemplo: las personas tienen *nombres* y *direcciones*.
- Un *conjunto entidad* es un conjunto de entidades del mismo tipo que comparten las mismas propiedades.
 - Ejemplo: el conjunto de todas las personas, compañías, árboles, vacaciones

Conjuntos entidad *docente* y *alumno*

ID_docente	nombre_docente
7677	Cristina
45565	Carlos
10101	Santiago
98345	Ana
76543	Lucía
22222	Eduardo

docente

ID_alumno	nombre_alumno
98988	Pedro
12345	María
00128	David
76543	Sandra
76653	Pablo
23121	Teresa
44553	Jaime

alumno

Atributos

- Una entidad se representa por un conjunto de atributos, que son propiedades descriptivas que tienen todos los miembros de un conjunto entidad.

Ejemplo:

docente = (ID, nombre, dirección, ciudad, salario)

materia = (id_materia, nombre, créditos)

- **Dominio** – el conjunto de valores permitidos para cada atributo
- Tipos de atributo:
 - Atributos *simples* y *compuestos*.
 - Atributos *monovalorados* y *multivalorados*.
 - P.e. atributo multivalorado : *numeros-telefono*
 - Atributos *derivados*.
 - Se pueden calcular a partir de otros atributos.
 - P.e. *edad*, dada la *fecha de nacimiento*.

Atributos compuestos

Atributos compuestos

nombre completo



direccion



Atributos componentes



Conjuntos asociación

- Una **asociación** es una relación entre varias entidades

Ejemplo:

22222(Eduardo)

entidad *docente*

tutoriza

conjunto asociación

44553 (Jaime)

entidad *alumno*

- Un **conjunto asociación** es una relación matemática entre $n \geq 2$ entidades, cada una perteneciente a un conjunto entidad

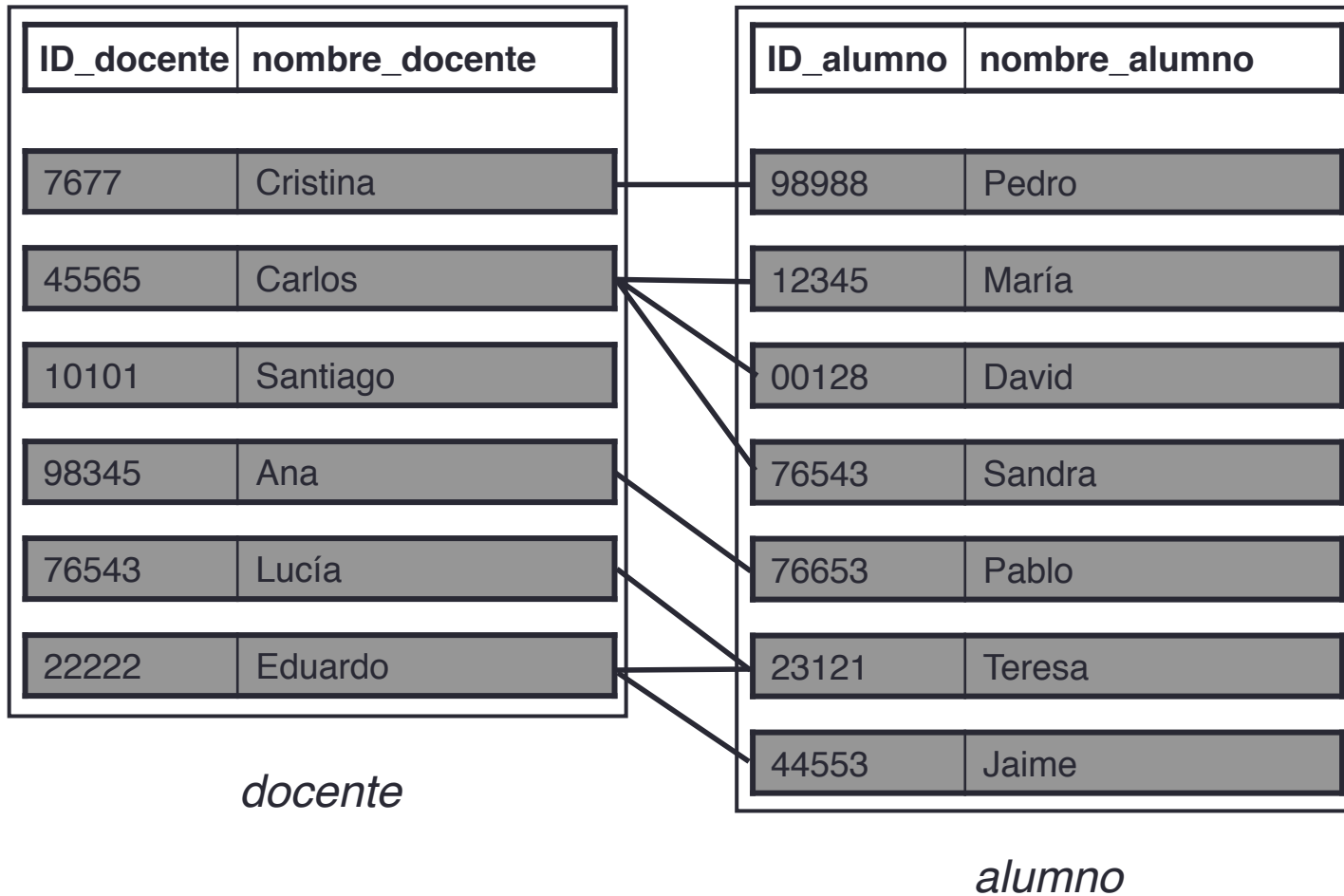
$$\{(e_1, e_2, \dots, e_n) \in e_1 E_1, e_2 \in E_2, \dots, e_n \in E_n\}$$

donde (e_1, e_2, \dots, e_n) es una asociación

- Ejemplo:

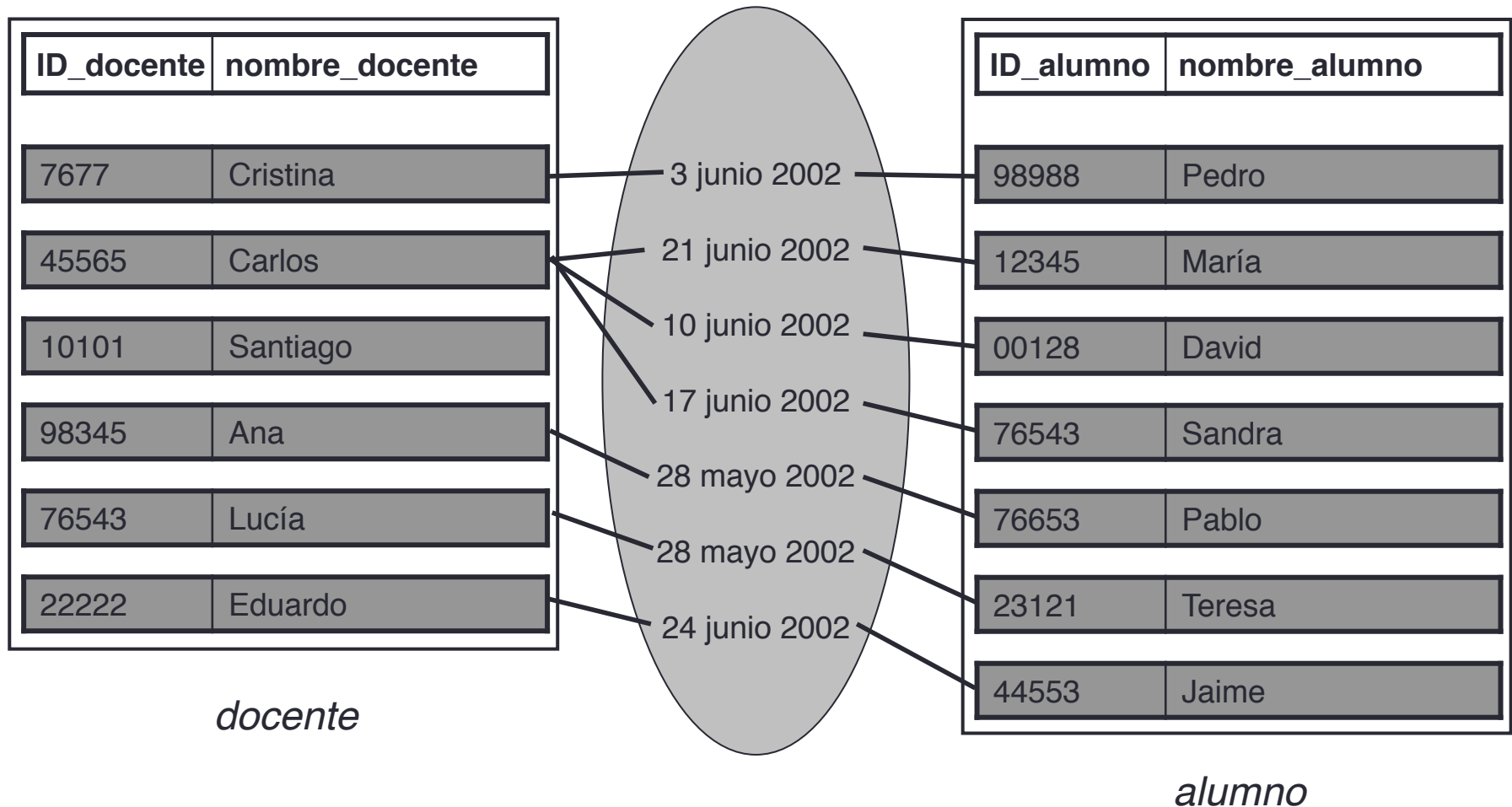
$$(22222, 44553) \in \text{tutoriza}$$

Conjunto asociación *tutor*



Conjuntos asociación (Cont.)

