

# Capítulo 2

## Modelado de Entidad-Relación

### Parte 1

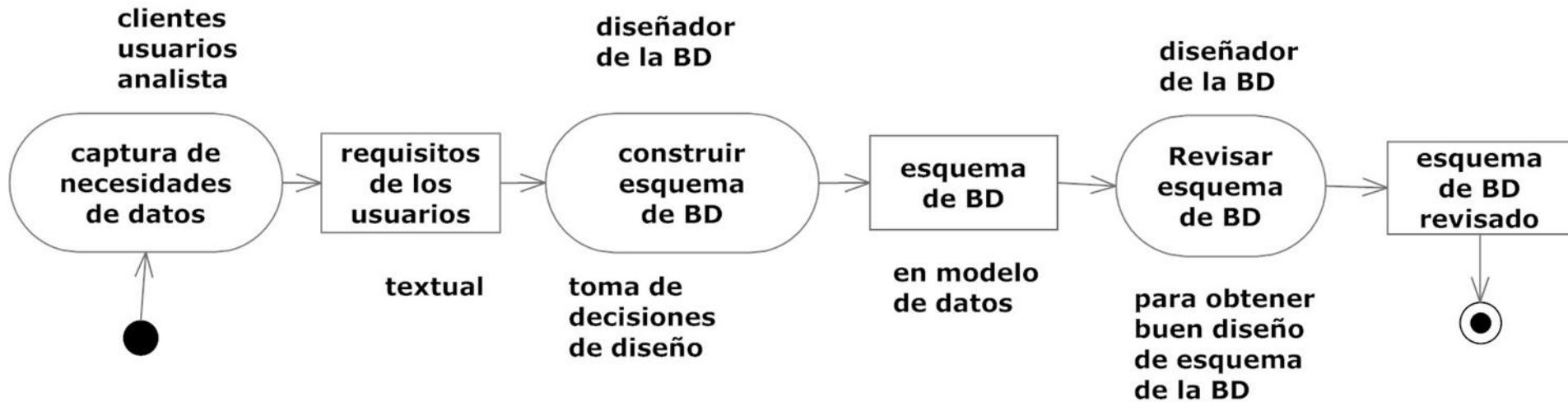
# Diseño de Esquemas de BD

- Un **buen diseño de esquema de BD** debe considerar:
  - **Evitar la redundancia de información**
  - **Compleitud:**
    - Expresar todos los aspectos relevantes del problema (usando la notación de esquemas de BD).
      - Aquí nos referimos también a las restricciones de integridad.
  - **Comprensibilidad:** Esquema de BD fácil de entender.
  - Hay otras metas a lograr que veremos más adelante.

# Diseño de Esquemas de BD

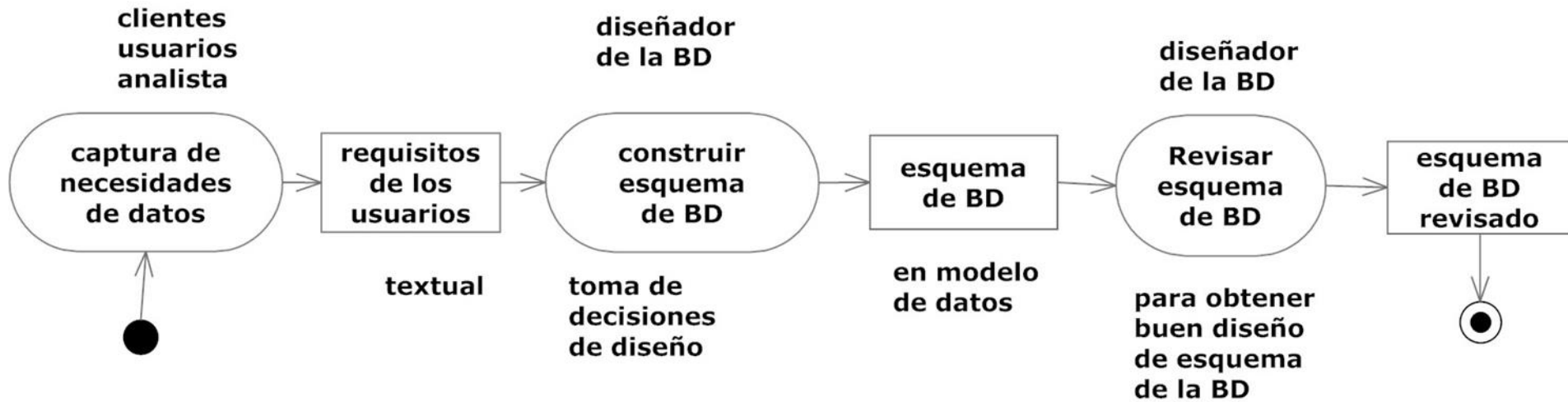
- En este capítulo vamos a estudiar el siguiente enfoque para diseño de esquemas de BD:
  - **Diseño de entidad-relación (ER)**: modelado de entidades y relaciones con **toma de buenas decisiones de modelado**.

# Diseño de Esquemas de BD



- Un **proceso** a seguir para diseño de esquemas de datos:
    1. Capturar las **necesidades de datos**.
      - Para esto hay que interactuar con **clientes** y **usuarios**.
      - Se obtiene así una **descripción textual** de los **requisitos**. El lenguaje natural suele tener algunos problemas a resolver como:
        - **Ambigüedades**: más de una interpretación posible.
        - **Inconsistencias**: partes que se contradicen entre sí.
- Estos problemas deben ser **resueltos junto con los participantes**.

# Diseño de Esquemas de BD



2. Elegir modelo de datos (p.ej. modelo-ER) y se **traducen los requisitos en un esquema de la BD** (siguiendo ese modelo de datos).

3. **Revisar** el esquema de la BD producido

- Chequear que estén todos los requisitos que se pueden expresar.
- Chequear que no se contradiga esquema de BD con requisitos.
- Eliminar redundancia de información del esquema de BD.

# Diseño de Esquemas de BD

- En este capítulo aplicaremos el proceso anterior usando modelos de entidad-relación.
- Dividimos el estudio en dos partes:
  1. Primero estudiaremos los conceptos fundamentales de los modelos ER.
    - Además de los conceptos se irá explicando cómo se describen **restricciones de integridad** en modelos ER
  2. Luego consideraremos cómo tomar buenas decisiones de diseño durante el modelado ER.

# Conjuntos de Entidades

- Una **entidad** es un objeto que existe y es distinguible de los otros objetos.
  - **Ejemplos:** persona específica, empresa, recital, planta.
- Las entidades tienen **atributos**.
  - **Ejemplo:** una persona tiene nombres y direcciones.
- Un **conjunto de entidades (CE)** es un conjunto de entidades del mismo tipo (i.e. Con los mismos atributos) que comparte las mismas propiedades.
  - **Ejemplo:** conjunto de todas las personas con los atributos del ejemplo anterior.

# Conjuntos de Entidades

- **Ejemplo:**

- Se quiere modelar una base de datos de estudiantes e instructores, identificados por número de matrícula y legajo, respectivamente. Un instructor puede instruir a varios estudiantes, pero un estudiante es instruido por un solo instructor.
- ¿Qué conjuntos de entidades tenemos aquí?



# Conjuntos de Entidades

instructor\_ID instructor\_name

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

*instructor*

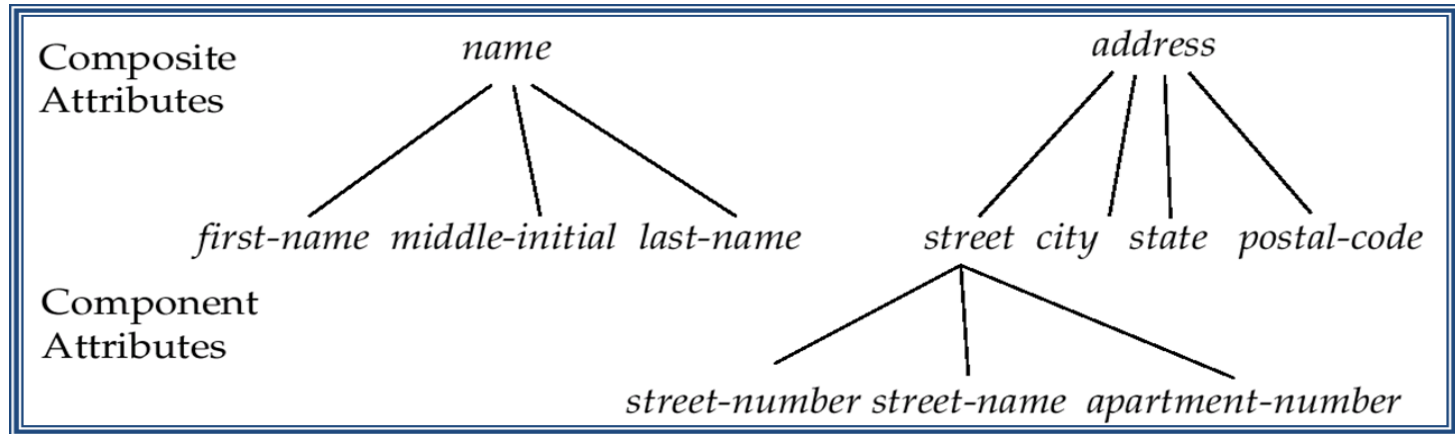
student-ID student\_name

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

*student*

# Atributos

- ❑ **Dominio** – es el conjunto de valores permitidos para cada atributo
- ❑ **Tipos de atributos:**
  - ❑ Atributos **Simples** y **compuestos**.



