

# Diseño de Bases de Datos: El Modelo Entidad-Relación

Juan F. Pérez

Departamento MACC  
Matemáticas Aplicadas y Ciencias de la Computación  
Universidad del Rosario

*juanferna.perez@urosario.edu.co*

Primer Semestre de 2019

# Contenidos

- 1 El proceso de diseño
- 2 El Modelo Entidad-Relación
- 3 Restricciones
- 4 El proceso de construcción del modelo ER
- 5 Del modelo ER al esquema relacional
- 6 Jerarquía de conjuntos de entidades
- 7 Otros aspectos a considerar

# El proceso de diseño

# El proceso de diseño

- Levantamiento de **requerimientos de usuario**: caracterizar las necesidades de los usuarios de la BD

# El proceso de diseño

- Levantamiento de **requerimientos de usuario**: caracterizar las necesidades de los usuarios de la BD
- **Diseño conceptual**: selección de modelo de datos y uso del mismo para traducir los requerimientos de los usuarios en un esquema conceptual de la BD (modelo entidad relación)

# El proceso de diseño

- Levantamiento de **requerimientos de usuario**: caracterizar las necesidades de los usuarios de la BD
- **Diseño conceptual**: selección de modelo de datos y uso del mismo para traducir los requerimientos de los usuarios en un esquema conceptual de la BD (modelo entidad relación)
- Definición de **requerimientos funcionales**: operaciones que se realizarán con la BD (CRUD); revisar esquema conceptual

# El proceso de diseño

- Levantamiento de **requerimientos de usuario**: caracterizar las necesidades de los usuarios de la BD
- **Diseño conceptual**: selección de modelo de datos y uso del mismo para traducir los requerimientos de los usuarios en un esquema conceptual de la BD (modelo entidad relación)
- Definición de **requerimientos funcionales**: operaciones que se realizarán con la BD (CRUD); revisar esquema conceptual
- **Diseño lógico**: traducir esquema conceptual a la implementación del modelo de datos a usar (modelo relacional, esquema relacional)

# El proceso de diseño

- Levantamiento de **requerimientos de usuario**: caracterizar las necesidades de los usuarios de la BD
- **Diseño conceptual**: selección de modelo de datos y uso del mismo para traducir los requerimientos de los usuarios en un esquema conceptual de la BD (modelo entidad relación)
- Definición de **requerimientos funcionales**: operaciones que se realizarán con la BD (CRUD); revisar esquema conceptual
- **Diseño lógico**: traducir esquema conceptual a la implementación del modelo de datos a usar (modelo relacional, esquema relacional)
- **Diseño físico**: selección de implementación física (almacenamiento, organización de archivos, índices, etc)



# El proceso de diseño

Entre alternativas de diseño, evitar:

- **Redundancia:** repetición de información. Introduce dificultades para mantener información sincronizada. Almacenamiento adicional innecesario.

# El proceso de diseño

Entre alternativas de diseño, evitar:

- **Redundancia:** repetición de información. Introduce dificultades para mantener información sincronizada. Almacenamiento adicional innecesario.
- **Incompletitud:** aspectos de la organización no se incluyen o se hace muy difícil incorporarlos.

# El Modelo Entidad-Relación

# El Modelo Entidad-Relación

- Modelo de datos para diseñar BDs

# El Modelo Entidad-Relación

- Modelo de datos para diseñar BDs
- Describe el esquema organizacional a nivel conceptual

# El Modelo Entidad-Relación

- Modelo de datos para diseñar BDs
- Describe el esquema organizacional a nivel conceptual
- Conceptos:
  - Conjuntos de entidades
  - Conjuntos de relaciones
  - Atributos

# Conjuntos de Entidades

- **Entidad:** “objeto” en la vida real, distinguible de otros

# Conjuntos de Entidades

- **Entidad:** “objeto” en la vida real, distinguible de otros
- Ejemplos: personas (estudiante, instructor), salón, unidad académica, etc.



# Conjuntos de Entidades

- **Entidad:** “objeto” en la vida real, distinguible de otros
- Ejemplos: personas (estudiante, instructor), salón, unidad académica, etc.
- Identificación por nombre, código, ID, etc.

# Conjuntos de Entidades

- **Entidad:** “objeto” en la vida real, distinguible de otros
- Ejemplos: personas (estudiante, instructor), salón, unidad académica, etc.
- Identificación por nombre, código, ID, etc.
- **Conjunto de Entidades:** entidades con las mismas características (atributos), distinguibles entre ellas

# Conjuntos de Entidades

- **Entidad:** “objeto” en la vida real, distinguible de otros
- Ejemplos: personas (estudiante, instructor), salón, unidad académica, etc.
- Identificación por nombre, código, ID, etc.
- **Conjunto de Entidades:** entidades con las mismas características (atributos), distinguibles entre ellas
- Ejemplos: estudiantes, instructores, salones, unidades académicas, etc.