- Un *atributo* también puede ser propiedad de un conjunto asociación.
- Por ejemplo, el conjunto asociación *tutoriza* entre los conjuntos entidad *docente* y *alumno* puede tener el atributo *fecha* que represente cuando el alumno empezó a ser tutorizado por el docente



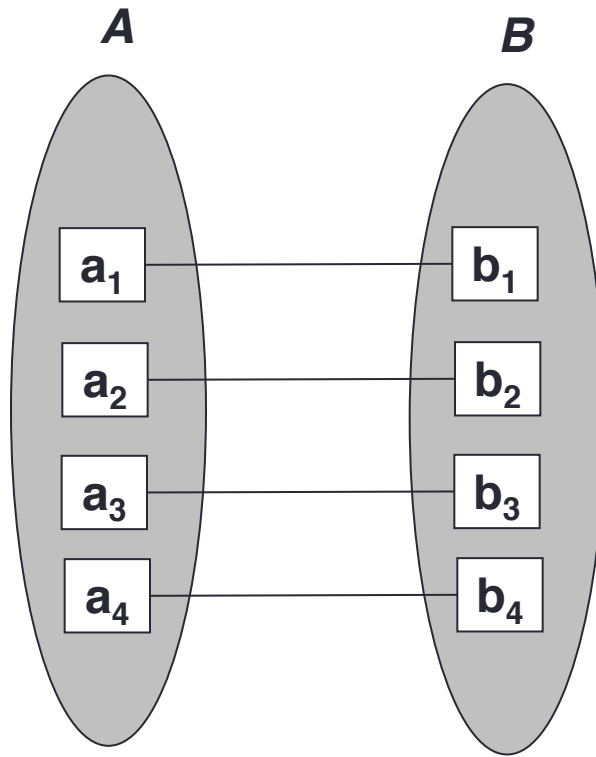
Grado de un conjunto asociación

- Indica el número de conjuntos entidad que pueden participar en un conjunto asociación.
- **Asociación binaria**
 - Participan dos conjuntos entidad (grado dos).
 - Normalmente, la mayoría de los conjuntos asociación son binarios.
- Las asociaciones entre más de dos conjuntos entidad no son muy comunes.
 - Ejemplo: los *alumnos* trabajan en *proyectos* bajo la supervisión de un *docente*.
 - La asociación *supervisa_proyecto* es una asociación ternaria entre *alumno*, *docente* y *proyecto*.

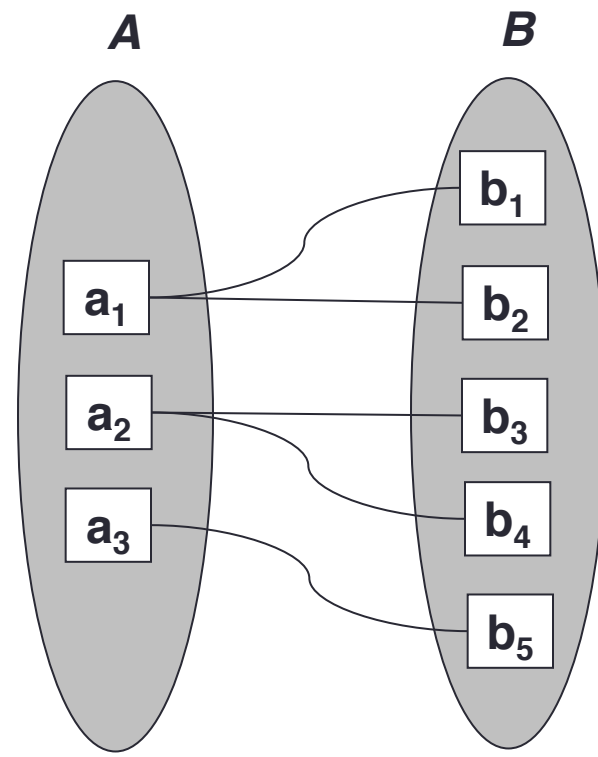
Cardinalidad de un conjunto asociación

- Indica el número de entidades a las que se puede asociar otra entidad mediante el conjunto asociación.
- Fundamentalmente es útil para conjuntos asociación binarios.
- La cardinalidad de un conjunto asociación binario puede ser de cuatro tipos:
 - Uno a uno (1:1)
 - Uno a varios (1:M)
 - Varios a uno (M:1)
 - Varios a varios (M:N)

Cardinalidades



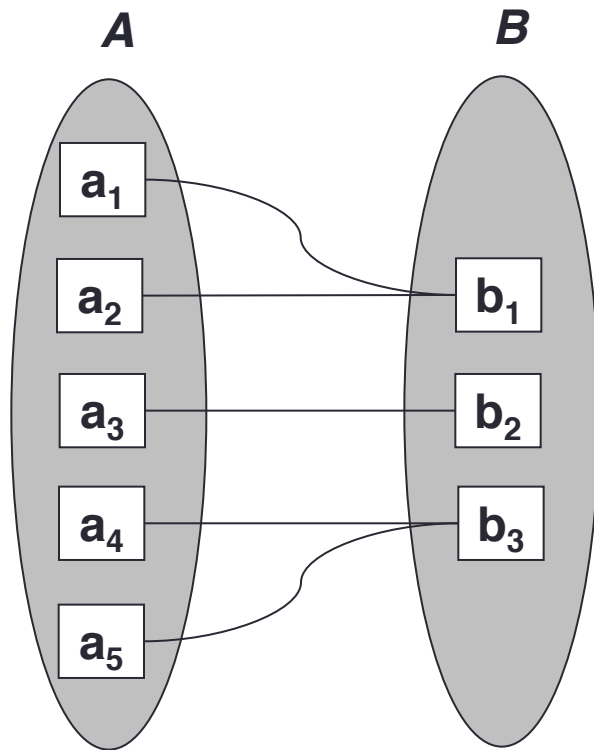
(a) Uno a uno



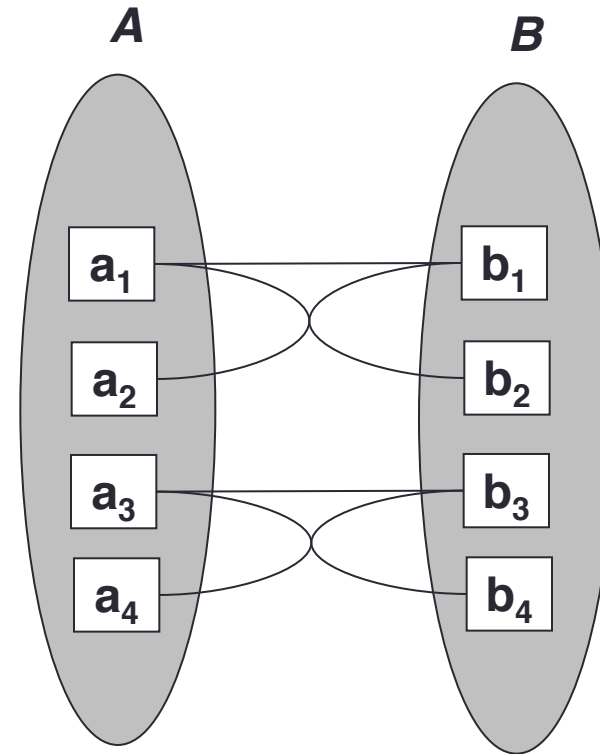
(b) Uno a varios

Nota: Algunos elementos en A y B pueden no estar asociados a ningún elemento del otro conjunto