Los atributos hoja son simples (no se siguen descomponiendo)

- ❑ Atributos **uni-valorados** (toman un valor) y **multi-valorados** (pueden tomar varios valores)
  - ❑ **Ejemplo:** *números-telefónicos* de una persona es atributo multivalorado, *nombre* de una persona es atributo univalorado.
- ❑ Atributos **derivados**
  - ❑ Pueden computarse de otros atributos.
  - ❑ **Ejemplo:** *edad* dada la *fecha de nacimiento*.

# Claves

- **Ejemplo:** el CE *instructor* tiene atributos:  
*ID, name, dept\_name, salary*
  - Con el *ID* y el *name* sabemos de qué instructor estamos hablando.
  - Basta considerar el *ID* para saber a cuál instructor nos referimos.
  - Con el *salary* no sabemos de qué instructor se habla.
- Una **superclave** de un CE es un conjunto de uno o más atributos cuyos valores unívocamente determinan cada entidad.

# Claves

- Una **clave candidata (CC)** de un CE es una superclave minimal (i.e. si se quita atributo dejamos de tener superclave).
  - *ID* es clave candidata de *instructor* (y no tiene otra CC)
  - *course\_id* es clave candidata de *course*
- Una clave candidata no necesariamente tiene cardinalidad mínima.
- **Ejemplo:** un CE *biblioteca* de las bibliotecas de una ciudad tiene los atributos: *nombreBib*, *calle*, *número*
  - *nombreBib* clave candidata
  - *calle*, *número* clave candidata

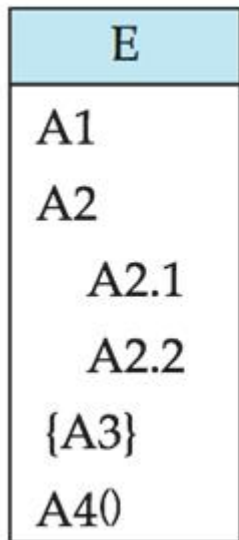
# Claves

- Aunque varias claves candidatas pueden existir, una de las claves candidatas es seleccionada para ser la **clave primaria**.
- **Ejemplo:** en el CE biblioteca se puede elegir:
  - *nombreBib* clave primaria,
  - o
  - *calle, número* clave primaria
- No necesariamente es la de menor cantidad de atributos

# Modelado ER

- **Propósito:** diagramar conjuntos de entidades con sus atributos.
- **Notaciones** de diagramas que usaremos:
  1. La de las ediciones 4 y 5 del libro del Silberschatz
  2. La de la edición 6 del libro de Silberschatz
    - Principalmente difieren en cómo se representan los atributos de los conjuntos de entidades.
    - En las demás cosas son bastante similares.

# Conjuntos de Entidades y Atributos



Notación de clases: sexta edición del Silberschatz

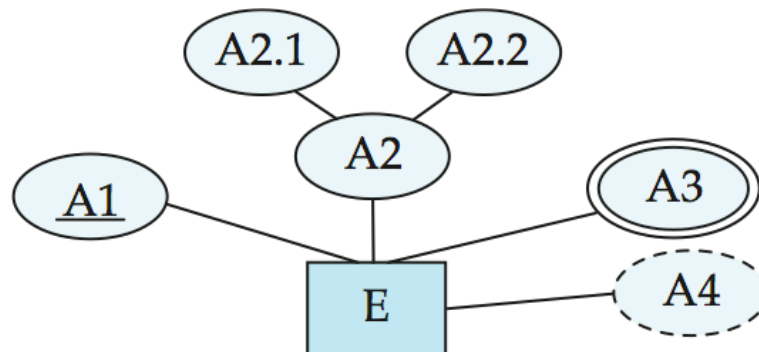
attributes:  
simple (A1),  
composite (A2) and  
multivalued (A3)  
derived (A4)

*¿Qué ventajas tiene la segunda notación?*

*¿Qué ventajas tiene la primera notación?*

Otra forma de decirlo: cuarta y quinta edición del Silberschatz

entity set E with  
simple attribute A1,  
composite attribute A2,  
multivalued attribute A3,  
derived attribute A4,  
and primary key A1

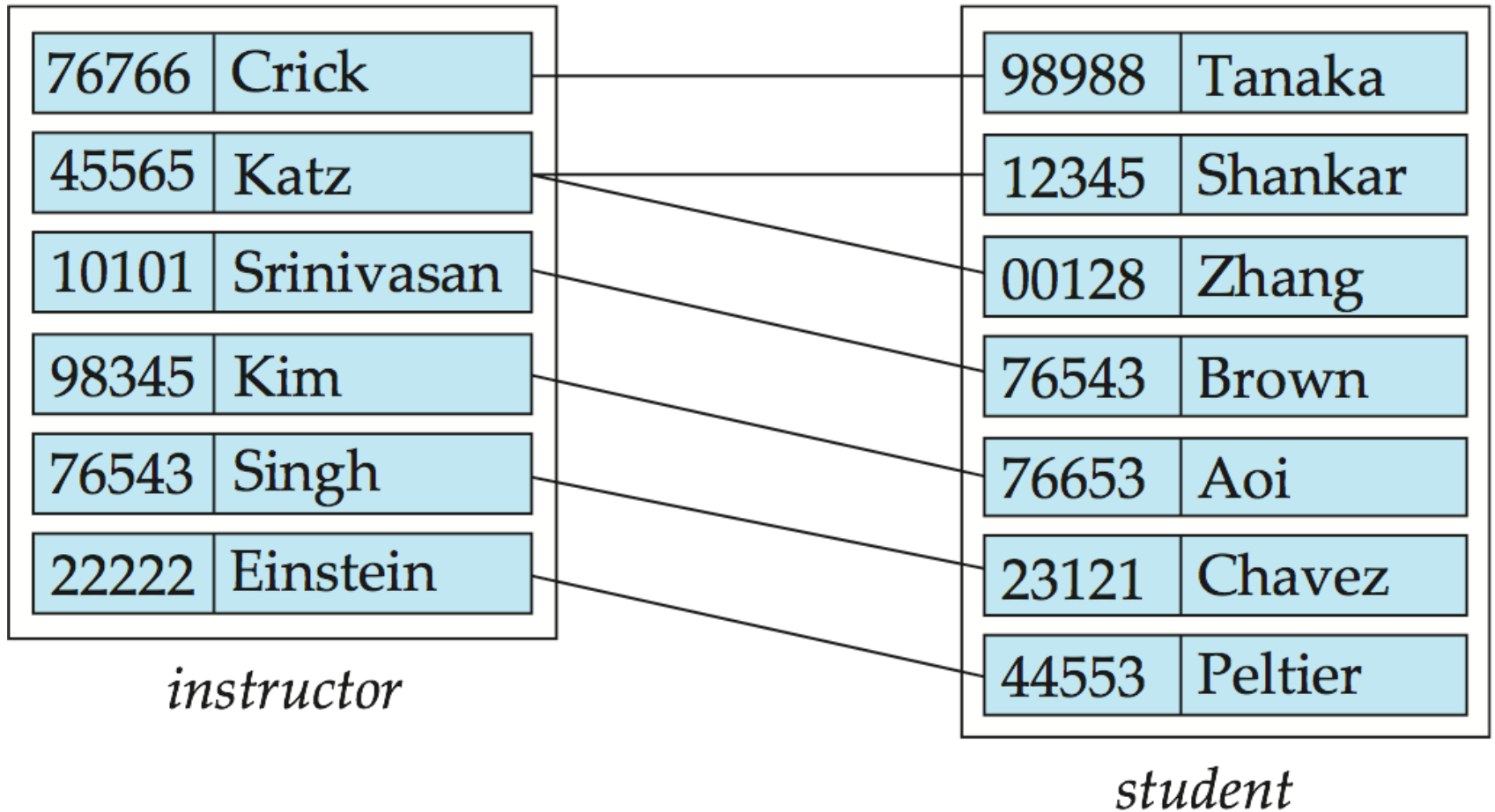


# Conjuntos de Entidades y Atributos

- **Ejercicio:** representar la siguiente situación: hay docentes. Un docente tiene un identificador que es único entre los docentes. Además un docente tiene un nombre que consiste de: primer nombre, inicial del medio y apellido. Además un docente tiene un domicilio que se compone de posición de calle, ciudad, estado y código postal; la posición de calle consiste de número, nombre de calle y número de departamento (el cuál es opcional). Además un docente tiene cero o más números telefónicos. Finalmente un docente tiene una fecha de nacimiento y una edad.