# Conjuntos de Entidades

- **Entidad:** “objeto” en la vida real, distinguible de otros
- Ejemplos: personas (estudiante, instructor), salón, unidad académica, etc.
- Identificación por nombre, código, ID, etc.
- **Conjunto de Entidades:** entidades con las mismas características (atributos), distinguibles entre ellas
- Ejemplos: estudiantes, instructores, salones, unidades académicas, etc.
- Instancia de un conjunto de entidades: extensión (conjunto de entidades específicas)

# Atributos

- **Atributos:** propiedades que describen entidades

# Atributos

- **Atributos:** propiedades que describen entidades
- Todas las entidades de un conjunto de entidades tienen los mismos atributos

# Atributos

- **Atributos:** propiedades que describen entidades
- Todas las entidades de un conjunto de entidades tienen los mismos atributos
- El valor de los atributos puede ser diferente para cada entidad en el conjunto

# Atributos

- **Atributos:** propiedades que describen entidades
- Todas las entidades de un conjunto de entidades tienen los mismos atributos
- El valor de los atributos puede ser diferente para cada entidad en el conjunto
- Ejemplo: estudiante(nombre, ID, promedio acumulado, programa)



# Conjuntos de Relaciones

- **Relación:** asociación entre varias entidades

# Conjuntos de Relaciones

- **Relación:** asociación entre varias entidades
- Ejemplo: relación *toma* entre el estudiante *Roberto Ramírez* y el curso *Probabilidad*.

# Conjuntos de Relaciones

- **Relación:** asociación entre varias entidades
- Ejemplo: relación *toma* entre el estudiante *Roberto Ramírez* y el curso *Probabilidad*.
- Ejemplo: relación *asesora* entre el profesor *Asdrúbal Tobón* y el estudiante *Roberto Ramírez*

# Conjuntos de Relaciones

- **Relación:** asociación entre varias entidades
- Ejemplo: relación *toma* entre el estudiante *Roberto Ramírez* y el curso *Probabilidad*.
- Ejemplo: relación *asesora* entre el profesor *Asdrúbal Tobón* y el estudiante *Roberto Ramírez*
- Ejemplo: relación *dicta* entre el profesor *Asdrúbal Tobón* y el curso *Procesamiento de Señales*

# Conjuntos de Relaciones

- **Relación:** asociación entre varias entidades
- Ejemplo: relación *toma* entre el estudiante *Roberto Ramírez* y el curso *Probabilidad*.
- Ejemplo: relación *asesora* entre el profesor *Asdrúbal Tobón* y el estudiante *Roberto Ramírez*
- Ejemplo: relación *dicta* entre el profesor *Asdrúbal Tobón* y el curso *Procesamiento de Señales*
- **Conjunto de Relaciones:** conjunto de relaciones del mismo tipo

# Conjuntos de Relaciones

- **Relación:** asociación entre varias entidades
- Ejemplo: relación *toma* entre el estudiante *Roberto Ramírez* y el curso *Probabilidad*.
- Ejemplo: relación *asesora* entre el profesor *Asdrúbal Tobón* y el estudiante *Roberto Ramírez*
- Ejemplo: relación *dicta* entre el profesor *Asdrúbal Tobón* y el curso *Procesamiento de Señales*
- **Conjunto de Relaciones:** conjunto de relaciones del mismo tipo
- Ejemplos: conjunto de relaciones *toma*; conjunto de relaciones *asesora*; conjunto de relaciones *dicta*

# Conjuntos de Relaciones

- Dos o más conjuntos de entidades **participan** en un conjunto de relaciones

# Conjuntos de Relaciones

- Dos o más conjuntos de entidades **participan** en un conjunto de relaciones
- En un conjunto de relaciones, cada conjunto de entidades cumple un **rol** (usualmente evidente)



# Conjuntos de Relaciones

- Dos o más conjuntos de entidades **participan** en un conjunto de relaciones
- En un conjunto de relaciones, cada conjunto de entidades cumple un **rol** (usualmente evidente)
- Si no es evidente (en el caso de conjuntos de relaciones recursivas), es importante especificarlos

# Conjuntos de Relaciones

- Dos o más conjuntos de entidades **participan** en un conjunto de relaciones
- En un conjunto de relaciones, cada conjunto de entidades cumple un **rol** (usualmente evidente)
- Si no es evidente (en el caso de conjuntos de relaciones recursivas), es importante especificarlos
- Ejemplo: relación *es prerequisite de* entre el conjunto de entidades *curso* (curso prerequisite) y el conjunto de entidades *curso* (curso de interés)

# Conjuntos de Relaciones

- **Atributos descriptivos:** atributos de una relación o conjunto de relaciones

# Conjuntos de Relaciones

- **Atributos descriptivos:** atributos de una relación o conjunto de relaciones
- Ejemplo: conjunto de relaciones *toma* entre el conjunto de entidades *estudiante* y el conjunto de entidades *curso* tiene atributo descriptivo *nota*.

