

# Diseño Conceptual de Bases de Datos: Modelo Entidad-Interrelación

Mariano Beiró

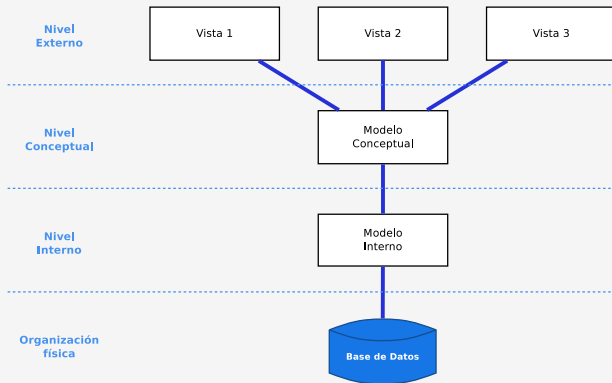
Dpto. de Computación - Facultad de Ingeniería (UBA)

# Temas

- 1 Diseño conceptual
- 2 Modelo Entidad-Interrelación (ER)
  - Atributos
  - Entidades
  - Interrelaciones
- 3 Ejemplos
- 4 Modelo ER avanzado
  - Entidades débiles
  - Interrelaciones n-arias
  - Agregación
  - Generalización/especialización y unión
- 5 Ejemplos avanzados
- 6 Apéndice: Software de diseño conceptual
- 7 Bibliografía

- 1 Diseño conceptual
- 2 Modelo Entidad-Interrelación (ER)
  - Atributos
  - Entidades
  - Interrelaciones
- 3 Ejemplos
- 4 Modelo ER avanzado
  - Entidades débiles
  - Interrelaciones n-arias
  - Agregación
  - Generalización/especialización y unión
- 5 Ejemplos avanzados
- 6 Apéndice: Software de diseño conceptual
- 7 Bibliografía

# Arquitectura de 3 capas ANSI/SPARC



## Modelo conceptual

Describe la semántica de los datos, incluyendo sus características tanto estáticas como dinámicas.

# Diseño conceptual

Recordemos que las bases de datos tradicionales almacenan datos que pueden enunciarse a través de *proposiciones*. Un **modelo de datos** debe incluir los siguientes elementos:

- Un conjunto de **objetos**, sus propiedades e **interrelaciones** entre ellos, que representa la **estructura**.
- Un conjunto de **operaciones**, o lenguaje, que permite manipular los datos.
- **Restricciones** sobre los objetos, las interrelaciones y las operaciones.

Algunas herramientas para el diseño conceptual:

- 1969 - Diagrama de Estructura de Datos (Bachman)
- 1976 - Diagrama Entidad-Interrelación (Chen)
- 1981 - → Notación de Barker (Oracle)
- 1985 - → IDEF1X (U.S. Air Force)
- 1997 - UML (Booch, Jacobson, Rumbaugh)

- 1 Diseño conceptual
- 2 **Modelo Entidad-Interrelación (ER)**
  - Atributos
  - Entidades
  - Interrelaciones
- 3 Ejemplos
- 4 Modelo ER avanzado
  - Entidades débiles
  - Interrelaciones n-arias
  - Agregación
  - Generalización/especialización y unión
- 5 Ejemplos avanzados
- 6 Apéndice: Software de diseño conceptual
- 7 Bibliografía

# Modelo Entidad-Interrelación

[ELM16 3.3.1]

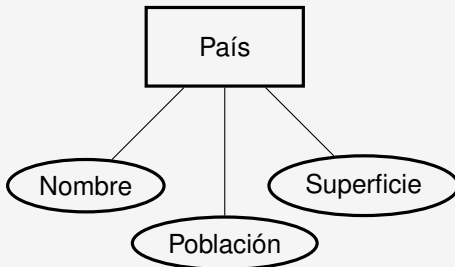
## Modelo Entidad-Interrelación

En 1976 P.Chen propuso un modelo esquemático basado en entidades, interrelaciones y atributos para el modelado semántico de datos.