# Conjuntos de Relaciones



Conjunto de relaciones *supervisa*

# Conjuntos de Relaciones

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

**Ejemplo:**

22222 (Einstein)  
*entidad instructor*

44553 (Peltier)  
*entidad estudiante*

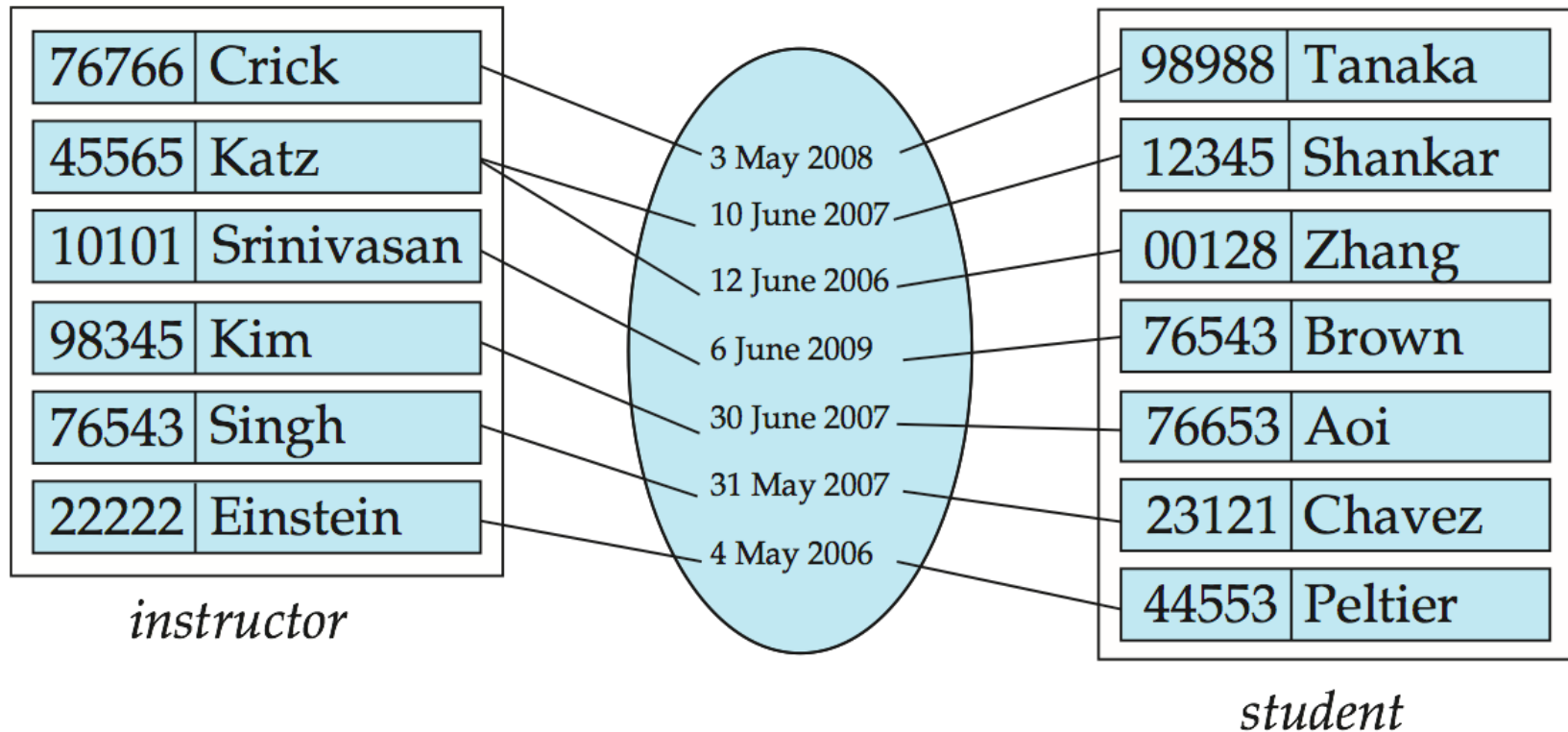
- Tenemos la relación: ( (22222, Einstein), (44553, Peltier) )
- Un **conjunto de relaciones** (**CR**) es una relación matemática entre  $n \geq 2$  conjuntos de entidades,

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

donde  $(e_1, e_2, \dots, e_n)$  es una relación.

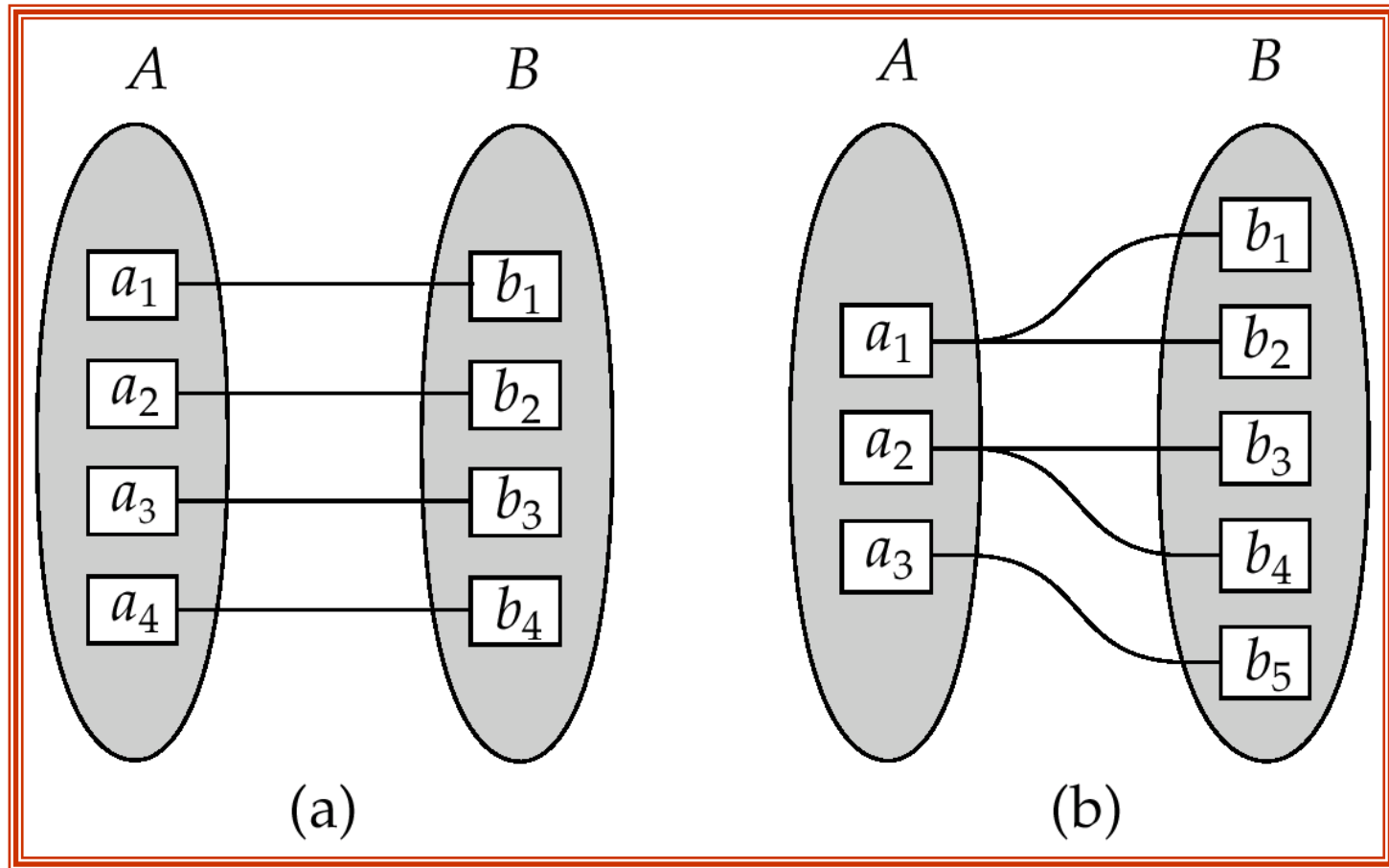
- **Por ejemplo:** el CR *supervisa* entre instructor y estudiante.

# Conjuntos de Relaciones



- Un atributo puede ser también una propiedad de un conjunto de relaciones.
- Conjunto de relaciones *supervisor* entre *instructor* y *estudiante* con atributo *fecha* que indica cuándo a un alumno se le asignó un profesor supervisor.