# Conjuntos de Relaciones

- **Atributos descriptivos:** atributos de una relación o conjunto de relaciones
- Ejemplo: conjunto de relaciones *toma* entre el conjunto de entidades *estudiante* y el conjunto de entidades *curso* tiene atributo descriptivo *nota*.
- Conjuntos de relaciones entre 2 conjuntos de entidades: binarias

# Conjuntos de Relaciones

- **Atributos descriptivos:** atributos de una relación o conjunto de relaciones
- Ejemplo: conjunto de relaciones *toma* entre el conjunto de entidades *estudiante* y el conjunto de entidades *curso* tiene atributo descriptivo *nota*.
- Conjuntos de relaciones entre 2 conjuntos de entidades: binarias
- Conjuntos de relaciones entre  $n$  conjuntos de entidades:  $n$ -arias (de grado  $n$ )

# Conjuntos de Relaciones

- **Atributos descriptivos:** atributos de una relación o conjunto de relaciones
- Ejemplo: conjunto de relaciones *toma* entre el conjunto de entidades *estudiante* y el conjunto de entidades *curso* tiene atributo descriptivo *nota*.
- Conjuntos de relaciones entre 2 conjuntos de entidades: binarias
- Conjuntos de relaciones entre  $n$  conjuntos de entidades:  $n$ -arias (de grado  $n$ )
- Ejemplo: la entidad *instructor acompaña* a la entidad *instructor* en el desarrollo de la entidad *curso*

# Conjuntos de Relaciones

- **Atributos descriptivos:** atributos de una relación o conjunto de relaciones
- Ejemplo: conjunto de relaciones *toma* entre el conjunto de entidades *estudiante* y el conjunto de entidades *curso* tiene atributo descriptivo *nota*.
- Conjuntos de relaciones entre 2 conjuntos de entidades: binarias
- Conjuntos de relaciones entre  $n$  conjuntos de entidades:  $n$ -arias (de grado  $n$ )
- Ejemplo: la entidad *instructor acompaña* a la entidad *instructor* en el desarrollo de la entidad *curso*
- Ejemplo: la entidad *instructor asesora* a la entidad *estudiante* en el desarrollo de la entidad *proyecto*



# Atributos

- Dominio: conjunto de valores permitidos para un atributo

# Atributos

- Dominio: conjunto de valores permitidos para un atributo
- Cada entidad es descrita con una lista de parejas (atributo, valor)

# Atributos

- Dominio: conjunto de valores permitidos para un atributo
- Cada entidad es descrita con una lista de parejas (atributo, valor)
- Simples o compuestos

# Atributos

- Dominio: conjunto de valores permitidos para un atributo
- Cada entidad es descrita con una lista de parejas (atributo, valor)
- Simples o compuestos
- Simples: consisten de un único ítem (un valor)

# Atributos

- Dominio: conjunto de valores permitidos para un atributo
- Cada entidad es descrita con una lista de parejas (atributo, valor)
- Simples o compuestos
- Simples: consisten de un único ítem (un valor)
- Compuestos: de pueden descomponer en varios ítems (cada uno con un valor)

# Atributos

- Dominio: conjunto de valores permitidos para un atributo
- Cada entidad es descrita con una lista de parejas (atributo, valor)
- Simples o compuestos
- Simples: consisten de un único ítem (un valor)
- Compuestos: de pueden descomponer en varios ítems (cada uno con un valor)
- Ejemplo: el atributo nombre se compone de *nombre*, *primer apellido*, *segundo apellido*

# Atributos

- De valor sencillo o múltiple

# Atributos

- De valor sencillo o múltiple
- Valor sencillo: un único valor asociado al atributo



# Atributos

- De valor sencillo o múltiple
- Valor sencillo: un único valor asociado al atributo
- Valor múltiple: un número indefinido de valores asociados al atributo

# Atributos

- De valor sencillo o múltiple
- Valor sencillo: un único valor asociado al atributo
- Valor múltiple: un número indefinido de valores asociados al atributo
- Ejemplo: hijos (0, 1, o más)

# Atributos

- De valor sencillo o múltiple
- Valor sencillo: un único valor asociado al atributo
- Valor múltiple: un número indefinido de valores asociados al atributo
- Ejemplo: hijos (0, 1, o más)
- Ejemplo: número de contacto (0, 1, o más)

# Atributos

- Atributos Derivados: atributos cuyo valor se puede obtener a partir de otros atributos

# Atributos

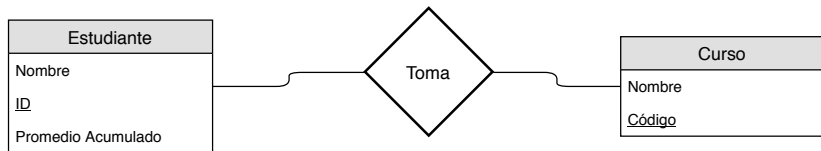
- Atributos Derivados: atributos cuyo valor se puede obtener a partir de otros atributos
- Ejemplo: número de créditos aprobados para una entidad estudiante

# Atributos

- Atributos Derivados: atributos cuyo valor se puede obtener a partir de otros atributos
- Ejemplo: número de créditos aprobados para una entidad estudiante
- Valor nulo: no aplicable o desconocido (inexistente o no se sabe si existe)

# Representación gráfica

Conjuntos de Entidades, conjuntos de relaciones y atributos:



# Restricciones



# Cardinalidad de las relaciones

- Número de entidades que pueden asociarse a través de un conjunto de relaciones

# Cardinalidad de las relaciones

- Número de entidades que pueden asociarse a través de un conjunto de relaciones
- Una relación binaria entre los conjuntos de entidades  $A$  y  $B$  puede ser:
  - **Uno a uno**: una entidad del conjunto  $A$  se asocia con a lo sumo una entidad del conjunto  $B$  y viceversa
  - **Uno a muchos**: una entidad del conjunto  $A$  se asocia con cualquier número de entidades de  $B$ ; una entidad del conjunto  $B$  se asocia con a lo sumo una entidad del conjunto  $A$