- **Tipo de Entidad:** Es un tipo o clase de objeto en particular.
  - Ejemplos: **Futbolista**, **País**, **Canción**
  - Una entidad es una *instancia* de un tipo de entidad.  
Ej.: Juan Fernando Quintero (Futbolista), Colombia (País)
- **Atributo:** Es una propiedad que describe a la entidad.
  - Ejemplos: Futbolista → **Cotización**, País → **Población**  
Canción → **Duración**
- **Tipo de interrelación:** Es la definición de un conjunto de relaciones o asociaciones similares entre dos ó más tipos de entidades.
  - Ejemplo: Futbolista nació en País
  - Una interrelación en concreto es: Didier Drogba nació en Costa de Marfil.

## Modelo Entidad-Interrelación

El diagrama Entidad-Interrelación representa los tipos de entidades y sus atributos como:



Y los tipos de interrelaciones con:





# Atributos

- Cada entidad tendrá **valores** particulares para cada uno de los atributos del tipo de entidad al que corresponde.

- Los representaremos de la siguiente forma:

Ejemplo para el tipo de entidad País(nombre, población, superficie):

## PAÍS

- (Argentina, 40.117.096, 2.780.400  $km^2$ )
- (Costa de Marfil, 22.848.945, 322.463  $km^2$ )
- ...

- El **dominio** de un atributo es el conjunto de valores que el mismo puede tomar.

Para la entidad País:

- El atributo *nombre* es una cadena de caracteres (*string*).
  - El atributo *población* es un número entero positivo.
  - El atributo *superficie* es un número real positivo.

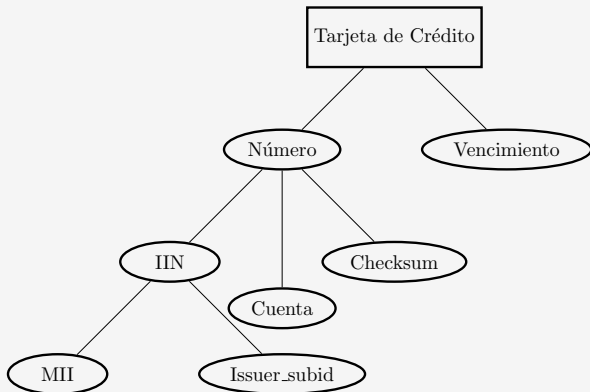
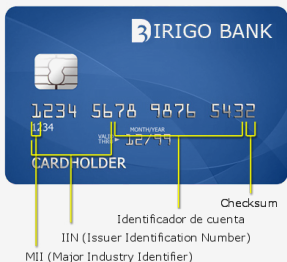
# Atributos

- En ciertos casos puede permitirse que un atributo de un tipo de entidad no tome ningún valor concreto en ciertas instancias. En estos casos diremos que el atributo toma un **valor nulo** ó **NULL**.
- Esta situación se da en general por alguno de los siguientes motivos:
  - La entidad particular no posee aún ese atributo. (Ejemplo: un futbolista que nunca fue cotizado.)
  - El valor de ese atributo para esa entidad se desconoce, aunque existe. (Ejemplo: un país en que no hay censos de población.)