# Correspondencias de Cardinalidades

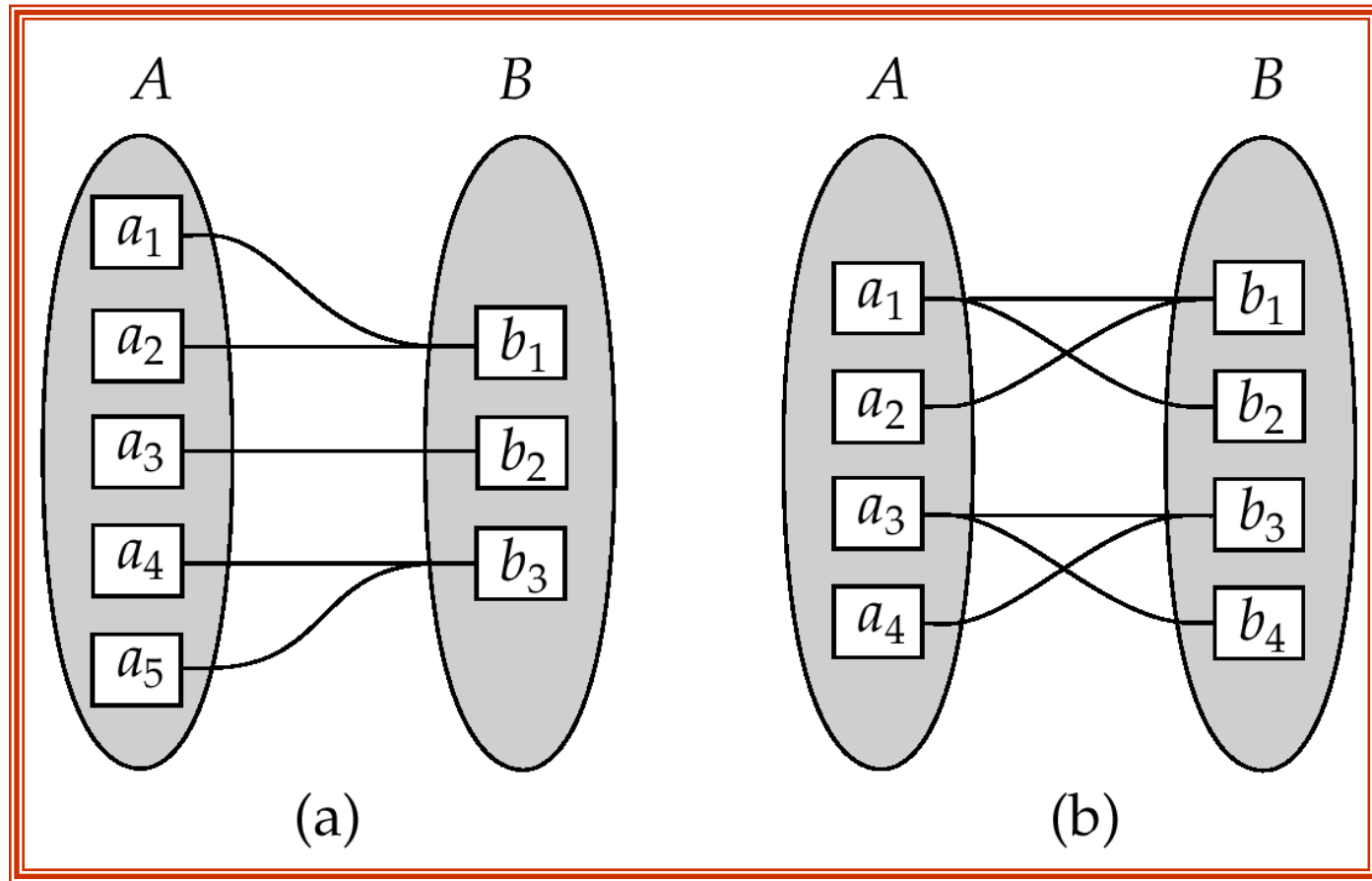


Uno a uno

Uno a varios

**Nota:** Algunos elementos en  $A$  y  $B$  pueden no ser mapados a algunos elementos en el otro conjunto

# Correspondencias de Cardinalidades



Varios a uno

Varios a varios

**Nota:** Algunos elementos en  $A$  y en  $B$  pueden no ser mapeados a algunos elementos en el otro conjunto

# Correspondencias de Cardinalidades

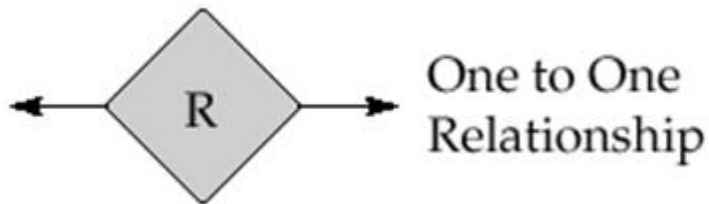
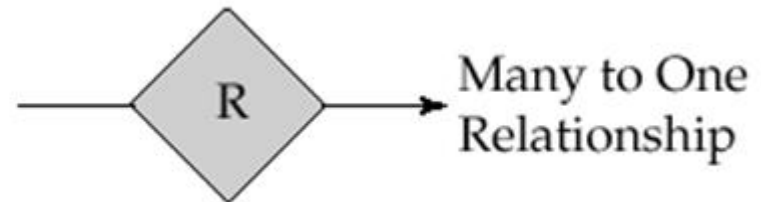
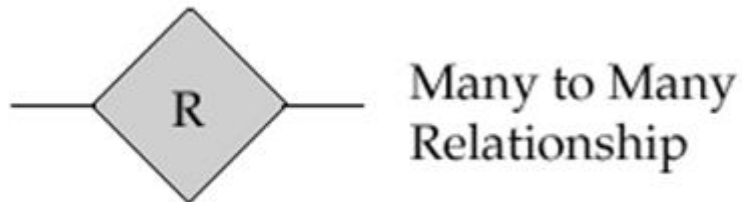
- **Requisito:** quiero poder distinguir entre estos 4 casos y expresarlos como restricciones de integridad en el diagrama ER.
- Sea  $R$  un conjunto de relaciones de conjuntos de entidades  $E1$  a conjunto de entidades  $E2$ :
- **Conjuntos de relaciones uno-uno:** una entidad de  $E1$  está asociada con a lo más una entidad de  $E2$  via  $R$ . Una entidad de  $E2$  está asociada con a lo más una entidad de  $E1$  via  $R$ .
- **Conjuntos de relaciones uno-varios:** una entidad de  $E1$  está asociada con varias (incluyendo 0) entidades de  $E2$  via  $R$ . Una entidad de  $E2$  está asociada con a lo más una entidad de  $E1$  via  $R$ .

# Correspondencias de Cardinalidades

- Sea  $R$  un CR de conjuntos de entidades  $E1$  a conjunto de entidades  $E2$ :
- **Conjuntos de relaciones varios-uno**: una entidad de  $E1$  está asociada con a lo más una entidad de  $E2$  via  $R$ . Una entidad de  $E2$  está asociada con varias (incluyendo 0) entidades de  $E1$  via  $R$ .
- **Conjuntos de relaciones varios-varios**: una entidad de  $E1$  está asociada con varias (incluyendo 0) entidades de  $E2$  via  $R$ . Una entidad de  $E2$  está asociada con varias (incluyendo 0) entidades de  $E1$  via  $R$ .

# Correspondencia de Cardinalidades

**Propósito:** Diagramar conjuntos de relaciones binarios.  
Notación para correspondencia de cardinalidades.





# Correspondencia de Cardinalidades

- **Ejercicio 1:** representar el CR *supervisa* (trabajo especial) entre *instructor* y *estudiante*.
  - Un docente puede supervisar varios estudiantes y un estudiante puede tener a lo sumo un supervisor.
- **Ejercicio 2:** representar el CR *pertenece* entre *cliente* y *carrito de compras* de un sitio de comercio electrónico.
  - ¿Cómo conviene que sea la correspondencia de cardinalidades?
- **Ejercicio 3:** representar el CR *contiene* entre *artículo* y *carrito de compras*.
  - Reflejar además que para cada artículo en un carrito se tiene además una cantidad del artículo.

# Correspondencia de Cardinalidades

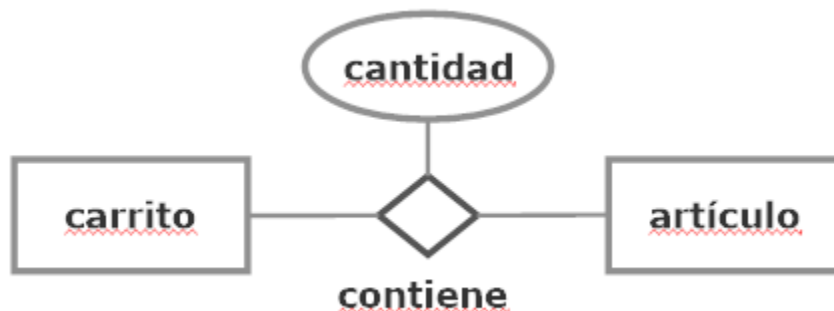
- Solución ejercicio 1:



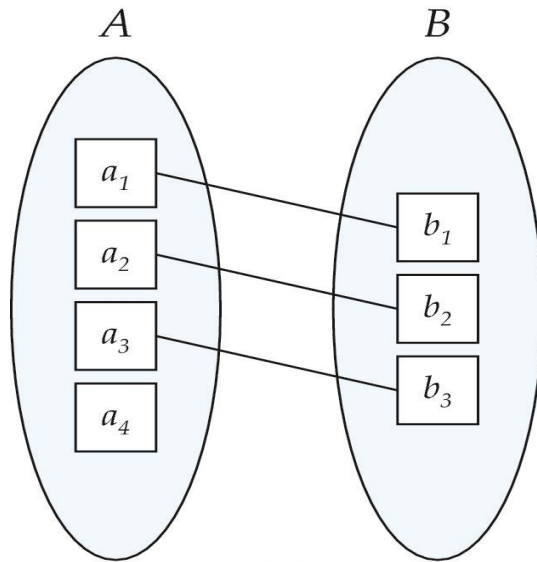
- Solución ejercicio 2:



- Solución ejercicio 3:

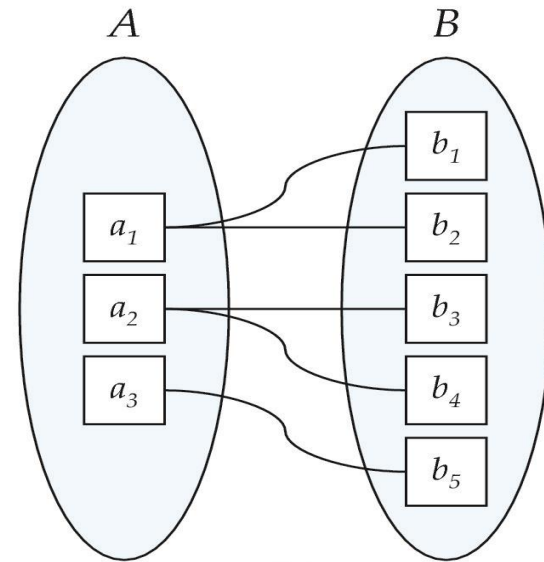


# Formas de participación de CE en CR



(a)

A participa parcialmente



(b)

A participa totalmente

- CE *estudio*, CR *posee* y CE *película*.
  - Toda *película* es poseída por un *estudio*.
- CE *docente*, CR *supervisa* y CE *alumno*.
  - Un *docente* puede no ser supervisor y un *alumno* puede no ser supervisado.
- **Requisito:** quiero poder distinguir entre estos dos casos y expresarlos como restricciones de integridad en un diagrama ER.