# Cardinalidad de las relaciones

- Número de entidades que pueden asociarse a través de un conjunto de relaciones
- Una relación binaria entre los conjuntos de entidades  $A$  y  $B$  puede ser:
  - **Uno a uno**: una entidad del conjunto  $A$  se asocia con a lo sumo una entidad del conjunto  $B$  y viceversa
  - **Uno a muchos**: una entidad del conjunto  $A$  se asocia con cualquier número de entidades de  $B$ ; una entidad del conjunto  $B$  se asocia con a lo sumo una entidad del conjunto  $A$
  - **Muchos a uno**: una entidad del conjunto  $A$  se asocia con a lo sumo una entidad del conjunto  $B$ ; una entidad del conjunto  $B$  se asocia con cualquier número de entidades de  $A$

# Cardinalidad de las relaciones

- Número de entidades que pueden asociarse a través de un conjunto de relaciones
- Una relación binaria entre los conjuntos de entidades  $A$  y  $B$  puede ser:
  - **Uno a uno**: una entidad del conjunto  $A$  se asocia con a lo sumo una entidad del conjunto  $B$  y viceversa
  - **Uno a muchos**: una entidad del conjunto  $A$  se asocia con cualquier número de entidades de  $B$ ; una entidad del conjunto  $B$  se asocia con a lo sumo una entidad del conjunto  $A$
  - **Muchos a uno**: una entidad del conjunto  $A$  se asocia con a lo sumo una entidad del conjunto  $B$ ; una entidad del conjunto  $B$  se asocia con cualquier número de entidades de  $A$
  - **Muchos a muchos**: una entidad del conjunto  $A$  se asocia con cualquier número de entidades de  $B$  y viceversa

# Cardinalidad de las relaciones - Representación gráfica

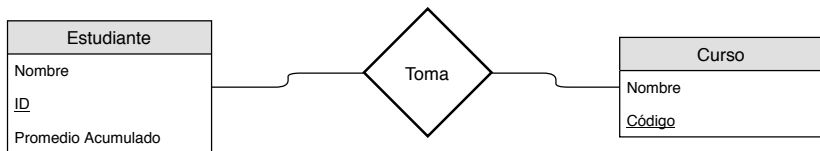
- **Uno:** flecha del conjunto de relaciones al conjunto de entidades

# Cardinalidad de las relaciones - Representación gráfica

- **Uno:** flecha del conjunto de relaciones al conjunto de entidades
- **Muchos:** línea del conjunto de relaciones al conjunto de entidades

# Cardinalidad de las relaciones - Representación gráfica

- **Uno:** flecha del conjunto de relaciones al conjunto de entidades
- **Muchos:** línea del conjunto de relaciones al conjunto de entidades
- Ejemplo muchos a muchos:



# Cardinalidad de las relaciones - Representación gráfica

- **Uno:** flecha del conjunto de relaciones al conjunto de entidades

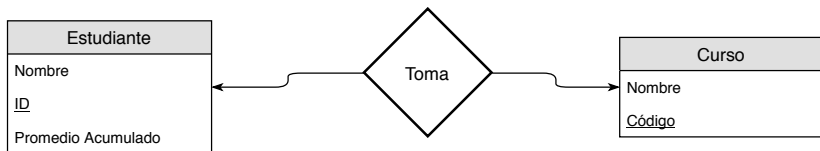


# Cardinalidad de las relaciones - Representación gráfica

- **Uno:** flecha del conjunto de relaciones al conjunto de entidades
- **Muchos:** línea del conjunto de relaciones al conjunto de entidades

# Cardinalidad de las relaciones - Representación gráfica

- **Uno:** flecha del conjunto de relaciones al conjunto de entidades
- **Muchos:** línea del conjunto de relaciones al conjunto de entidades
- Ejemplo uno a uno:



# Cardinalidad de las relaciones - Representación gráfica

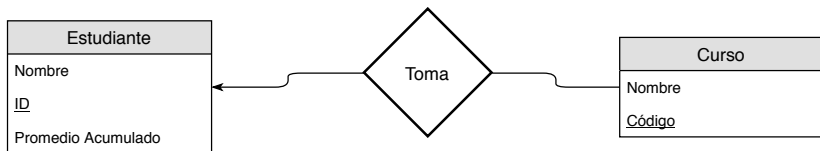
- **Uno:** flecha del conjunto de relaciones al conjunto de entidades

# Cardinalidad de las relaciones - Representación gráfica

- **Uno:** flecha del conjunto de relaciones al conjunto de entidades
- **Muchos:** línea del conjunto de relaciones al conjunto de entidades

# Cardinalidad de las relaciones - Representación gráfica

- **Uno:** flecha del conjunto de relaciones al conjunto de entidades
- **Muchos:** línea del conjunto de relaciones al conjunto de entidades
- Ejemplo uno a muchos:



# Cardinalidad de las relaciones - Representación gráfica

- $n_1..n_2$ : número de veces que cada entidad participa en el conjunto de relaciones

## Cardinalidad de las relaciones - Representación gráfica

- $n_1..n_2$ : número de veces que cada entidad participa en el conjunto de relaciones
  - $0..*$ : cada entidad participa entre 0 y cualquier número de veces