# Atributos

## Atributos compuestos vs. simples

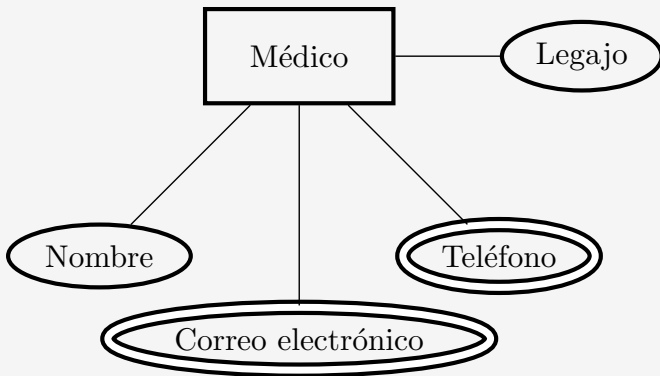
Ejemplo: Tarjeta de crédito



# Atributos

## Atributos multivaluados vs. monovaluados

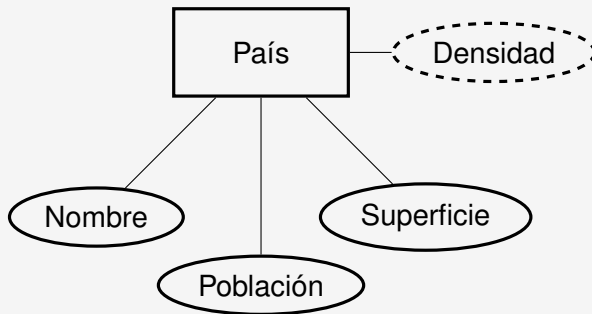
Ejemplo: teléfono y mail de contacto



# Atributos

## Atributos almacenados vs. derivados

Ejemplo: densidad de población



$$Densidad = \frac{Población}{Superficie}$$

# Entidades

[\[ELM16 3.3.2\]](#)

## Conjunto de entidades

Al conjunto de ocurrencias o instancias de un determinado tipo de entidad en un estado determinado de la base de datos se lo denomina **conjunto de entidades** de ese tipo de entidad.

Por ejemplo, para el tipo de entidad País, nuestra base de datos podría tener cargadas en un momento dado las siguientes instancias:

### PAÍS(nombre, población, superficie)

- (Argentina, 40.117.096, 2.780.400  $km^2$ )
- (Costa de Marfil, 22.848.945, 322.463  $km^2$ )
- (Serbia y Montenegro, 10.829.175, 102.350  $km^2$ )
- (Países Bajos, 17.000.074, 41.543  $km^2$ )

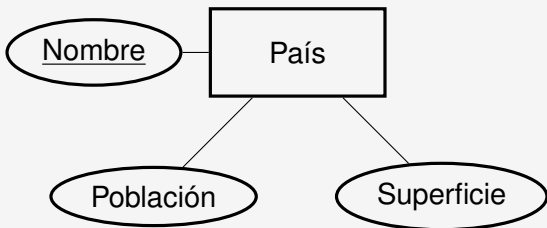
# Entidades

## Restricción de unicidad

[\[ELM16 3.3.2\]](#)

- Todo tipo de entidad debe tener un subconjunto del conjunto de atributos cuyos valores sean necesariamente distintos para cada una de las entidades en el conjunto de entidades.
- Dichos atributos se llaman **atributos clave** o **identificadores únicos**.
- Si no los encontramos, debemos crear uno (id).
- Al ser distintos para cada entidad, los atributos clave permiten identificar unívocamente a las entidades.

En el diagrama Entidad-Interrelación los representamos subrayados:



# Entidades

## Restricción de unicidad

- El conjunto de atributos clave debe ser **minimal**, es decir, ningún subconjunto del mismo debe ser capaz de identificar unívocamente a las entidades.
- Aún así, es posible que exista más de un conjunto de atributos clave para un tipo de entidad.

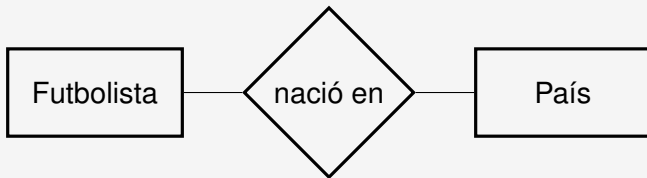
**Atención!** La restricción de unicidad para los valores de los atributos clave no es una propiedad del conjunto de entidades en el estado actual de la base de datos, sino que es una restricción respecto a todos los estados posibles de la misma.



# Interrelaciones

## Aridad

- La **aridad** ó **grado** de un tipo de interrelación es la cantidad de tipos de entidad que coparticipan del mismo.
- Comenzaremos analizando tipos de interrelación *binarios*, es decir aquellos en que participan dos tipos de entidades.