Cardinalidades



(a) Varios a uno

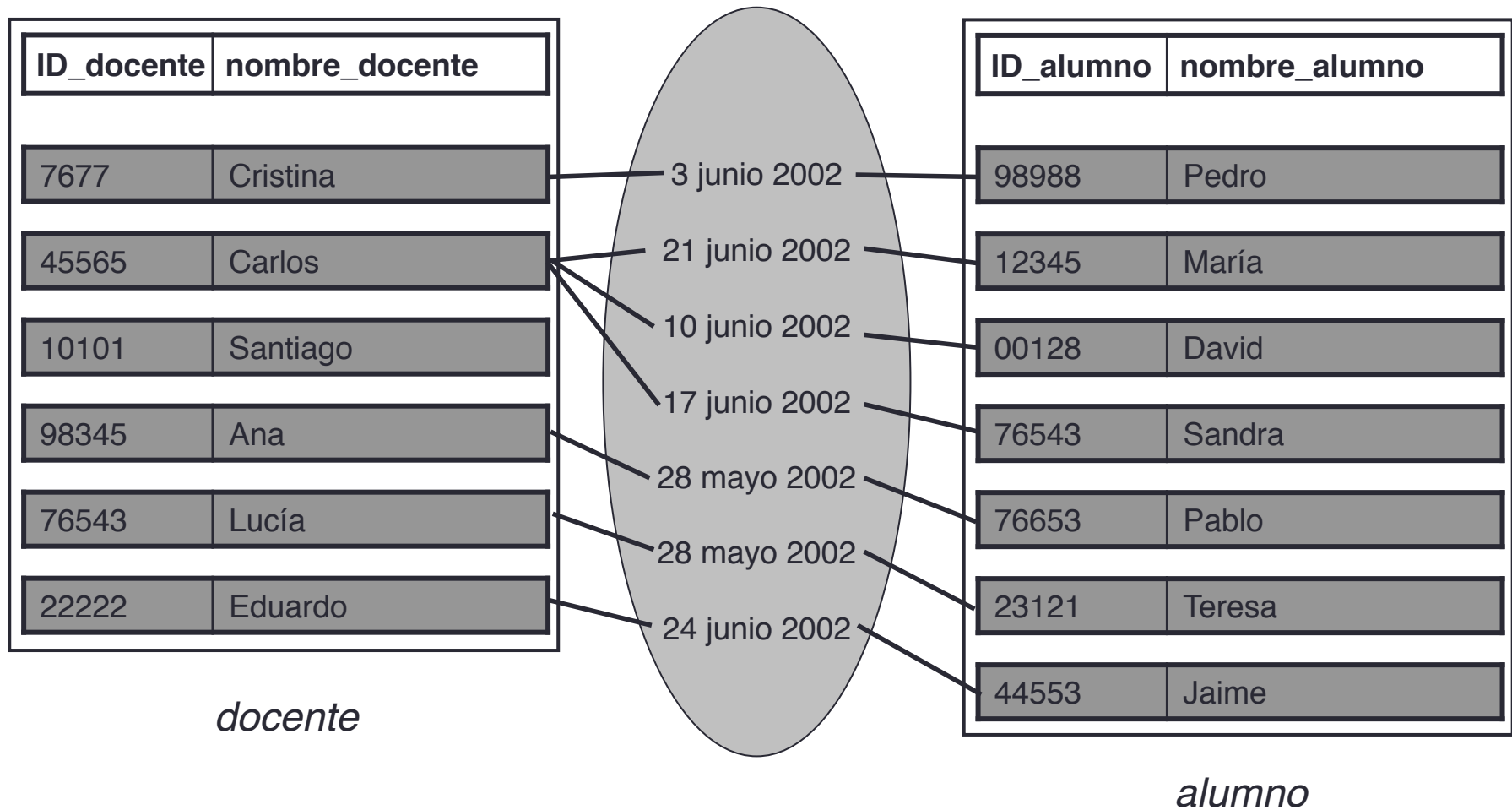


(b) Varios a varios

Nota: Algunos elementos en A y B pueden no estar asociados a ningún elemento del otro conjunto

La cardinalidad afecta al diseño E-A

- Podemos hacer *fecha* un atributo de *alumno*, en vez de un atributo de asociación, si cada alumno sólo puede tener un tutor.
- Es decir, la asociación de *alumno* a *docente* es varios a uno, o, lo que es equivalente, *docente* a *alumno* es uno a varios



Claves

- Una *superclave* de un conjunto entidad es un conjunto de uno o más atributos cuyos valores determinan de manera única cada entidad.
- Una *clave candidata* de un conjunto entidad es una superclave mínima.
 - *ID* es una clave candidata de *docente*.
 - *id_materia* es una clave candidata de *materia*
- Aunque pueden existir varias claves candidatas en un conjunto entidad, una de ellas se debe elegir como *clave primaria*.

Claves para conjuntos asociación

- El conjunto de claves primarias de los conjuntos entidad participantes forman una superclave del conjunto asociación.
 - *(id-docente, id_alumno)* es una superclave de *tutoriza*.
 - **NOTA:** esto significa que **un par de conjuntos entidad pueden tener como mucho una asociación en un determinado conjunto asociación**.
 - P.e. si queremos guardar todas las fechas de reuniones entre un alumno y su tutor, no podemos utilizar una asociación para cada una. Aunque podemos utilizar un atributo multivalorado.
- Debemos considerar la cardinalidad de los conjuntos asociación cuando decidimos cuales son las claves candidatas
- Necesitamos considerar la semántica de los conjuntos asociación a la hora de elegir la *clave primaria* en caso de que haya más de una clave candidata

Atributos redundantes

- Supongamos que tenemos los siguientes conjuntos entidad
 - *docente*, que tiene como un atributo *nombre_dpto*.
 - *departamento*.y la asociación
 - *docente_dpto* que asocia cada *docente* con el *departamento* a que pertenece.
- El atributo *nombre_dpto* en la entidad *docente* es redundante dado que existe una asociación explícita *docente_dpto* que asocia cada docente con su departamento.
 - El atributo duplica información ya presente en la asociación, y se debe eliminar de *docente*.

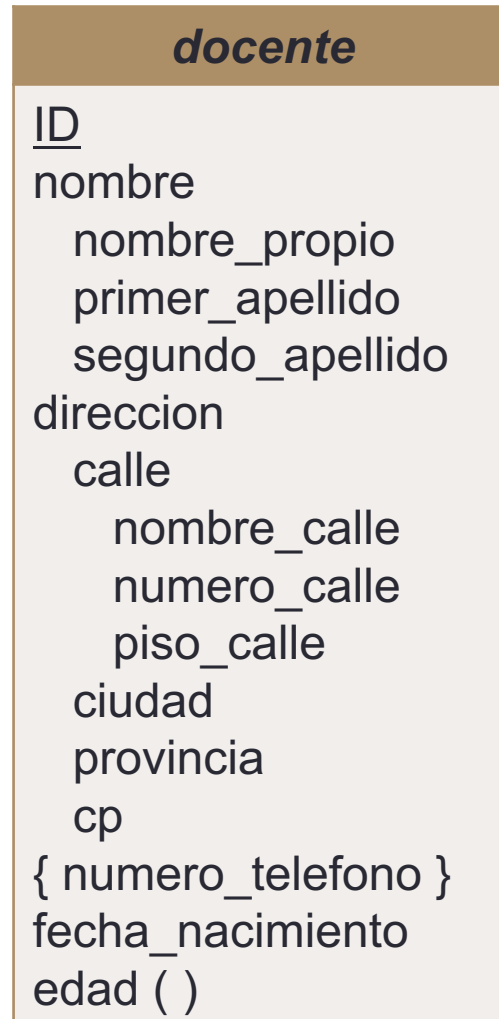
(PERO: cuando pasemos al modelo lógico, puede que reintroduzcamos este atributo. Ya lo veremos.)

Diagramas E-A

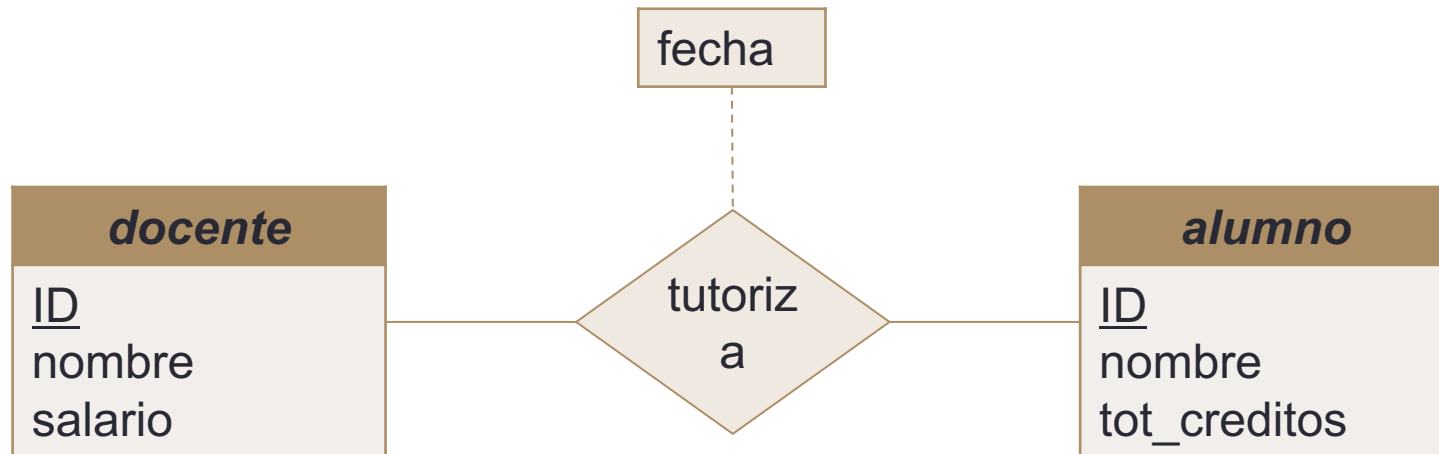


- **Rectángulos:** representan conjuntos entidad.
- **Rombos:** representan conjuntos asociación.
- **Atributos:** se listan dentro del rectángulo de cada entidad.
- **Subrayado:** indica que un atributo es una clave primaria.

Diagrama E-A con atributos compuestos, multivaluados y derivados

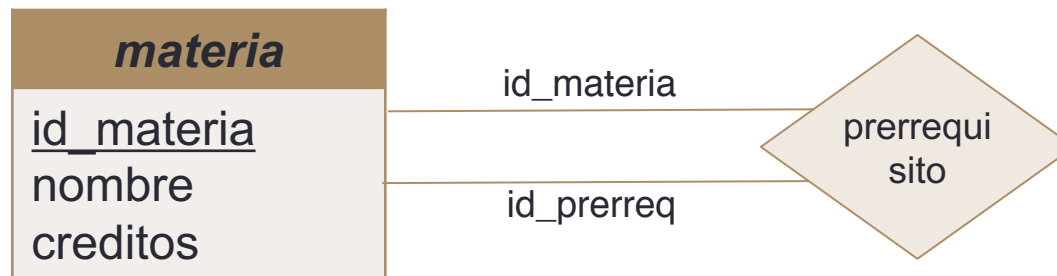


Conjuntos asociación con atributos



Roles

- **Los conjuntos entidad que participan en una asociación no tienen por que ser distintos**
- Las etiquetas “id_prerreq” e “id_materia” se denominan **roles**; indican cómo interactúan las entidades a través del conjunto asociación *prerrequisito*.
- En los diagramas E-A los roles se indican etiquetando las líneas que unen rombos y rectángulos.
- Las etiquetas de rol son opcionales y se utilizan para clarificar la semántica de la asociación.



Restricciones de cardinalidad

- Las restricciones de cardinalidad se indican dibujando o bien una flecha (\rightarrow), que significa “uno,” o bien un extremo sin flecha (—), que significa “varios,” entre el conjunto asociación y el conjunto entidad correspondiente.

Asociaciones uno-a-uno (1:1)

- Asociación uno-a-uno entre un *docente* y un *alumno*:
 - Un docente está asociado con, como mucho, un alumno mediante *tutoriza*.
 - Un alumno está asociado con, como mucho, un docente mediante *tutoriza*.