# Formas de participación de CE en CR

- **Participación total:** (indicada por línea doble): toda entidad en el conjunto de entidades participa en al menos una relación en el conjunto de relaciones.
  - **Ejemplo:** participación de *caja de ahorro* en *cliente* es total.
    - Toda *caja de ahorro* debe tener *clientes* asociados.



- **Participación parcial:** algunas entidades no participan en alguna relación en el conjunto de relaciones.
  - **Ejemplo:** participación de *instructor* en *supervisor* es parcial.

# Conjuntos de Relaciones

- **Ejercicio:** Indicar conjuntos de relaciones y restricciones de integridad (i.e. correspondencia de cardinalidades y forma de participación) para el siguiente enunciado.
  - *“Un socio puede tener prestado varios libros y todo libro ha sido prestado a a lo sumo un socio. Una biblioteca puede tener varios libros, y todo libro debe pertenecer a a lo sumo una biblioteca. Un socio puede estar inscripto en varias bibliotecas y una biblioteca puede tener varios socios. Un bibliotecario trabaja en a lo más una biblioteca y en una biblioteca puede haber varios bibliotecarios”.*

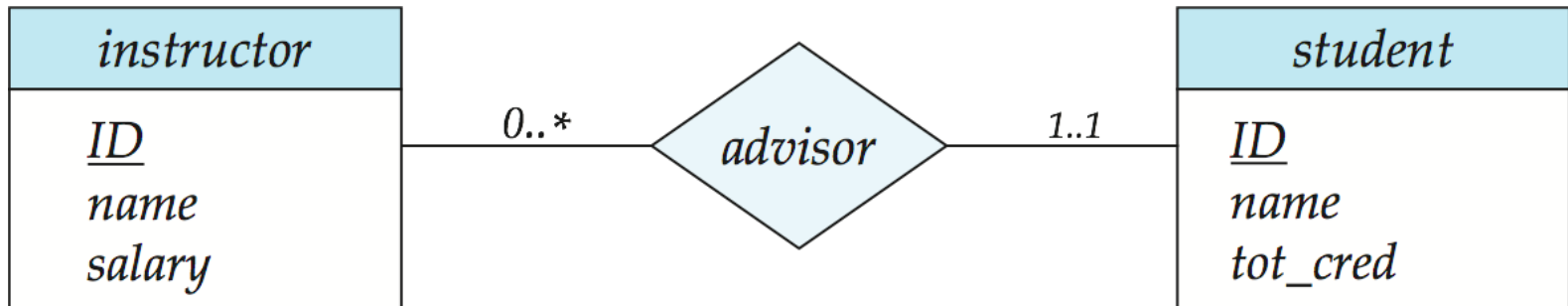
# Notación Alternativa **preferida** para Correspondencia de Cardinalidades

## □ Notación de intervalos o de cardinalidades

Usar [a..b] o [a..\*] .

## □ Los límites de cardinalidades también pueden expresar restricciones de participación. *¿Cómo?*

## □ *¿Qué ventajas tiene la notación de cardinalidades frente a la anterior?*



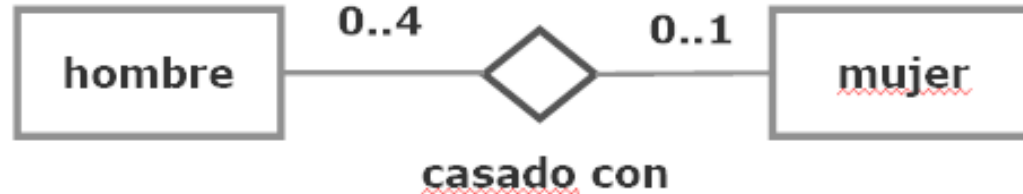
**Importante:** Notar que el lugar donde se pone la información es al revés (o sea, del otro lado) que en correspondencia de cardinalidades.

# Notación Alternativa para Correspondencia de Cardinalidades

- **Ejercicio:** reflejar la siguiente situación usando notación de intervalos: en varios países árabes un hombre puede casarse con hasta 4 mujeres.

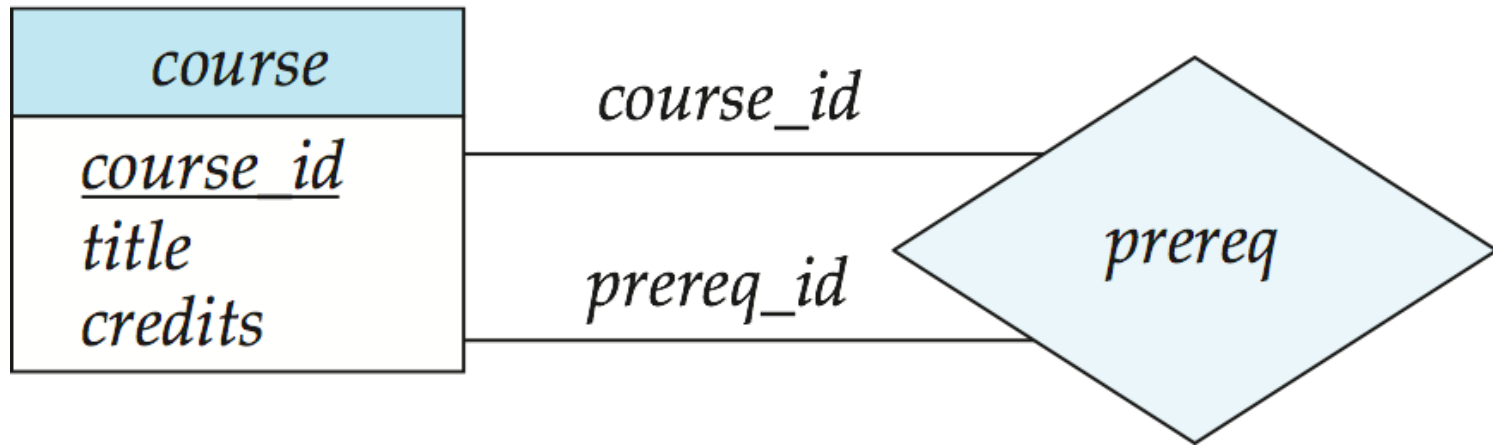
# Notación Alternativa para Correspondencia de Cardinalidades

- **Solución:**





# Roles



- ❑ Los CE en un CR no necesariamente son distintos.
  - ❑ Cada ocurrencia de un CE juega un “rol” en el CR.
- ❑ Las etiquetas “*course\_id*” y “*prereq\_id*” en *prereq* (correlatividades) son llamadas **roles**.

# Conjuntos de Entidades Débiles

**Situación:** tenemos un *sistema de bibliotecas de una ciudad*. En cada Biblioteca se tienen *copias de libros*. Para reflejar estas entidades usamos CE *libro de biblioteca*. Cada copia tiene un *n° de inventario*.



**libro de biblioteca es una copia de un libro. De un libro puede haber varias copias en distintas bibliotecas.**

*n° inventario* no es clave primaria de *libro de biblioteca*.