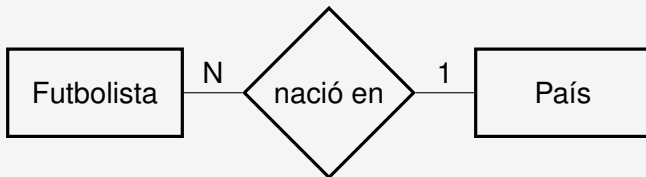


# Interrelaciones

## Restricciones de cardinalidad

[ELM16 3.4.3]

- La **cardinalidad** es la máxima cantidad de instancias de cada tipo de entidad que pueden relacionarse con una instancia concreta de los tipos de entidades restantes.
- Ejemplo:
  - Un futbolista sólo puede haber nacido en un único país.
  - En un país pueden haber nacido muchos futbolistas.
- En interrelaciones binarias las cardinalidades posibles son: 1:1, 1:N, N:1 y M:N.



# Interrelaciones

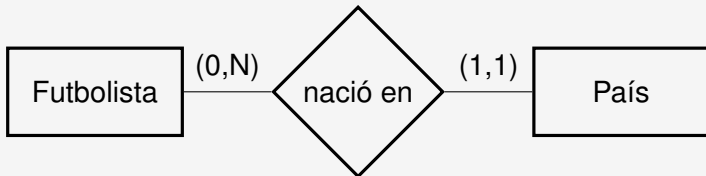
## Restricciones de participación

- La **participación** es la mínima cantidad de instancias de cada tipo de entidad que deben relacionarse con una instancia concreta de los tipos de entidades restantes.
- Ejemplo:
  - Un futbolista debe haber nacido en algún país.
  - En un país puede no haber nacido ningún futbolista.
- Cuando *requerimos* que cada instancia de  $E_1$  participe de alguna instancia de  $r_1$  para poder subsistir, diremos que  $E_1$  tiene **participación total** o **dependencia existencial** en  $r_1$ . En caso contrario diremos que tiene **participación parcial**.
- Los indicaremos como  $(min, max)$  en el diagrama, en donde *min* denotará la participación y *max* denotará la cardinalidad del tipo de entidad en una interrelación dada.

# Interrelaciones

## Restricciones de participación

### ■ Ejemplo:



- Restricciones de cardinalidad + Restricciones de participación = **Restricciones estructurales**

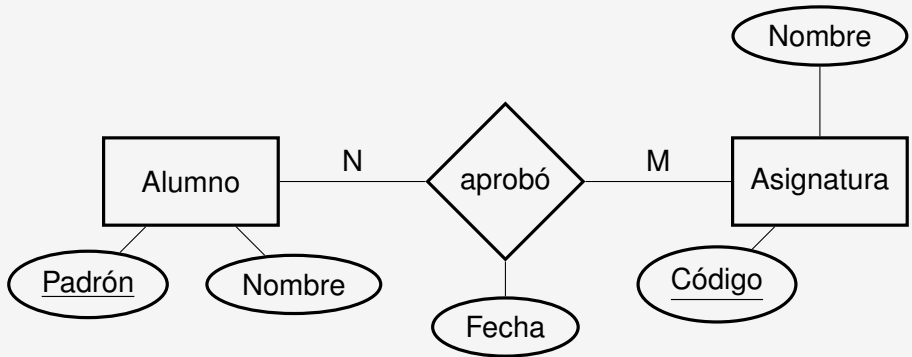
**Atención!** En el libro de Elmasri y Navathe los índices se ubican invertidos. Nosotros seguiremos la notación de esta diapositiva.

# Interrelaciones

## Atributos

[\[ELM16 3.4.4\]](#)

- Las interrelaciones también pueden tener atributos.
- Ejemplo: registro de asignaturas aprobadas por los alumnos de una facultad.



# Interrelaciones

## Restricción de unicidad

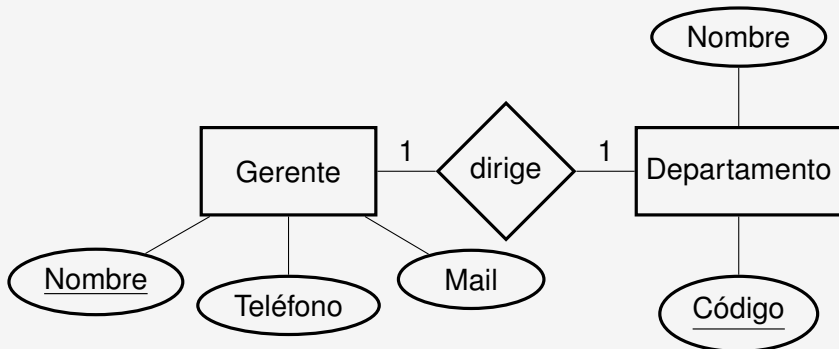
- En los tipos de interrelaciones también debemos identificar un conjunto de **atributos clave**.
- Sólo pueden formar parte de los atributos clave de una interrelación los atributos clave de los tipos de entidad que participan de la misma.
- Recordar que la propiedad de los atributos clave es que si tomamos dos instancias distintas de un tipo de interrelación, los valores de su conjunto de atributos clave deben ser distintos.