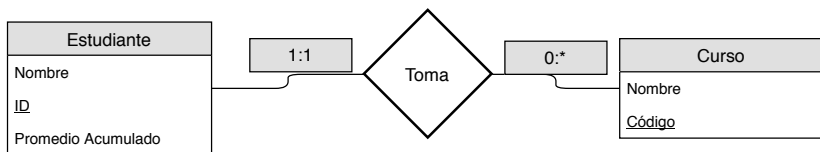
## Cardinalidad de las relaciones - Representación gráfica

- $n_1..n_2$ : número de veces que cada entidad participa en el conjunto de relaciones
  - $0..*$ : cada entidad participa entre 0 y cualquier número de veces
  - $1..1$ : cada entidad participa exactamente una vez



# Cardinalidad de las relaciones - Representación gráfica

- $n_1..n_2$ : número de veces que cada entidad participa en el conjunto de relaciones
  - $0..*$ : cada entidad participa entre 0 y cualquier número de veces
  - $1..1$ : cada entidad participa exactamente una vez



# Restricciones de participación

- Participación **total**: toda entidad en el conjunto debe participar en la relación

# Restricciones de participación

- Participación **total**: toda entidad en el conjunto debe participar en la relación
- Participación **parcial**: algunas entidades del conjunto participan en la relación

# Representación gráfica

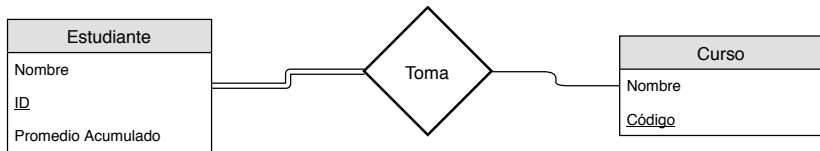
- Participación **total**: línea doble

# Representación gráfica

- Participación **total**: línea doble
- Participación **parcial**: línea sencilla

# Representación gráfica

- Participación **total**: línea doble
- Participación **parcial**: línea sencilla



# Llaves

- Conjunto de atributos que permiten distinguir/identificar completamente a cada entidad o relación en el conjunto

# Llaves

- Conjunto de atributos que permiten distinguir/identificar completamente a cada entidad o relación en el conjunto
- En un conjunto de entidades se usa un sub-conjunto de los atributos



# Llaves

- Conjunto de atributos que permiten distinguir/identificar completamente a cada entidad o relación en el conjunto
- En un conjunto de entidades se usa un sub-conjunto de los atributos
- En un conjunto de relaciones se combinan las llaves de cada relación que participa y los atributos de la relación (si los tiene)

# Llaves

- Conjunto de atributos que permiten distinguir/identificar completamente a cada entidad o relación en el conjunto
- En un conjunto de entidades se usa un sub-conjunto de los atributos
- En un conjunto de relaciones se combinan las llaves de cada relación que participa y los atributos de la relación (si los tiene)
- Se identifican subrayándolos o con la palabra clave *PK*

## El proceso de construcción del modelo ER

# El proceso de construcción del modelo ER

- Definir los conjuntos de entidades que se incluirán

# El proceso de construcción del modelo ER

- Definir los conjuntos de entidades que se incluirán
- Seleccionar los atributos para cada conjunto de entidades

# El proceso de construcción del modelo ER

- Definir los conjuntos de entidades que se incluirán
- Seleccionar los atributos para cada conjunto de entidades
- Conformar los conjuntos de relaciones entre conjuntos de entidades

# El proceso de construcción del modelo ER

- Definir los conjuntos de entidades que se incluirán
- Seleccionar los atributos para cada conjunto de entidades
- Conformar los conjuntos de relaciones entre conjuntos de entidades
- Cada atributo debe aparecer **solo en un conjunto de entidades**: eliminarlos donde se repitan

# El proceso de construcción del modelo ER

Ejemplo:

- Se definen los conjuntos de entidades *curso*, *grupo*, *salón*



# El proceso de construcción del modelo ER

Ejemplo:

- Se definen los conjuntos de entidades *curso*, *grupo*, *salón*
- Grupo tiene el código del curso asociado: información repetida

# El proceso de construcción del modelo ER

## Ejemplo:

- Se definen los conjuntos de entidades *curso*, *grupo*, *salón*
- Grupo tiene el código del curso asociado: información repetida
- Salón tiene el id del grupo que se dicta a una hora: información repetida

# Conjuntos de entidades fuertes y débiles (llaves)

- Conjuntos de entidades fuertes: los atributos de las entidades son suficientes para crear una llave primaria

# Conjuntos de entidades fuertes y débiles (llaves)

- Conjuntos de entidades fuertes: los atributos de las entidades son suficientes para crear una llave primaria
- Conjuntos de entidades débiles: los atributos de las entidades **NO** son suficientes para crear una llave primaria

## Conjuntos de entidades fuertes y débiles (llaves)

- Conjuntos de entidades fuertes: los atributos de las entidades son suficientes para crear una llave primaria
- Conjuntos de entidades débiles: los atributos de las entidades **NO** son suficientes para crear una llave primaria
- La llave primaria se conforma a partir de la llave primaria de un conjunto de entidades fuertes + un conjunto de atributos discriminadores