Asociaciones uno-a-varios (1:N)

- Asociación uno-a-varios entre un *docente* y un *alumno*:
 - Un docente está asociado con varios (0 o más) alumnos mediante *tutoriza*.
 - Un alumno está asociado con, como mucho, un docente mediante *tutoriza*.



Asociaciones varios-a-uno (N:1)

- Asociación varios-a-uno entre un *docente* y un *alumno*:
 - Un docente está asociado con, como mucho, un alumno mediante *tutoriza*.
 - Un alumno está asociado con varios (0 o más) docentes mediante *tutoriza*.



Asociaciones varios-a-varios (M:N)

- Asociación varios-a-varios entre un *docente* y un *alumno*:
 - Un docente está asociado con con varios (0 o más) alumno mediante *tutoriza*.
 - Un alumno está asociado con varios (0 o más) docentes mediante *tutoriza*.



Participación de un conjunto entidad en un conjunto asociación

- **Participación total** (se indica mediante una línea doble): cada entidad del conjunto entidad participa en al menos una asociación del conjunto asociación.
 - P.e. la participación de *alumno* en *tutoriza* es total significa:
 - cada alumno debe tener algún profesor asociado a través de *tutoriza*.
- **Participación parcial**: algunas entidades pueden no participar en ninguna asociación del conjunto asociación.
 - P.e. la participación de *docente* en *tutoriza* es parcial.

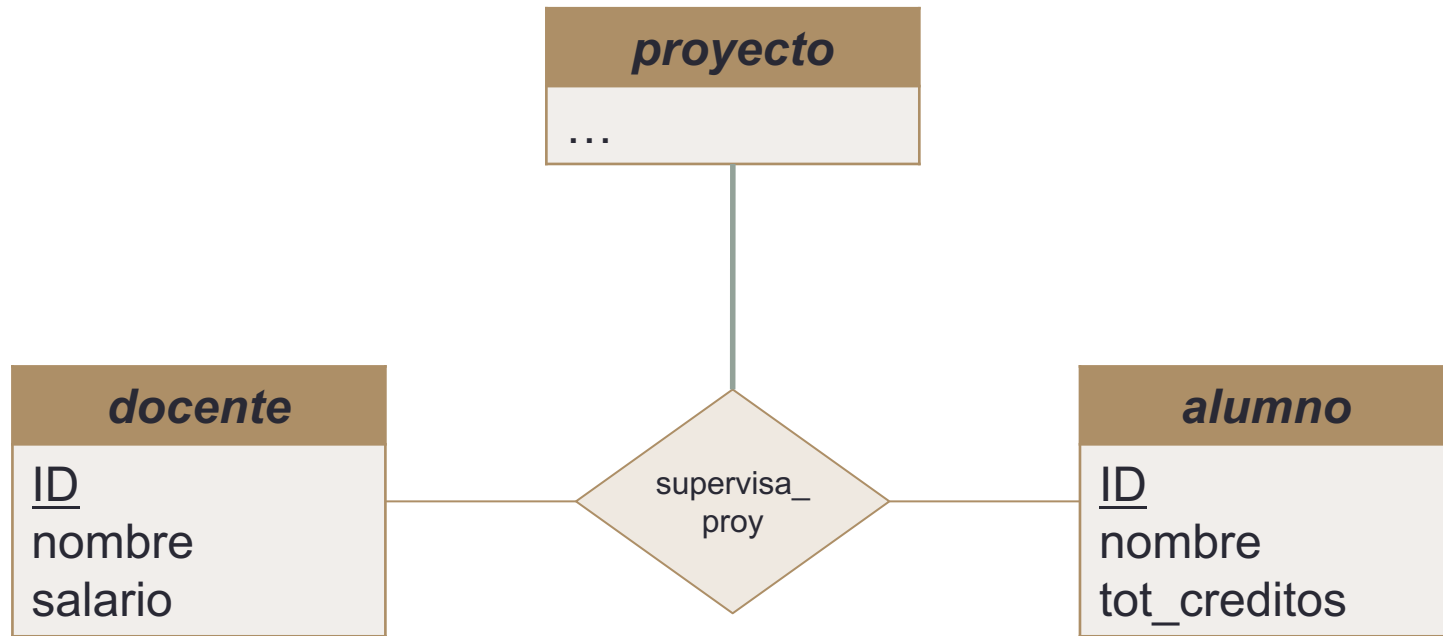


Notación alternativa para límites de cardinalidad

- Los límites de cardinalidad también pueden expresar restricciones de participación



Diagramas E-A con asociaciones ternarias



Restricciones de cardinalidad en asociaciones ternarias

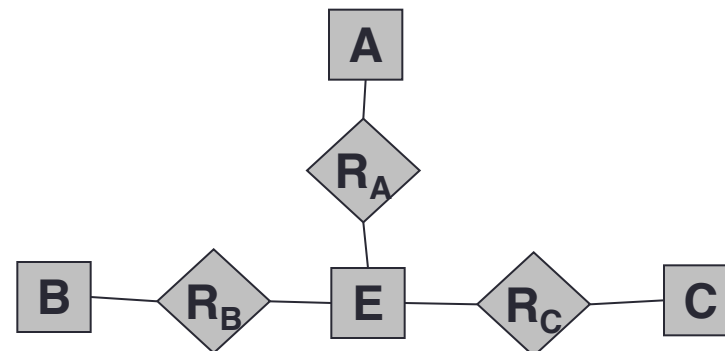
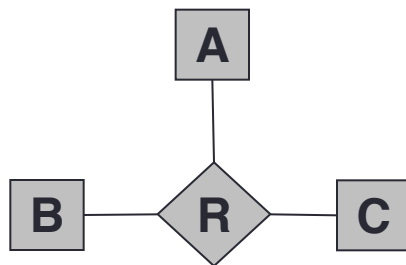
- Se permite como máximo una flecha saliente de una asociación ternaria (o de grado superior) para indicar restricciones de cardinalidad
- P.e. una flecha de *supervisa_proy* a *docente* indica que cada alumno tiene como mucho un supervisor para un proyecto.
- Si hay más de una flecha, hay dos formas de definir el significado.
 - P.e. una asociación ternaria *R* entre *A*, *B* y *C* con flechas a *B* y *C* puede significar
 1. cada entidad *A* se asocia con una única entidad de *B* y *C*, o
 2. cada par de entidades de (*A*, *B*) se asocia con una única entidad *C*, y cada par (*A*, *C*) se asocia con una única de *B*
 - Cada alternativa se ha utilizado en distintos formalismos.
 - Para evitar confusiones no permitiremos más que una flecha.

Asociaciones binarias vs. no binarias

- Algunas asociaciones que parecen ser no binarias se pueden representar mejor utilizando asociaciones binarias
 - P.e. Una asociación ternaria *padres*, relacionando un niño con su padre y madre. Es mejor reemplazarla por dos asociaciones binarias: *padre* y *madre*
 - Utilizando dos asociaciones binarias podemos representar información parcial (p.e. sólo se conoce la madre)
- Pero hay algunas asociaciones que son no binarias por naturaleza
 - P.e. *supervisa_proy*

Convirtiendo asociaciones no binarias en binarias

- En general, cualquier asociación no binaria se puede representar mediante asociaciones binarias creando un conjunto entidad artificial:
 - Reemplazar R entre los conjuntos entidad A , B and C por un conjunto entidad E , y tres conjuntos asociación:
 1. R_A , asociando E y A
 2. R_B , asociando E y B
 3. R_C , asociando E y C
 - Crear un atributo identificador especial para E
 - Añadir todos los atributos de R a E
 - Para cada asociación (a_i, b_i, c_i) en R ,
 1. crear una nueva entidad e_i en el conjunto E
 2. añadir (e_i, a_i) a R_A
 3. añadir (e_i, b_i) a R_B
 4. añadir (e_i, c_i) a R_C

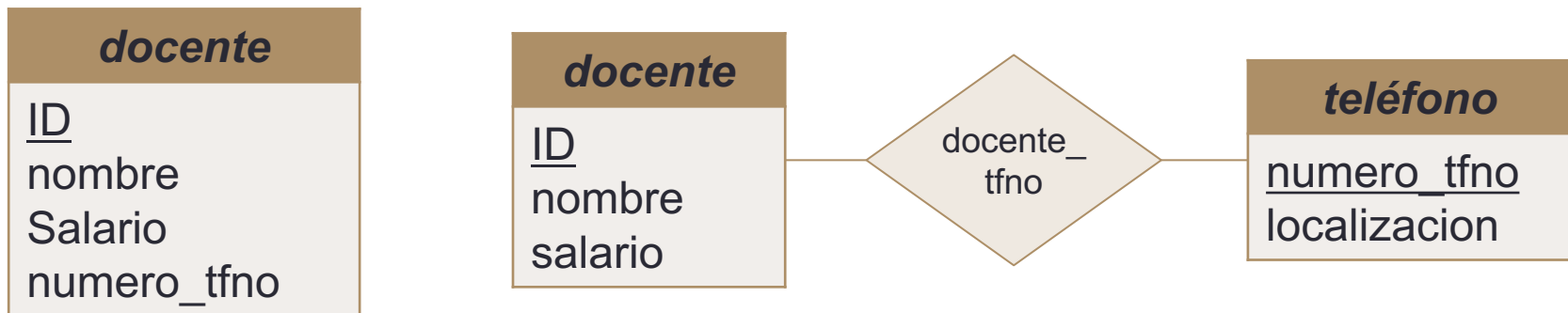


Convirtiendo asociaciones no binarias (Cont.)

- También es necesario convertir las restricciones.
 - No siempre es posible transformar todas las restricciones.
 - Puede haber instancias en el nuevo esquema que no se corresponden con ninguna instancia de R .
 - *Ejercicio: añadir restricciones a las asociaciones R_A , R_B y R_C para asegurar que una nueva entidad corresponda exactamente a una entidad en cada uno de los conjuntos entidad A , B y C .*
 - Podemos evitar crear un atributo identificativo haciendo que E sea un conjunto entidad débil identificado por los tres conjuntos asociación.