En general la elección de atributos clave está fuertemente condicionada por la cardinalidad.

# Interrelaciones

## Restricción de unicidad

### ■ Cardinalidad 1:1

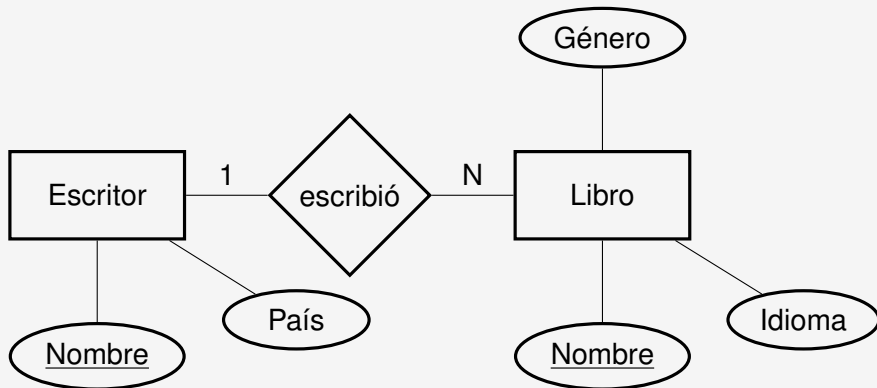


- La clave es {Gerente.Nombre}.
- Aunque también podría ser {Departamento.Código}.

# Interrelaciones

## Restricción de unicidad

### ■ Cardinalidad 1:N



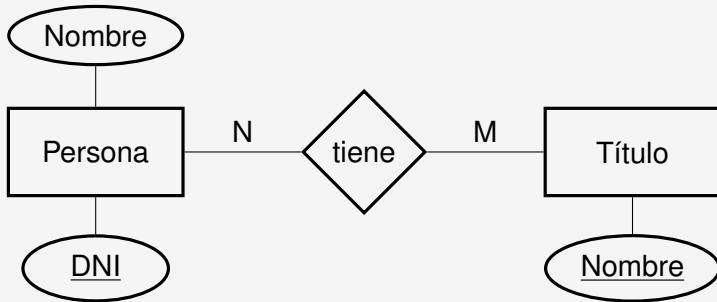
### ■ La clave es {Libro.Nombre}.



# Interrelaciones

## Restricción de unicidad

### ■ Cardinalidad N:M



### ■ La clave es {Persona.DNI, Título.Nombre}

- 1 Diseño conceptual
- 2 Modelo Entidad-Interrelación (ER)
  - Atributos
  - Entidades
  - Interrelaciones
- 3 Ejemplos
- 4 Modelo ER avanzado
  - Entidades débiles
  - Interrelaciones n-arias
  - Agregación
  - Generalización/especialización y unión
- 5 Ejemplos avanzados
- 6 Apéndice: Software de diseño conceptual
- 7 Bibliografía

# Ejemplo 1

## Librería “Jennifer”

Los dueños de esta librería desean crear una base de datos que contenga información sobre los libros actualmente en venta, y que permita hacer búsquedas por nombre o país de origen del autor, género, idioma y año.