# Conjuntos de entidades fuertes y débiles (llaves)

- Conjuntos de entidades fuertes: los atributos de las entidades son suficientes para crear una llave primaria

## Conjuntos de entidades fuertes y débiles (llaves)

- Conjuntos de entidades fuertes: los atributos de las entidades son suficientes para crear una llave primaria
- Conjuntos de entidades débiles: los atributos de las entidades **NO** son suficientes para crear una llave primaria

## Conjuntos de entidades fuertes y débiles (llaves)

- Conjuntos de entidades fuertes: los atributos de las entidades son suficientes para crear una llave primaria
- Conjuntos de entidades débiles: los atributos de las entidades **NO** son suficientes para crear una llave primaria
- La llave primaria se conforma a partir de la llave primaria de un conjunto de entidades fuertes + un conjunto de atributos discriminadores

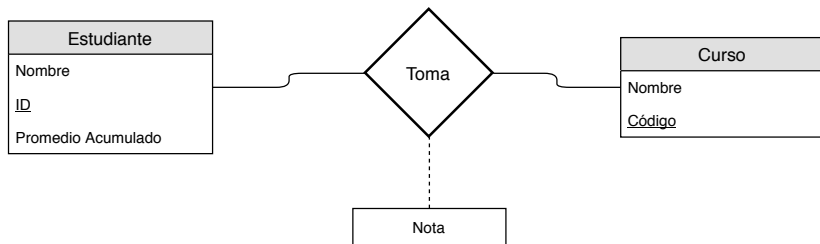


# Inclusión de Atributos descriptivos

- Atributos asociados a un conjunto de relaciones

# Inclusión de Atributos descriptivos

- Atributos asociados a un conjunto de relaciones

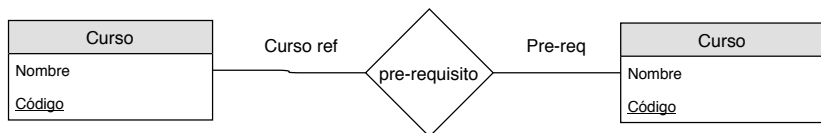


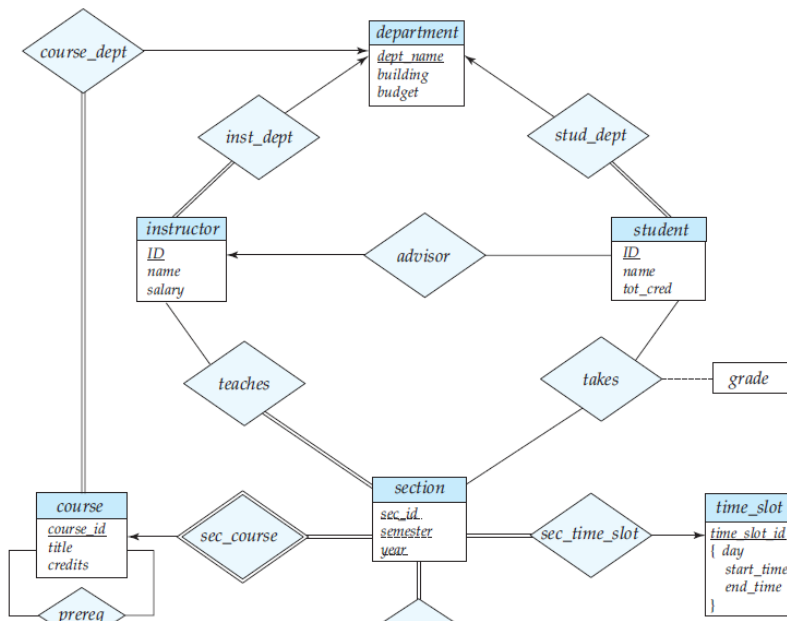
# Inclusión de Roles

- Roles de los conjuntos de entidades que participan en un conjunto de relaciones

# Inclusión de Roles

- Roles de los conjuntos de entidades que participan en un conjunto de relaciones





## Del modelo ER al esquema relacional

# 1. Conjuntos de entidades fuertes con atributos simples

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades

# 1. Conjuntos de entidades fuertes con atributos simples

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades
- Atributos iguales a los de la entidad



# 1. Conjuntos de entidades fuertes con atributos simples

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades
- Atributos iguales a los de la entidad
- Llave primaria igual a la de la entidad

## 2. Conjuntos de entidades fuertes con atributos compuestos

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades

## 2. Conjuntos de entidades fuertes con atributos compuestos

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades
- Atributos compuestos se descomponen y se incluye cada uno como atributo en el esquema

## 2. Conjuntos de entidades fuertes con atributos compuestos

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades
- Atributos compuestos se descomponen y se incluye cada uno como atributo en el esquema
- Ejemplo: nombre

### 3. Conjuntos de entidades fuertes con atributos multivalor

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades

### 3. Conjuntos de entidades fuertes con atributos multivalor

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades
- Para un atributo multivalor se crea otro esquema

### 3. Conjuntos de entidades fuertes con atributos multivalor

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades
- Para un atributo multivalor se crea otro esquema
- Nuevo esquema: llave primaria de la entidad + valor del atributo