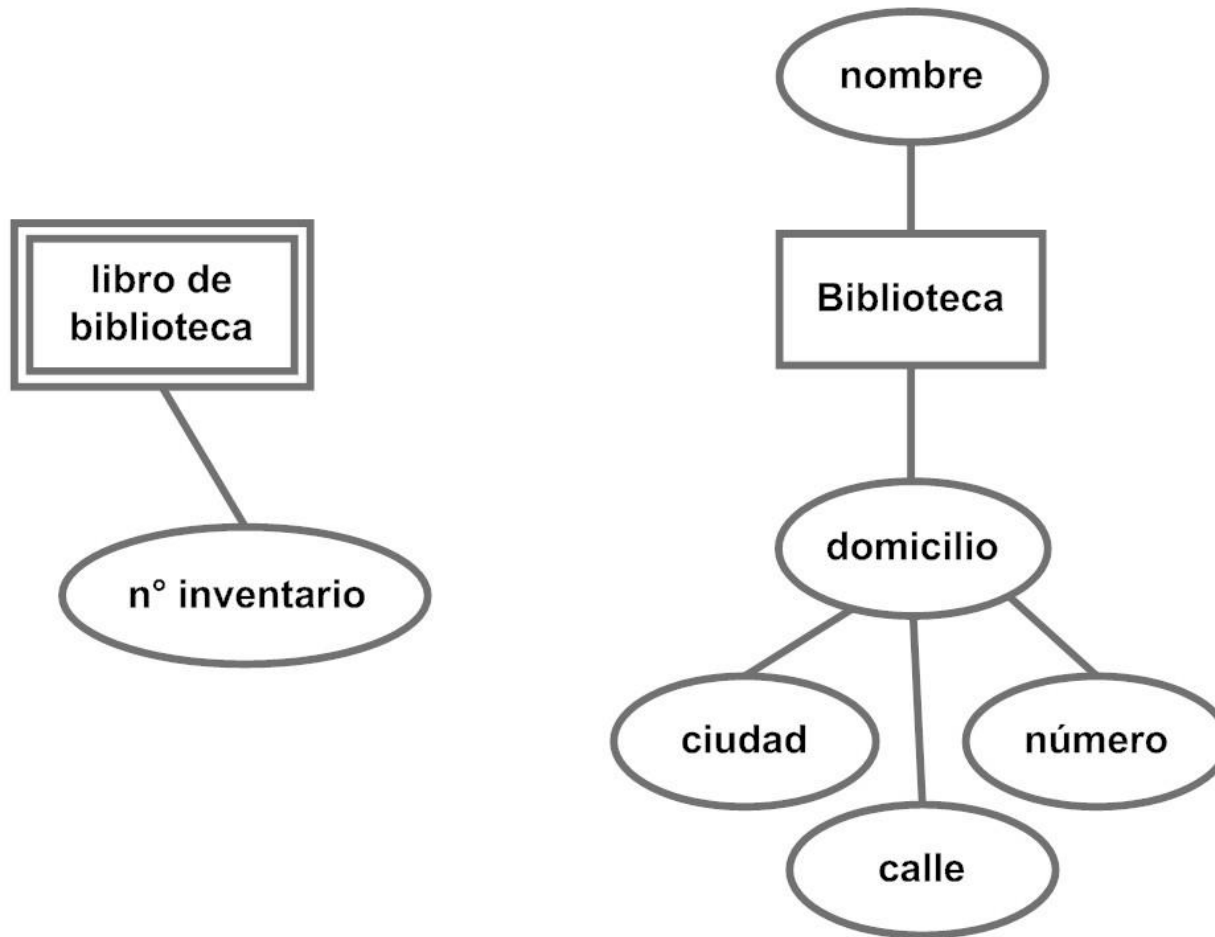
El *n° de inventario* se puede repetir en distintas bibliotecas, pero no en una biblioteca.

Un libro de biblioteca depende de una biblioteca.

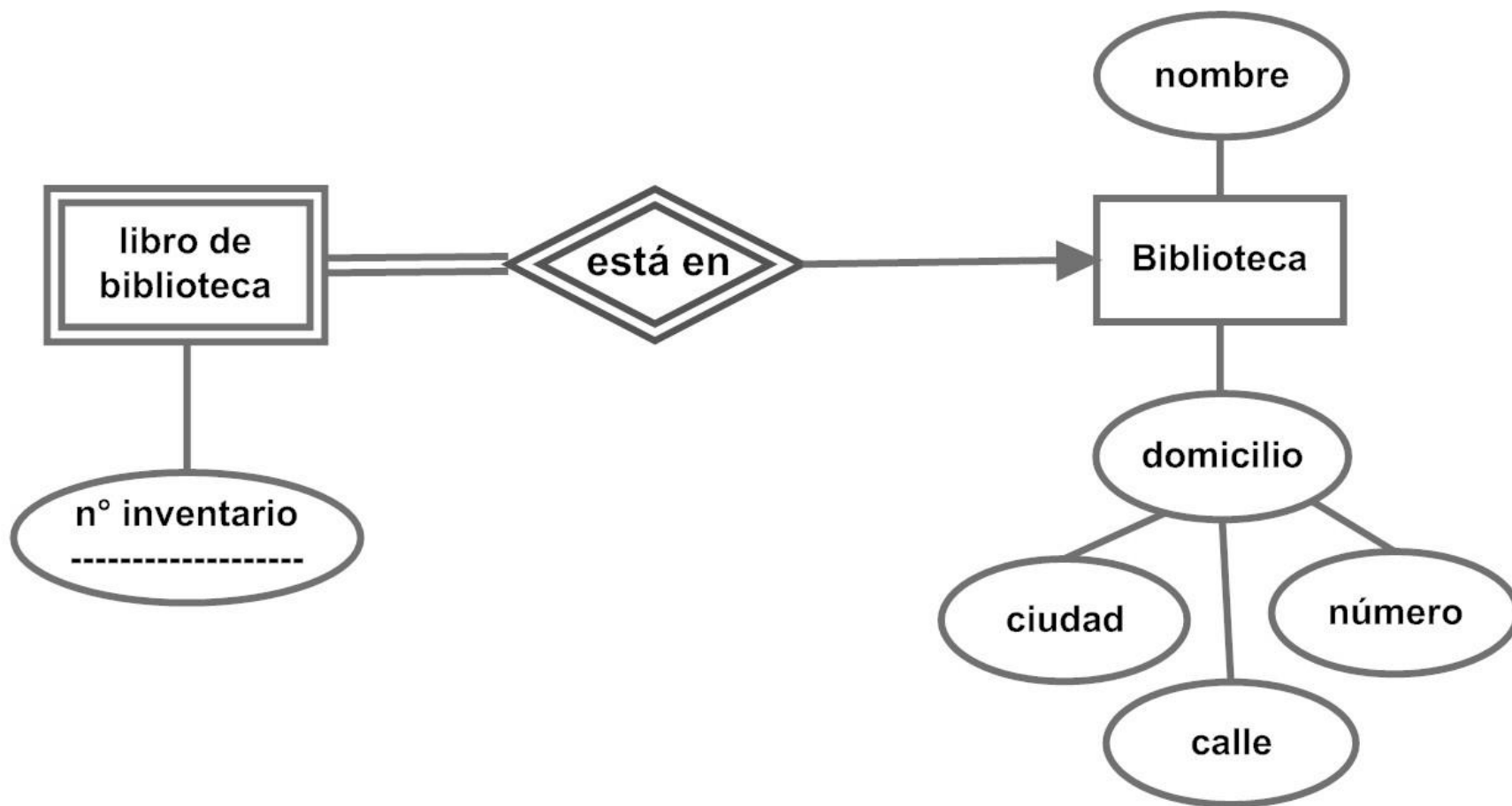
# Conjuntos de Entidades Débiles

- Un CE que no tiene una clave primaria en el conjunto de sus atributos, se llama **conjunto de entidades débiles**.
  - Un CE débiles se representa con rectángulo de borde doble.
- La existencia de un CE débiles depende de la existencia de un CE fuertes llamado **CE identificador**.
- ¿En el caso de libro-biblioteca cuál sería el CE identificador?

# Conjuntos de Entidades Débiles



# Conjuntos de Entidades Débiles



# Conjuntos de Entidades Débiles

- Hay un CR varios-uno entre CE débil y CE identificador, donde el CE débil tiene participación total.
  - A este CR se le llama **CR de identificación**.
  - El mismo se representa con un diamante doble.
- El **discriminador** de un CE débiles es un conjunto de atributos que
  - permite distinguir entre todas las entidades de un CE débiles asociadas a la misma entidad fuerte.
  - Los atributos del discriminador se subrayan con línea de guiones

# Conjuntos de Entidades Débiles

- **Problema:** ¿cómo identificar entidades débiles?
- **Idea de solución:** considerar tanto atributos de CE débil como atributos del CE identificador.
- **Solución:** La **clave primaria** de un CE débiles se forma con la clave primaria del CE identificador más el discriminador del CE débiles.

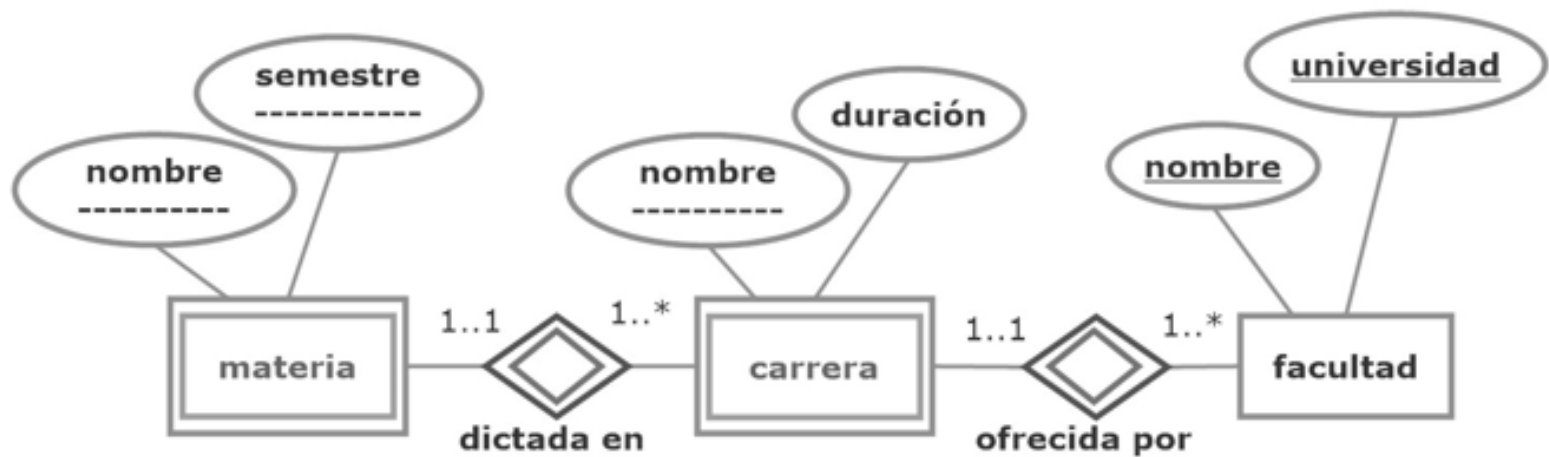
# Conjuntos de Entidades Débiles

- **Ejercicio:** modelar la siguiente situación reflejando CE débiles, discriminadores y CR de identificación:
  - *materia* con atributos: nombre y semestre;
  - *carrera* con atributos: nombre y duración;
  - *facultad* con atributos: nombre y universidad.
  - una *materia* puede ser dictada en diferentes *carreras* con significados diferentes.
  - una *carrera* puede ser dictada en diferentes *facultades*, con significados diferentes.