# Ejemplo 1

## Librería "Jennifer"

■ Paso 1: Identificar tipos de entidad

■ Paso 2: Identificar atributos

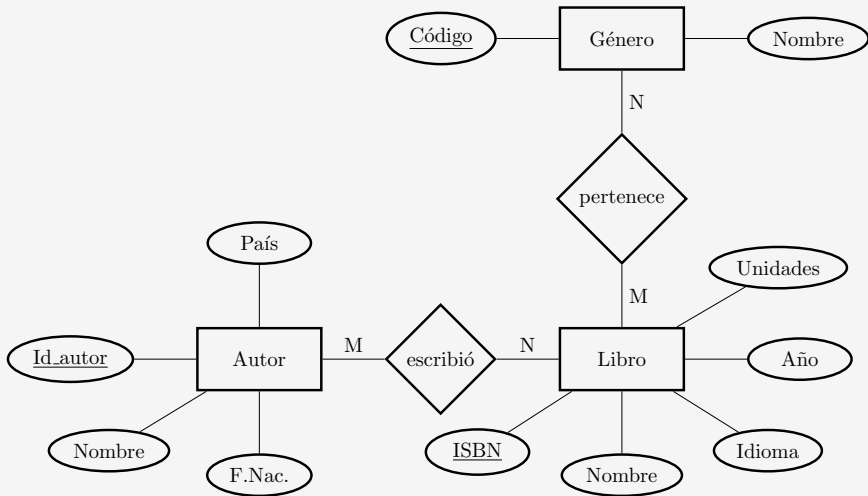
■ Paso 3: Identificar tipos de interrelación

■ Paso 4: Identificar atributos clave

■ Paso 5: Identificar restricciones estructurales

## Ejemplo 1

## Librería “Jennifer”



## Ejemplo 2

### RENAPER

El Registro Nacional de las Personas quiere mantener una base de datos con el nombre, DNI, género y fecha de nacimiento de cada ciudadano argentino. Asimismo desea tener registrados todos los matrimonios en curso (no divorciados) incluyendo la fecha de matrimonio, y los nacimientos de personas indicando la identidad de los padres en caso que la misma sea conocida.

Hipótesis: Suponga que todas las personas son argentinas.

## Ejemplo 2

### RENAPER

■ Paso 1: Identificar tipos de entidad

■ Paso 2: Identificar atributos

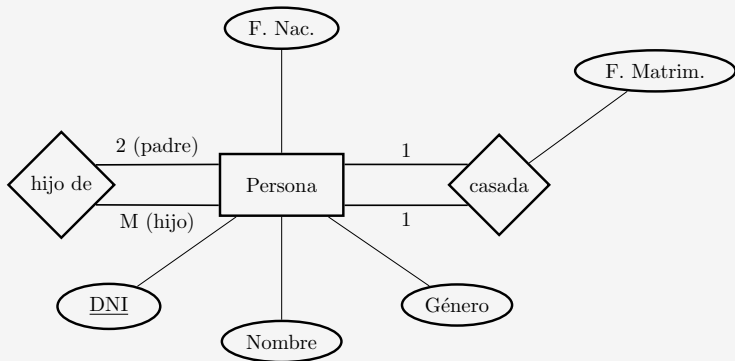
■ Paso 3: Identificar tipos de interrelación

■ Paso 4: Identificar atributos clave

■ Paso 5: Identificar restricciones estructurales

## Ejemplo 2

### RENAPER



- Aquí aparecen tipos de interrelación **recursivos** o **unarios**.
- Para el tipo de interrelación “hijo de” nos interesa remarcar el **rol** de cada tipo de entidad.

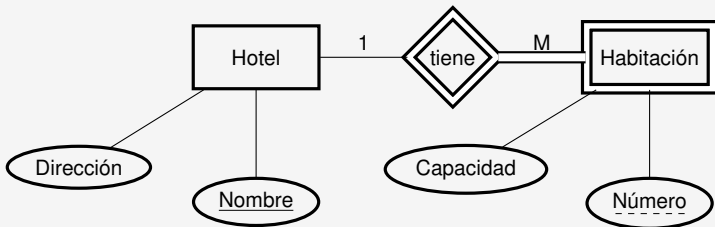


- 1 Diseño conceptual
- 2 Modelo Entidad-Interrelación (ER)
  - Atributos
  - Entidades
  - Interrelaciones
- 3 Ejemplos
- 4 Modelo ER avanzado**
  - Entidades débiles
  - Interrelaciones n-arias
  - Agregación
  - Generalización/especialización y unión
- 5 Ejemplos avanzados
- 6 Apéndice: Software de diseño conceptual
- 7 Bibliografía

## Entidades fuertes y débiles

[ELM16 3.5]

A veces la identificación de una entidad depende de su interrelación con otra entidad, a la cual está subordinada. Ejemplo:



- Cuando un tipo de entidad depende de otro para ser identificado, se dice que es un **tipo de entidad débil**.
- La clave de una entidad débil se compone de la clave de su entidad identificadora, más algún/os atributos propios, que se denominan **discriminantes**, y se indican con líneas punteadas.