### 3. Conjuntos de entidades fuertes con atributos multivalor

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades
- Para un atributo multivalor se crea otro esquema
- Nuevo esquema: llave primaria de la entidad + valor del atributo
- Llave primaria del nuevo esquema: llave primaria de la entidad + valor del atributo



### 3. Conjuntos de entidades fuertes con atributos multivalor

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades
- Para un atributo multivalor se crea otro esquema
- Nuevo esquema: llave primaria de la entidad + valor del atributo
- Llave primaria del nuevo esquema: llave primaria de la entidad + valor del atributo
- Llave foránea del nuevo esquema al esquema de la entidad original

### 3. Conjuntos de entidades fuertes con atributos multivalor

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades
- Para un atributo multivalor se crea otro esquema
- Nuevo esquema: llave primaria de la entidad + valor del atributo
- Llave primaria del nuevo esquema: llave primaria de la entidad + valor del atributo
- Llave foránea del nuevo esquema al esquema de la entidad original
- Ejemplo: número de teléfono

### 3. Conjuntos de entidades fuertes con atributos multivalor

- Si entidad solo tiene llave primaria + atributo multivalor

### 3. Conjuntos de entidades fuertes con atributos multivalor

- Si entidad solo tiene llave primaria + atributo multivalor
- Esquema de entidad solo tiene llave primaria

### 3. Conjuntos de entidades fuertes con atributos multivalor

- Si entidad solo tiene llave primaria + atributo multivalor
- Esquema de entidad solo tiene llave primaria
- Eliminar este esquema

### 3. Conjuntos de entidades fuertes con atributos multivalor

- Si entidad solo tiene llave primaria + atributo multivalor
- Esquema de entidad solo tiene llave primaria
- Eliminar este esquema
- Ejemplo: id + tel

## 4. Conjuntos de entidades débiles

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades débiles

## 4. Conjuntos de entidades débiles

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades débiles
- Llave primaria: llave primaria del conjunto de entidades fuertes + discriminadores



## 4. Conjuntos de entidades débiles

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades débiles
- Llave primaria: llave primaria del conjunto de entidades fuertes + discriminadores
- Llave foránea al conjunto de entidades fuertes (on delete/update cascade)

## 4. Conjuntos de entidades débiles

- Se crea un esquema de tabla para cada conjunto de entidades débiles
- Llave primaria: llave primaria del conjunto de entidades fuertes + discriminadores
- Llave foránea al conjunto de entidades fuertes (on delete/update cascade)
- Ejemplo: grupo (curso)

## 5. Conjuntos de relaciones

- Crear un esquema por cada conjunto de relaciones

## 5. Conjuntos de relaciones

- Crear un esquema por cada conjunto de relaciones
- Para relaciones binarias:

## 5. Conjuntos de relaciones

- Crear un esquema por cada conjunto de relaciones
- Para relaciones binarias:
  - Muchos a muchos: llave primaria de la relación es unión de llaves primarias de los conjuntos de entidades que participan

## 5. Conjuntos de relaciones

- Crear un esquema por cada conjunto de relaciones
- Para relaciones binarias:
  - Muchos a muchos: llave primaria de la relación es unión de llaves primarias de los conjuntos de entidades que participan
  - Muchos a uno / uno a muchos: llave primaria de la relación la llave primaria del lado *muchos*

## 5. Conjuntos de relaciones

- Crear un esquema por cada conjunto de relaciones
- Para relaciones binarias:
  - Muchos a muchos: llave primaria de la relación es unión de llaves primarias de los conjuntos de entidades que participan
  - Muchos a uno / uno a muchos: llave primaria de la relación la llave primaria del lado *muchos*
  - Uno a uno: llave primaria de la relación es la llave primaria de cualquiera de los conjuntos de entidades que participan

## 5. Conjuntos de relaciones (cont.)

- Para relaciones  $n$ -arias:



## 5. Conjuntos de relaciones (cont.)

- Para relaciones  $n$ -arias:
  - Con al menos un lado muchos: llave primaria de la relación es unión de llaves primarias de los conjuntos de entidades de los lados *muchos*

## 5. Conjuntos de relaciones (cont.)

- Para relaciones  $n$ -arias:
  - Con al menos un lado muchos: llave primaria de la relación es unión de llaves primarias de los conjuntos de entidades de los lados *muchos*
  - Sin lado muchos: llave primaria de la relación es la llave primaria de cualquiera de los conjuntos de entidades que participan

## Jerarquía de conjuntos de entidades

# Jerarquía de conjuntos de entidades

- Especialización: a partir de un conjunto de entidades, obtener varios conjuntos de entidades que tienen un mayor nivel de detalle (menor nivel)

# Jerarquía de conjuntos de entidades

- Especialización: a partir de un conjunto de entidades, obtener varios conjuntos de entidades que tienen un mayor nivel de detalle (menor nivel)
- Generalización: a partir de varios conjuntos de entidades, extraer elementos comunes para definir conjuntos de entidades más generales (mayor nivel)

# Jerarquía de conjuntos de entidades

- Especialización: a partir de un conjunto de entidades, obtener varios conjuntos de entidades que tienen un mayor nivel de detalle (menor nivel)
- Generalización: a partir de varios conjuntos de entidades, extraer elementos comunes para definir conjuntos de entidades más generales (mayor nivel)
- Similar al concepto de clases: sub-clases más especializadas, súper-clases más generales