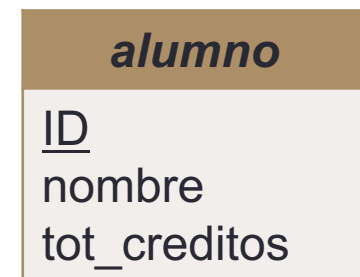
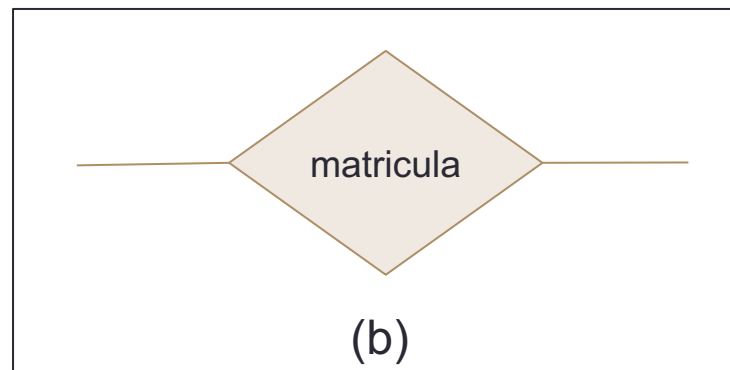
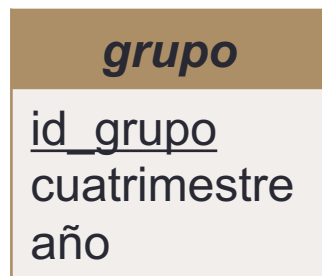
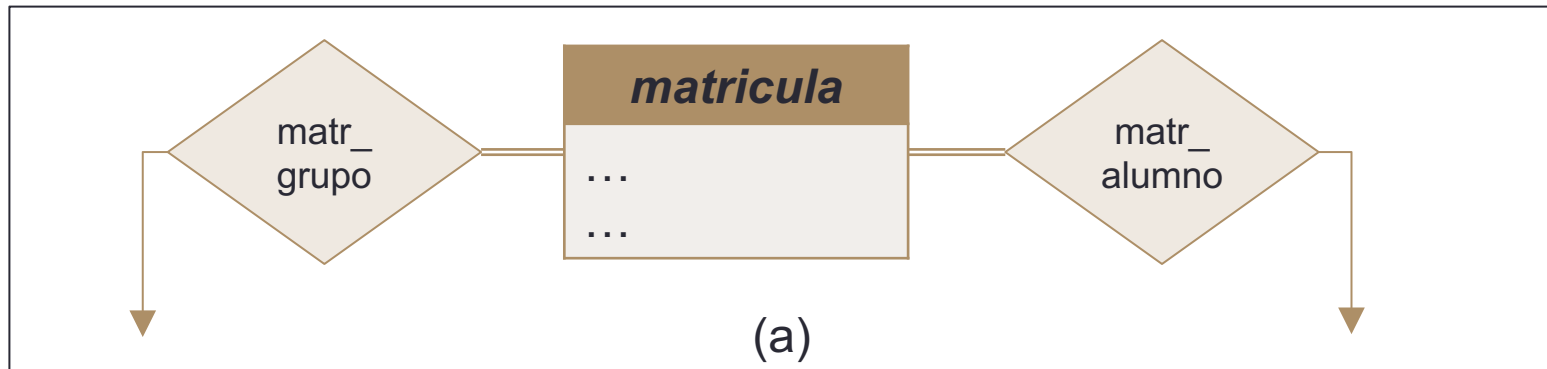
Cuestiones de diseño

- Uso de conjuntos entidad vs. atributos
 - La elección depende principalmente de la estructura del mundo que modelamos y de la semántica asociada con el atributo en cuestión.



Cuestiones de diseño

- Uso de conjuntos entidad vs. conjuntos asociación.
 - Ayuda: definir conjuntos asociación para definir una acción que ocurre entre entidades



Cuestiones de diseño

- Conjuntos asociación binarios vs n -arios
 - Aunque se puede reemplazar cualquier conjunto asociación no binario (n -ario, para $n > 2$) por un conjunto de asociaciones binarias, un conjunto asociación n -ario muestra de manera más clara que varias entidades participan en una única asociación.
- Incluir atributos en las asociaciones
 - P.e.: el atributo *fecha* como atributo de *docente* o como atributo de *alumno*.

Conjuntos entidad débiles

- Un conjunto entidad que no tiene una clave primaria se denomina *conjunto entidad débil*.
- La existencia de un conjunto entidad débil depende de la existencia de un *conjunto entidad identificador*
 - debe estar relacionado con el conjunto entidad identificador mediante un conjunto asociación uno-a-varios total desde el conjunto entidad identificador al conjunto entidad débil
 - La *asociación identificadora* se representa mediante un rombo doble
- El *discriminador* (o *clave parcial*) de un conjunto entidad débil es el conjunto de atributos que diferencian las entidades del conjunto entidad débil correspondiente a cada entidad identificadora.
- La clave primaria de un conjunto entidad débil está formada por la clave primaria del conjunto entidad fuerte del que depende existencialmente el conjunto entidad débil junto con el discriminador del propio conjunto entidad débil.

Conjuntos entidad débiles (Cont.)

- El discriminador de un conjunto entidad débil se subraya con una línea discontinua.
- La asociación identificadora de la entidad débil se representa con un rombo doble.
- Clave primaria para *grupo* – (*id_materia*, *id_grupo*, *cuatrimestre*, *año*)



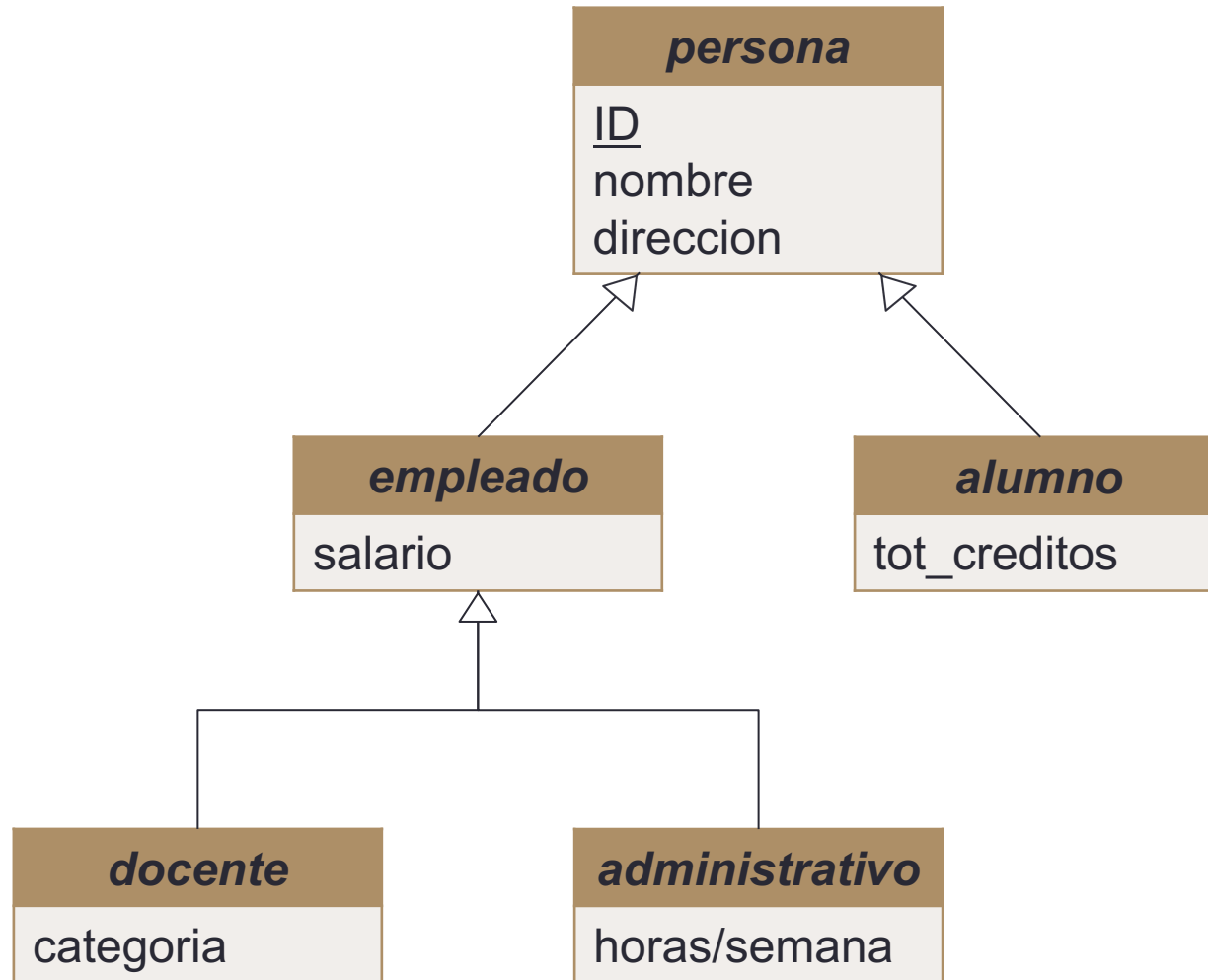
Conjuntos entidad débiles (Cont.)

- La clave primaria de un conjunto entidad fuerte no se incluye explícitamente en el conjunto entidad débil, dado que está implícita en la asociación identificadora.
- Si *id_materia* se incluyera explícitamente, *grupo* se podría convertir en entidad fuerte, pero entonces la asociación entre *grupo* y *materia* debería duplicarse por una asociación implícita definida por el atributo *id_curso* común a *materia* y *grupo*.