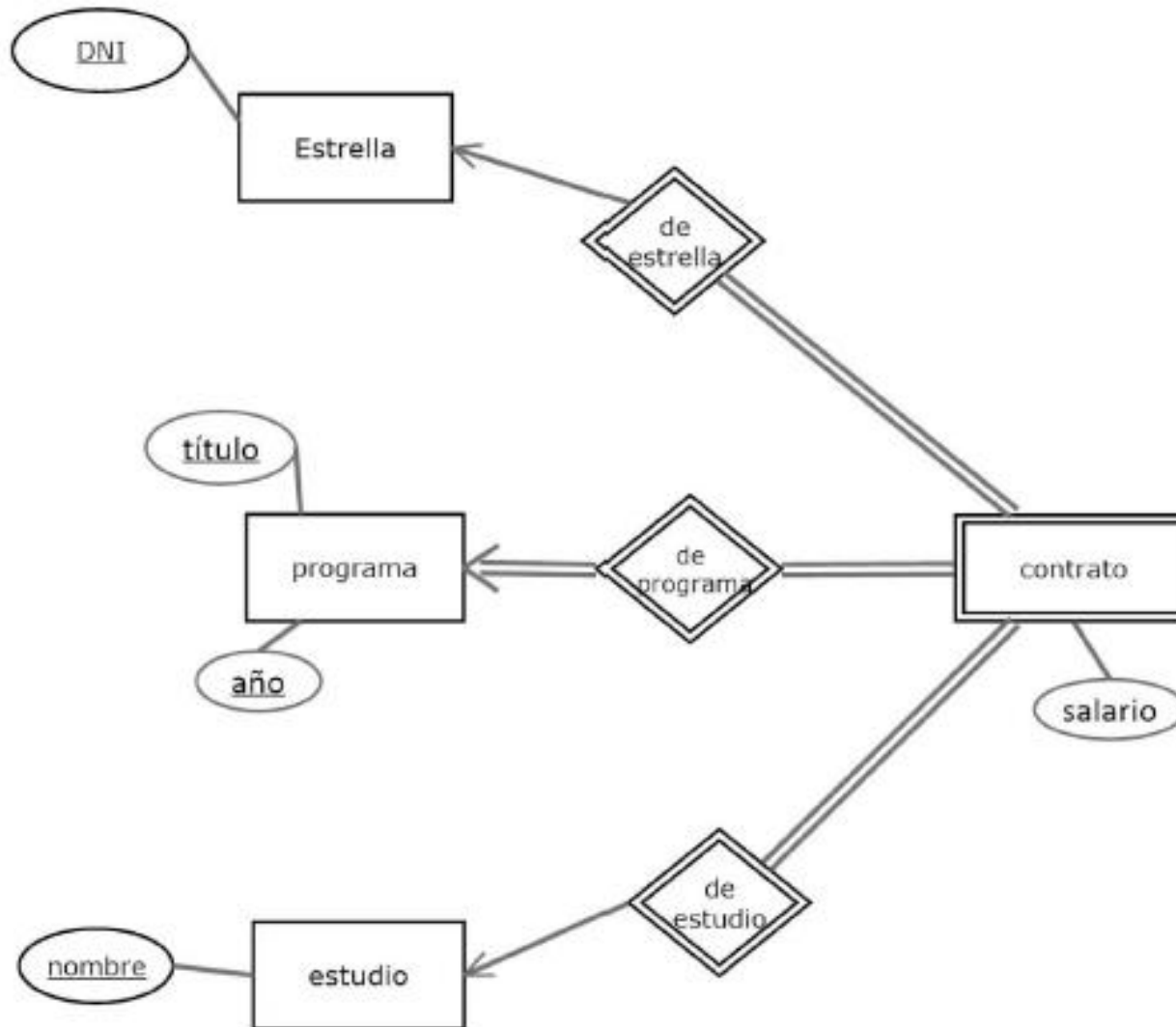
# Conjuntos de Entidades Débiles

- Solución:

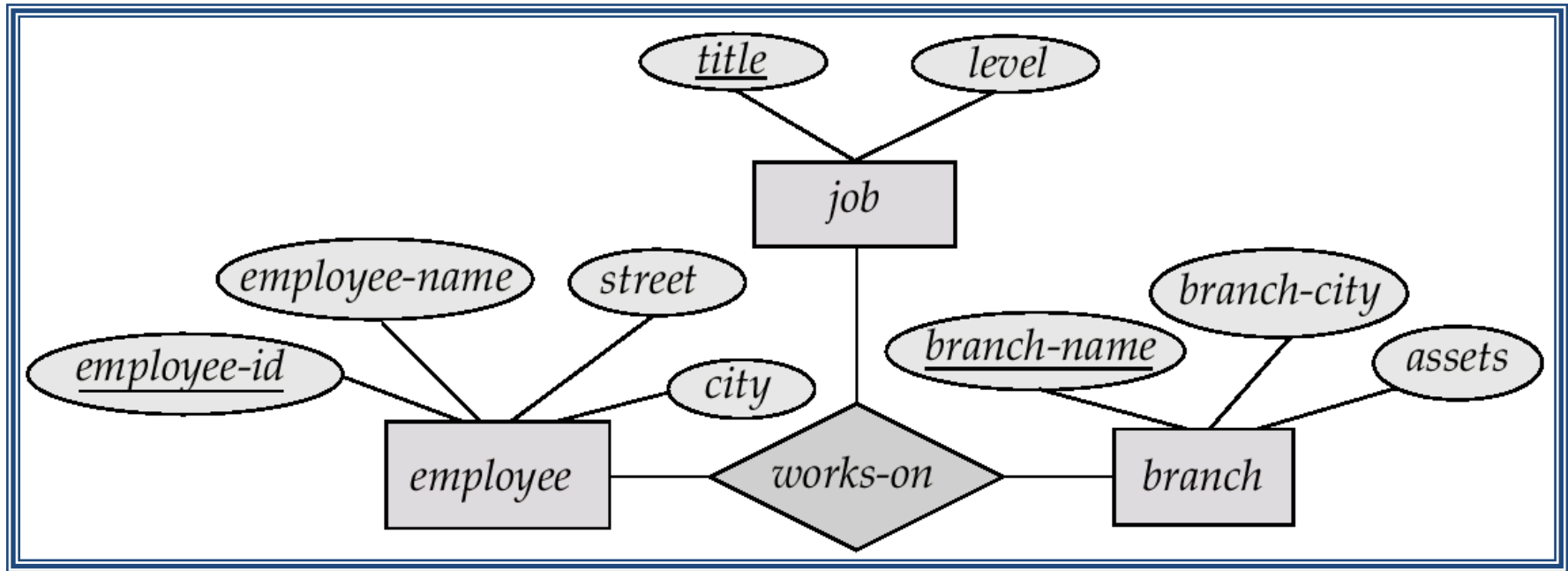


# Conjuntos de Entidades Débiles

- Un CE puede ser débil de varios CE fuertes.