# Jerarquía de conjuntos de entidades

- Especialización: a partir de un conjunto de entidades, obtener varios conjuntos de entidades que tienen un mayor nivel de detalle (menor nivel)
- Generalización: a partir de varios conjuntos de entidades, extraer elementos comunes para definir conjuntos de entidades más generales (mayor nivel)
- Similar al concepto de clases: sub-clases más especializadas, súper-clases más generales
- Conjuntos de entidades de menor nivel *heredan* atributos y participación en relaciones de conjuntos de entidades de mayor nivel

# Tipos de Especialización

- Disyunta: cada entidad de nivel mayor solo puede ser parte de un conjunto de entidades de menor nivel (ej., estudiantes de pregrado y posgrado)



# Tipos de Especialización

- Disyunta: cada entidad de nivel mayor solo puede ser parte de un conjunto de entidades de menor nivel (ej., estudiantes de pregrado y posgrado)
- Traslape: cada entidad de nivel mayor puede ser parte de uno o más conjuntos de entidades de menor nivel (ej., estudiantes de diferentes programas)

# Tipos de Especialización

- Simple: cada entidad de nivel menor puede heredar de un solo conjunto de entidades de mayor nivel

# Tipos de Especialización

- Simple: cada entidad de nivel menor puede heredar de un solo conjunto de entidades de mayor nivel
- Múltiple: cada entidad de nivel menor puede heredar de más de un conjunto de entidades de mayor nivel

# Tipos de Especialización

- Por condición: cada entidad de nivel mayor *se asigna a* un conjunto de entidades de menor nivel de acuerdo con sus atributos (ej., estudiantes de pregrado y posgrado si tienen este atributo)

# Tipos de Especialización

- Por condición: cada entidad de nivel mayor *se asigna a* un conjunto de entidades de menor nivel de acuerdo con sus atributos (ej., estudiantes de pregrado y posgrado si tienen este atributo)
- Por definición del usuario: cada entidad de nivel mayor *se asigna a* un conjunto de entidades de menor nivel de acuerdo con lo que ingrese el usuario (ej., estudiantes de pregrado y posgrado asignados al momento de inscribirse)

# Tipos de Especialización

- Total: cada entidad de nivel mayor *se debe asignar a al menos* un conjunto de entidades de menor nivel

# Tipos de Especialización

- Total: cada entidad de nivel mayor *se debe asignar a al menos* un conjunto de entidades de menor nivel
- Parcial: una entidad de nivel mayor *no necesariamente se asigna a* un conjunto de entidades de menor nivel

# Incorporando la Especialización en el Modelo Relacional

## Opción 1:

- Crear un esquema por cada conjunto de entidades de mayor nivel, con su llave primaria y atributos



# Incorporando la Especialización en el Modelo Relacional

## Opción 1:

- Crear un esquema por cada conjunto de entidades de mayor nivel, con su llave primaria y atributos
- Crear un esquema por cada conjunto de entidades de menor nivel, con la misma llave primaria del conjunto de mayor nivel, y con llave foránea que referencia al conjunto de entidades de mayor nivel

# Incorporando la Especialización en el Modelo Relacional

## Opción 1:

- Crear un esquema por cada conjunto de entidades de mayor nivel, con su llave primaria y atributos
- Crear un esquema por cada conjunto de entidades de menor nivel, con la misma llave primaria del conjunto de mayor nivel, y con llave foránea que referencia al conjunto de entidades de mayor nivel
- Ventaja: comparte llave primaria (unicidad)

# Incorporando la Especialización en el Modelo Relacional

## Opción 2:

- Crear un esquema por cada conjunto de entidades de menor nivel, con su llave primaria y atributos

# Incorporando la Especialización en el Modelo Relacional

## Opción 2:

- Crear un esquema por cada conjunto de entidades de menor nivel, con su llave primaria y atributos

# Incorporando la Especialización en el Modelo Relacional

## Opción 2:

- Crear un esquema por cada conjunto de entidades de menor nivel, con su llave primaria y atributos
- Ventaja: simplicidad

## Otros aspectos a considerar

# Otros aspectos a considerar

- Restricciones de tipos de datos

# Otros aspectos a considerar

- Restricciones de tipos de datos
- Requerimientos no funcionales: throughput, tiempo de respuesta



# Otros aspectos a considerar

- Restricciones de tipos de datos
- Requerimientos no funcionales: throughput, tiempo de respuesta
- Almacenamiento, creación de índices

# Otros aspectos a considerar

- Restricciones de tipos de datos
- Requerimientos no funcionales: throughput, tiempo de respuesta
- Almacenamiento, creación de índices
- Restricciones de acceso

# Otros aspectos a considerar

- Restricciones de tipos de datos
- Requerimientos no funcionales: throughput, tiempo de respuesta
- Almacenamiento, creación de índices
- Restricciones de acceso
- Relación con aplicaciones y flujos de trabajo en la empresa

# Otros aspectos a considerar

- Restricciones de tipos de datos
- Requerimientos no funcionales: throughput, tiempo de respuesta
- Almacenamiento, creación de índices
- Restricciones de acceso
- Relación con aplicaciones y flujos de trabajo en la empresa
- *Diseño para el cambio*