Especialización

- Proceso de diseño arriba-abajo; creamos subgrupos con un conjunto de entidades que se distinguen de las demás entidades del conjunto.
- Estos subgrupos se convierten en conjuntos entidad de más bajo nivel que tiene atributos o participan en asociaciones que no son aplicables al conjunto entidad de nivel superior.
- Se representa mediante un *flecha hueca*.
- **Herencia de atributos** – un conjunto entidad de nivel más bajo hereda todos los atributos y participaciones en asociaciones del conjunto entidad de nivel superior al que está enlazado.

Ejemplo de especialización



Generalización

- Proceso de diseño abajo-arriba – combinar una serie de conjuntos entidad que comparten las mismas características en un conjunto entidad de más alto nivel.
- La especialización y la generalización son procedimientos opuestos. Por ello se representan de la misma forma en los diagramas E-A.
- Los términos especialización y generalización se pueden utilizar como sinónimos.

Especialización y generalización (Cont.)

- Puede haber varias especializaciones de un conjunto entidad en base a diferentes características.
- P.e. *empleados-temporales* vs. *empleados-fijos*, además de *administrativos* vs. *docentes*
- Cada empleado debe ser:
 - Miembro de *empleados-temporales* o de *empleados fijos*,
 - y también miembro de uno de los siguientes grupos: *administrativos* o *docentes*
- La asociación ISA también se denomina asociación **superclase - subclase**

Restricciones de diseño en una especialización/generalización

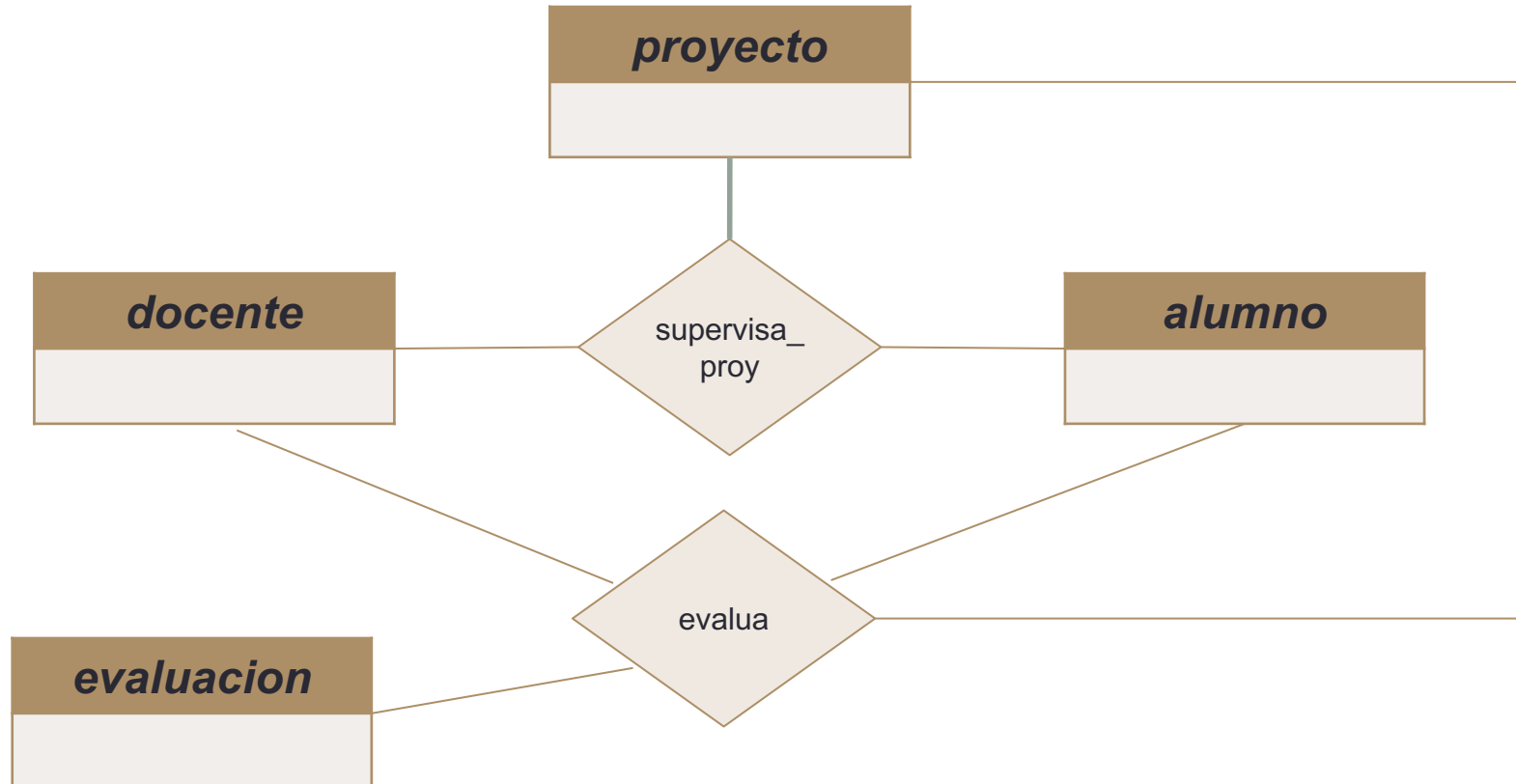
- Restricciones sobre qué entidades pueden ser miembros de un conjunto de entidades de nivel más bajo.
 - Definido por condiciones
 - P.e. todas las personas de más de 18 años son miembros del conjunto entidad *mayor-de-edad* (*mayor-de-edad* ISA *persona*).
 - Definido por el usuario
- Restricciones sobre cuándo o no las entidades pueden pertenecer a más de un conjunto entidad de nivel más bajo dentro de la misma generalización.
 - **Disjunto**
 - Una entidad puede pertenecer a un solo conjunto entidad de menor nivel
 - Se indica en el diagrama E-A asociando varias líneas la mismo triángulo.
 - **Solapado**
 - Una entidad puede pertenecer a varios conjuntos entidad de menor nivel

Restricciones de diseño en una especialización/generalización (Cont.)

- **Restricción de completitud** – especifica cuándo o no una entidad del conjunto entidad de nivel superior debe pertenecer a al menos un conjunto entidad de menor nivel en la generalización.
 - **total** : una entidad siempre debe pertenecer a un conjunto entidad de menor nivel
 - **parcial**: una entidad no necesita pertenecer a uno de los conjuntos entidad de menor nivel

Agregación

- Consideremos la asociación ternaria *supervisa_proy*.
- Supongamos que queremos almacenar información sobre las *evaluaciones* del alumno por su supervisor sobre el proyecto.

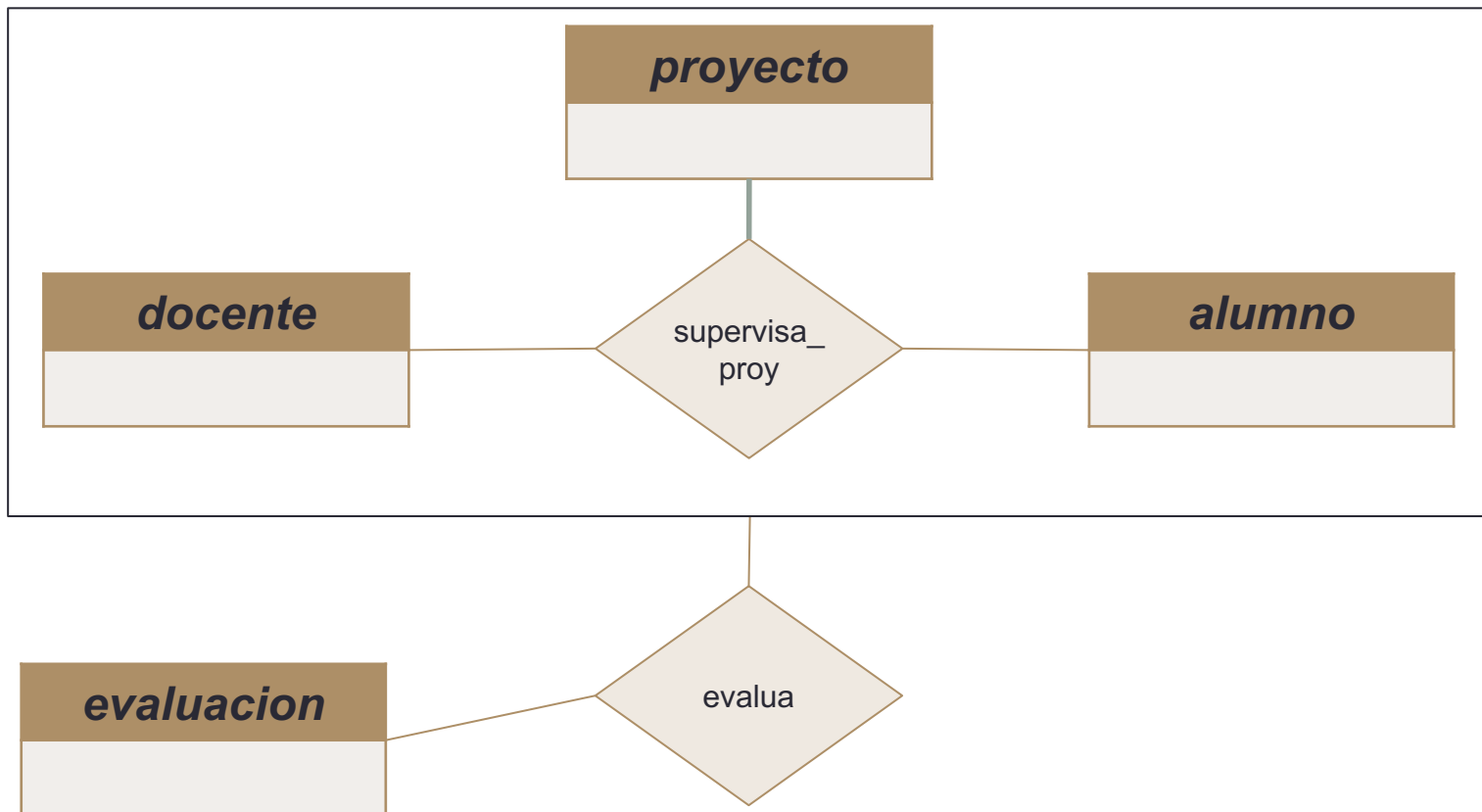


Agregación (Cont.)