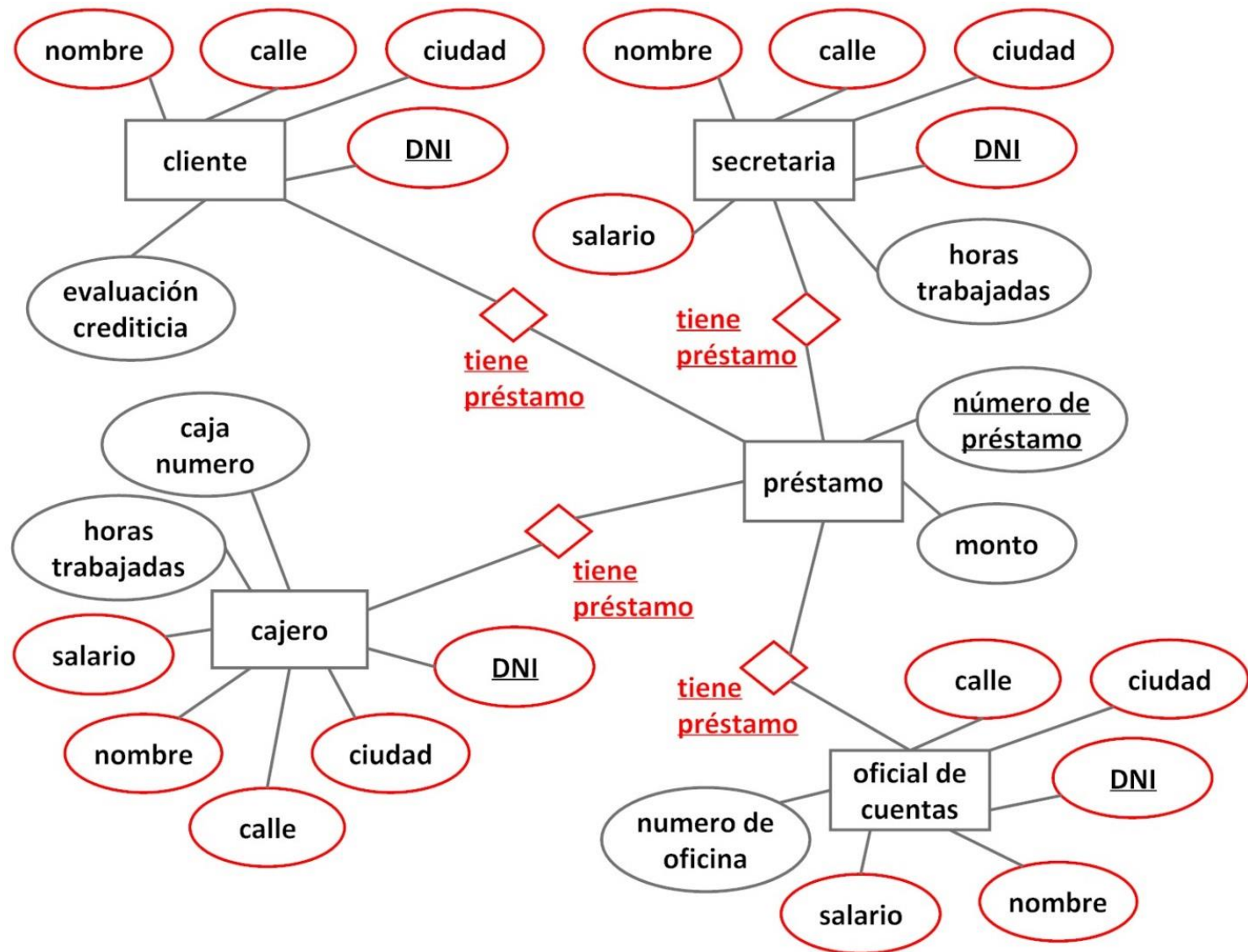
## Conjuntos de Relaciones de Grado > 2



Un empleado puede trabajar en distintas sucursales, en distintos trabajos.

Por ej. Amalia trabaja como repositora en la sucursal de Argüello, y como supervisora de cajas en la de Nueva. Córdoba.

# Especialización-Generalización



# Especialización-Generalización

- **Contexto de problema:** cuando en un diseño ER hay varios CE que son bastante similares en el sentido que:
  - comparten varios atributos en común, que tienen las mismas claves primarias y que participan en los mismos CR.
- **¿Qué sucede?**
  - Mucha repetición de atributos, de CR, y de claves primarias.
  - Ejemplo: en la figura de la página previa aquellos elementos marcados con rojo son los que se repiten.

# Especialización-Generalización

- ¿Por qué esto es malo?

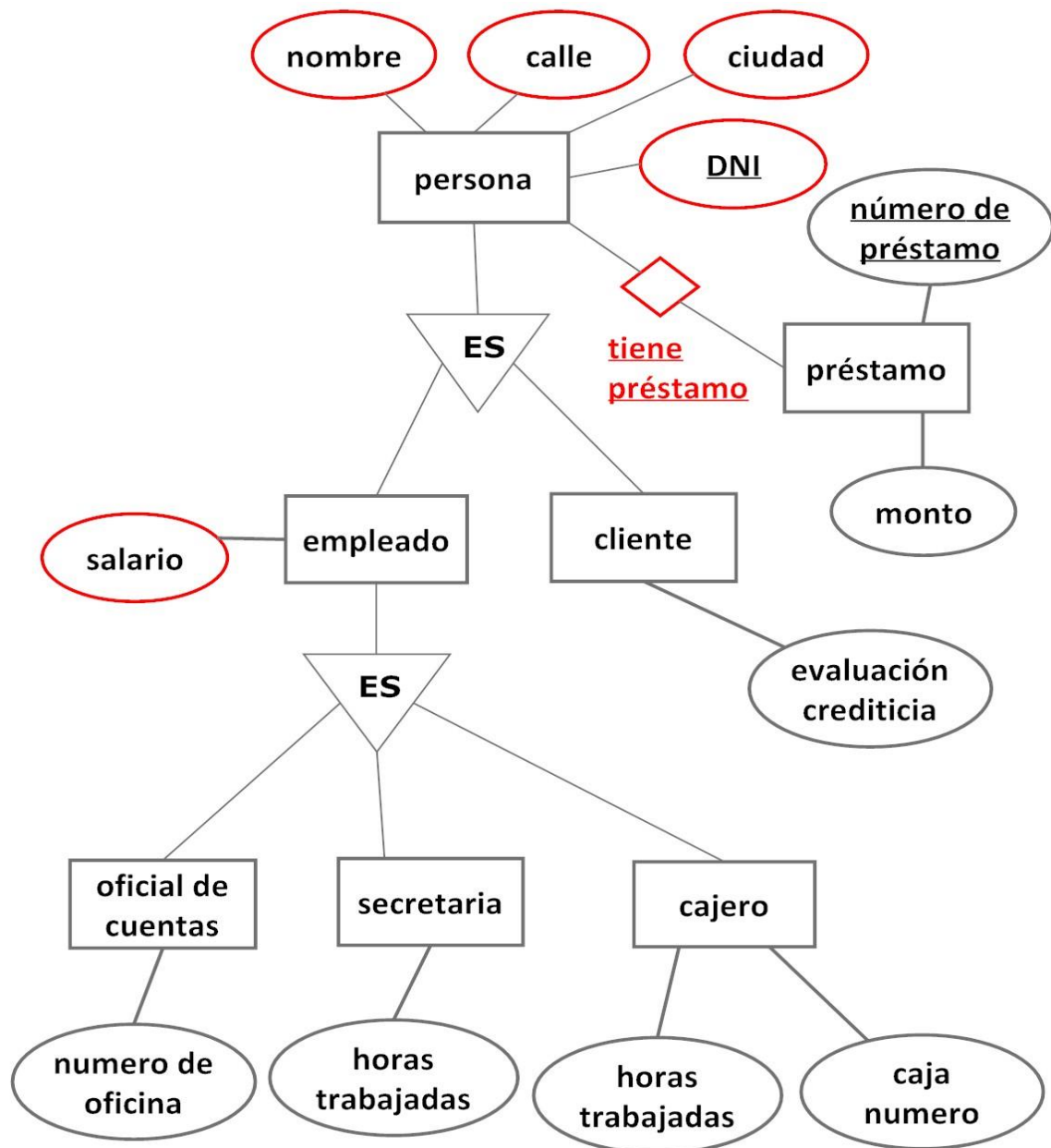
- Modelos que ocupan demasiado espacio debido a todas las repeticiones.
  - Demasiados CR hacen el diagrama más intrincado.
- Esto se ve agravado cuando el esquema de la BD tiene muchos CE y CR
  - el ejemplo anterior muestra que puede pasar incluso con unos pocos elementos.
- Al cambiar un CE o CR muchas veces hay que propagar el cambio a otros CE o CRs.
  - Y el diseñador se olvida de hacerlo.

# Especialización-Generalización

- **Solución:** usar **especialización-generalización**.
- **Especialización** hace referencia a un proceso de diseño descendiente (top-down) donde
  - designamos **subgrupos** dentro de un CE que son distintivos de otras entidades en el CE.
- Estos subgrupos son CE de más bajo nivel que
  - tienen atributos específicos (adicionales a los atributos del CE del que se saca el subgrupo), o
  - participan de CR que no aplican al CE de más alto nivel.

# Especialización-Generalización

- Una especialización se denota con un triángulo etiquetado ISA (o ES) – e.g. *instructor ES person*.
  - La relación ISA o ES se llama también **relación de superclase – subclase**.





# Especialización-Generalización

- **Herencia de atributos**: un CE de más bajo nivel **hereda**:
  - todos los atributos,
  - la clave primaria, y
  - participaciones en CRdel CE de más alto nivel con el cual está relacionado.
- **Generalización** hace referencia a un proceso de diseño ascendiente (bottom up)
  - que generaliza unos cuantos CE que comparten las mismas propiedades en un CE de más alto nivel.

# Especialización-Generalización

- **Ventajas de usar especialización-generalización**
  - Resuelve los problemas señalados anteriormente.
  - Da estrategias para diseñar esquemas de BD (i.e. diseño ascendente, diseño descendente, clasificar, generalizar, etc.)

# Especialización-Generalización

- **Restricciones de integridad:**
  - Para indicar si una entidad pertenece o no a más de un CE de nivel más bajo dentro de la generalización.
    - **Disjunto:** una entidad puede pertenecer a solo un CE de nivel más bajo. Usar palabra reservada **disj**.
    - **Solapado:** una entidad puede pertenecer a más de un CE de nivel más bajo.
  - **Restricción de completitud:** para indicar si una entidad en el CE de nivel más alto debe pertenecer a al menos uno de los CE de nivel más bajo en la generalización.
    - **Total:** una entidad debe pertenecer a un CE de nivel más bajo (usar línea doble para indicarlo).
    - **Parcial:** una entidad puede no pertenecer a un CE de nivel más bajo.

# Especialización-Generalización

- **Ejercicio:** pensar las restricciones de integridad para el diagrama anterior.

# Especialización-Generalización

- **Solución:**

- *Empleado* generalización parcial y disjunta de *oficial de cuentas, secretaria y cajero*.
- *Persona* generalización total y solapada de *empleado y cliente*