- Los conjuntos asociación *supervisa_proy* y *evalua* representan información redundante.
 - Cada asociación *evalua* corresponde a una asociación *supervisa_proy*.
 - Sin embargo, algunas asociaciones *supervisa_proy* pueden no corresponderse con ninguna asociación *evalua*
 - Por eso no podemos descartar la asociación *supervisa_proy*.
- Eliminamos esta redundancia mediante *agregación*
 - Tratamos la asociación como una entidad abstracta
 - Permitimos asociaciones ente asociaciones
 - Abstraemos la asociación en una nueva entidad

Diagrama E-A con agregación

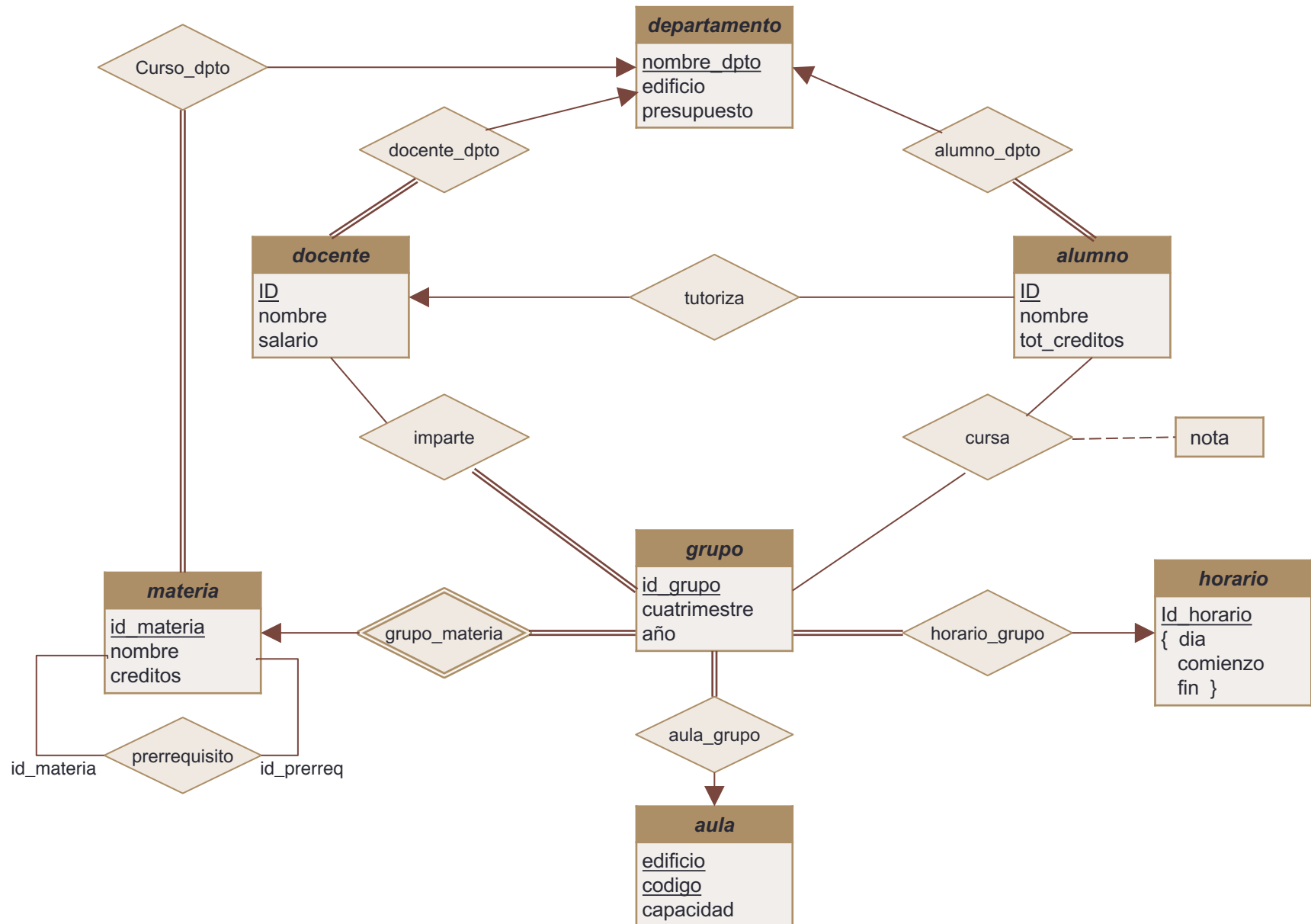
- Sin introducir redundancia, el siguiente diagrama representa:
 - Un alumno es supervisado por un profesor determinado en un proyecto concreto.
 - Una combinación alumno, docente, proyecto puede tener asociadas evaluaciones.



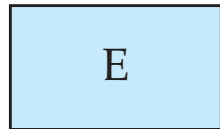
Decisiones de diseño E-A

- El uso de un atributo o conjunto entidad para representar un objeto.
- Cuándo un concepto del mundo real se expresa mejor mediante un conjunto entidad o mediante un conjunto asociación.
- El uso de asociaciones terciarias vs. dos asociaciones binarias.
- El uso de conjuntos entidad fuertes o débiles.
- El uso de especialización/generalización – contribuye a la modularidad en el diseño.
- El uso de agregación – se puede tratar el conjunto entidad agregado como una sola unidad sin importar los detalles de su estructura interna.

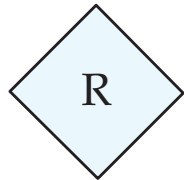
Diagrama E-A para una universidad



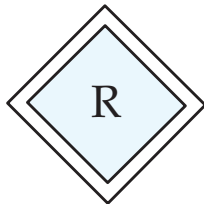
Resumen de símbolos utilizados en diagramas E-A



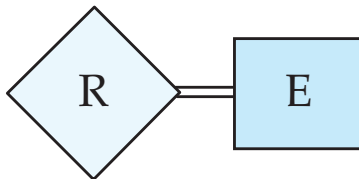
Conjunto entidad



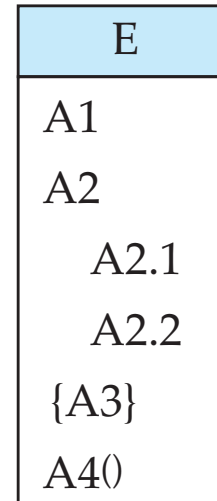
Conjunto asociación



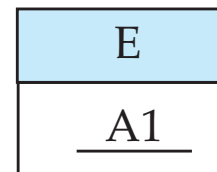
Asociación
identificadora
para una entidad
débil



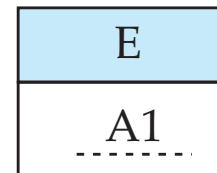
Participación
total de una
entidad en una
asociación



Atributos:
simple (A1),
compuesto (A2),
multivaluado (A3)
y derivado (A4)

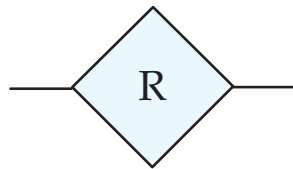


Clave primaria

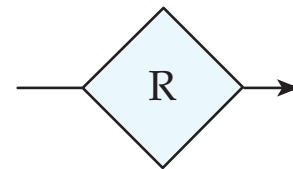


Atributo
discriminador de
una entidad débil

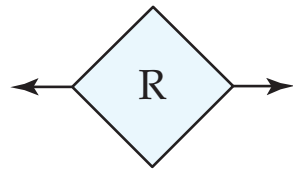
Símbolos utilizados en diagramas E-A(Cont.)



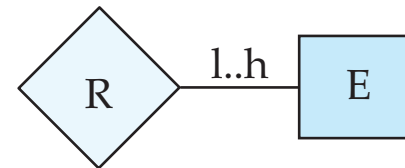
Asociación
varios-a-varios



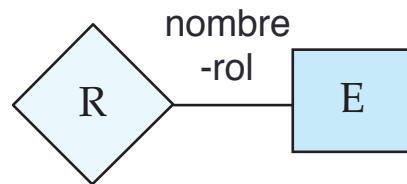
Asociación
uno-a-varios



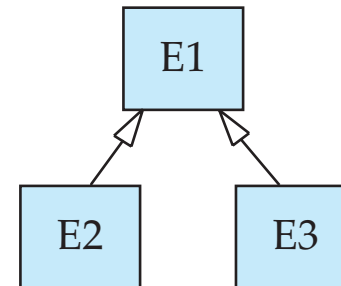
Asociación
uno-a-uno



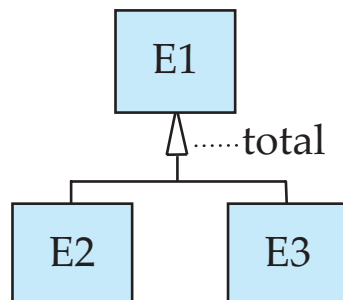
Límites de
cardinalidad



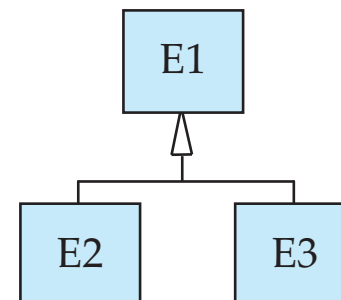
Indicador de
rol



ISA: generalización
o especialización



Generalización
total (disjunta)

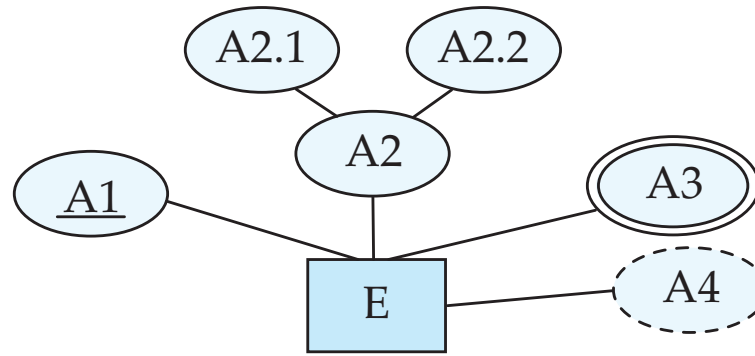


Generalización
disjunta

Notaciones E-A alternativas

- Chen, IDE1FX, ...

Conjunto entidad E con atributos simple (A1), compuesto (A2), multivaluado (A3) y derivado (A4), y con clave primaria A1



Conjunto entidad débil



Generalización



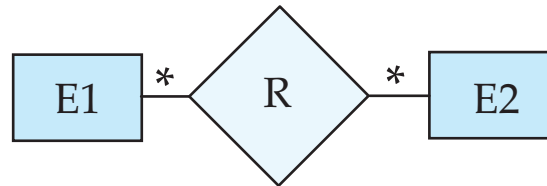
Generalización total



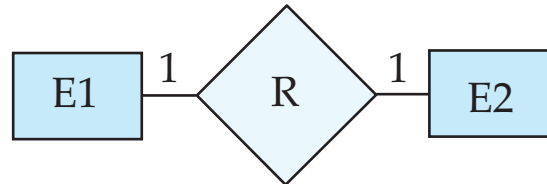
Notaciones E-A alternativas

Chen

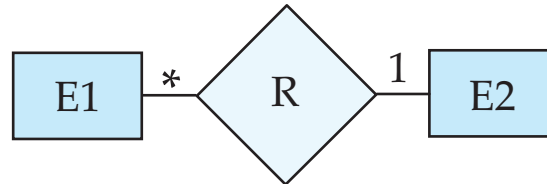
Asociación
varios-a-varios



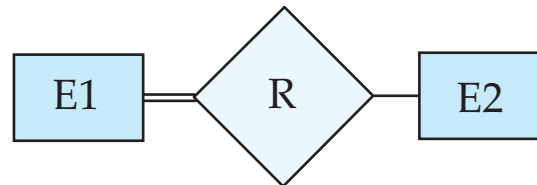
Asociación
uno-a-uno



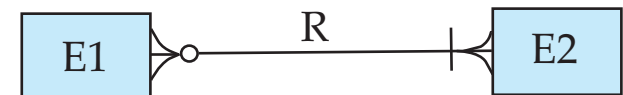
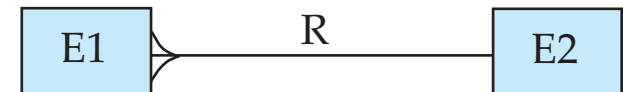
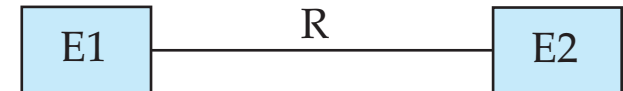
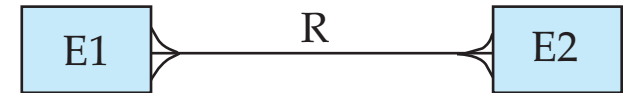
Asociación
varios-a-uno



Participación
en R: total (E1)
y parcial (E2)



IDE1FX

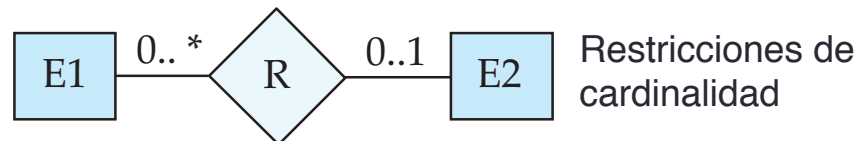
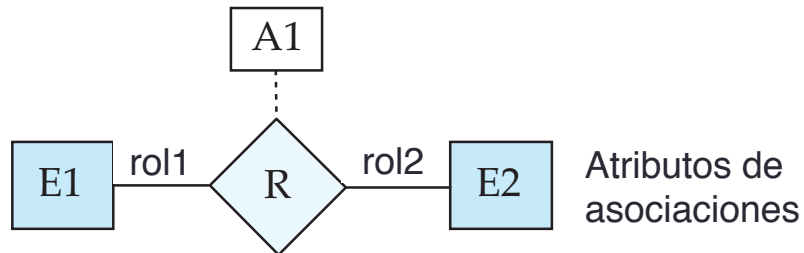
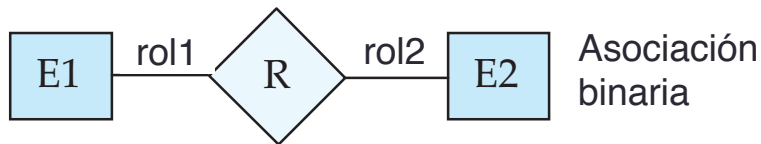
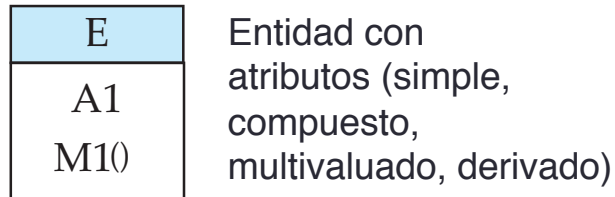


UML

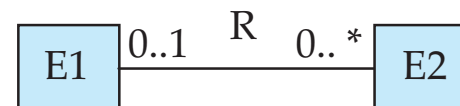
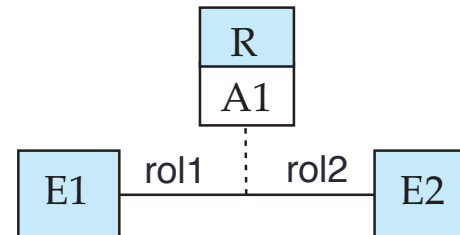
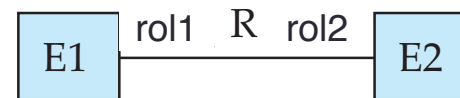
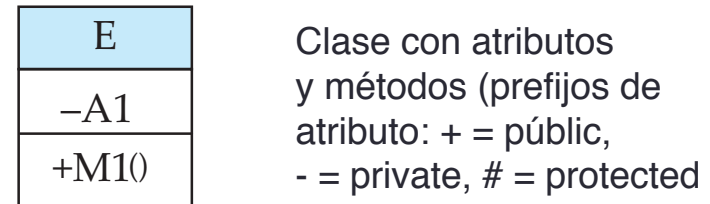
- UML: Unified Modeling Language
- UML tiene muchos componentes para modelar gráficamente diferentes aspectos de un sistema software
- Los diagramas de clases UML se corresponden con diagramas E-A con algunas diferencias.

Diagramas E-A vs. clases UML

Notación E-A



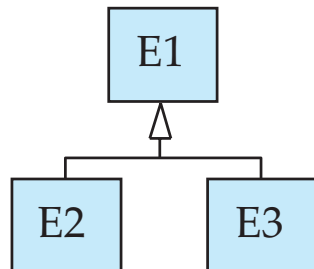
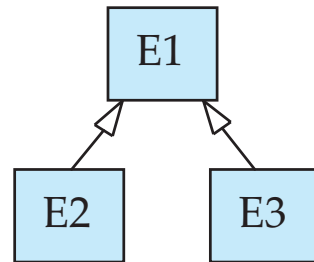
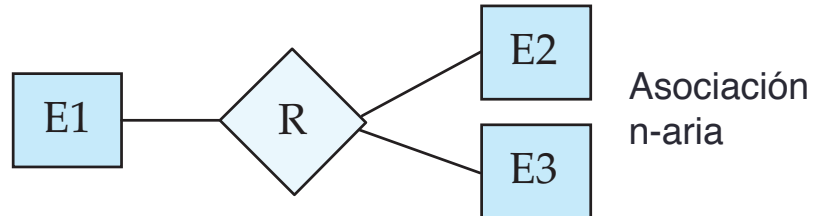
Equivalente en UML



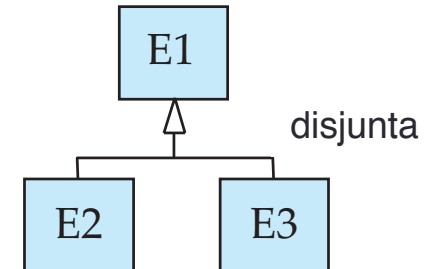
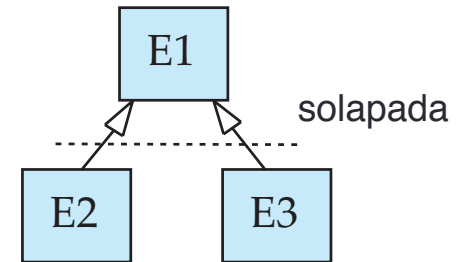
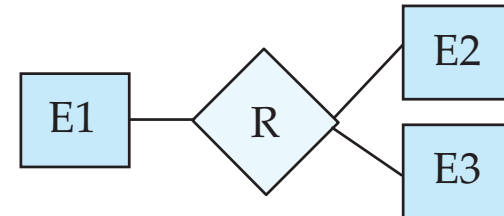
Fijarse que las restricciones de cardinalidad van al revés

Diagramas E-A vs. clases UML

Notación E-A



Equivalente en UML



FIN DEL TEMA 2