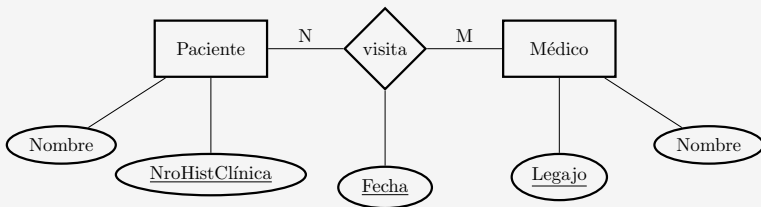
Un tipo de entidad débil siempre tiene participación total en el tipo de interrelación que la vincula con su tipo de entidad identificadora.

# Entidades fuertes y débiles

## Ejemplo: Reemplazo de interrelaciones por entidades débiles

- **¡Cuidado!** Supongamos que queremos modelar las visitas de los pacientes en una clínica. Claramente, un paciente puede visitar a su médico muchas veces...

❌ ¡Mal!

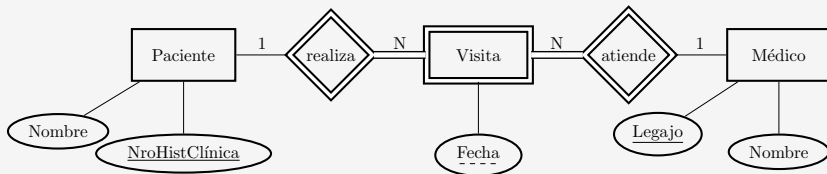


- Pero este diseño es erróneo: el atributo “Fecha” no puede ser parte de la clave de la interrelación!

# Entidades fuertes y débiles

## Ejemplo: Reemplazo de interrelaciones por entidades débiles

- En un diseño correcto, la Visita debería ser una entidad en sí misma:

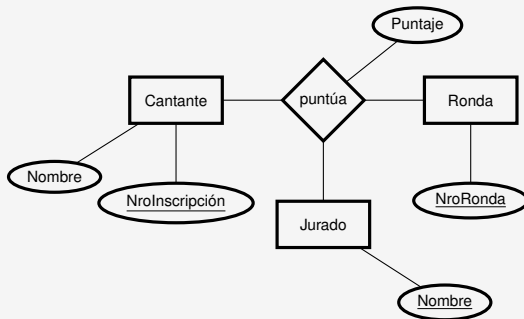


- La clave de Visita es entonces {NroHistClínica, Legajo, Fecha}.

# Interrelaciones ternarias

[ELM16 3.9]

- Son aquellas en que participan 3 tipos de entidad distintos.
- **Ejemplo:** En un concurso de canto se organizan rondas temáticas en las que se inscriben algunos participantes. En cada ronda, los cantantes que participan son calificados por una serie de jurados.

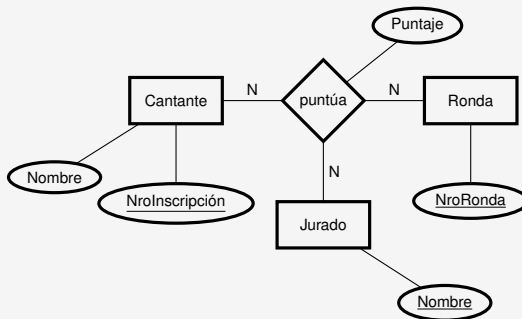


- Aquí la cardinalidad de un tipo entidad determina la cantidad de instancias de interrelación en que puede aparecer, fijadas las instancias de los otros dos tipos de entidades.

# Interrelaciones ternarias

## Cardinalidad y atributos clave

- Las cardinalidades correspondientes son:

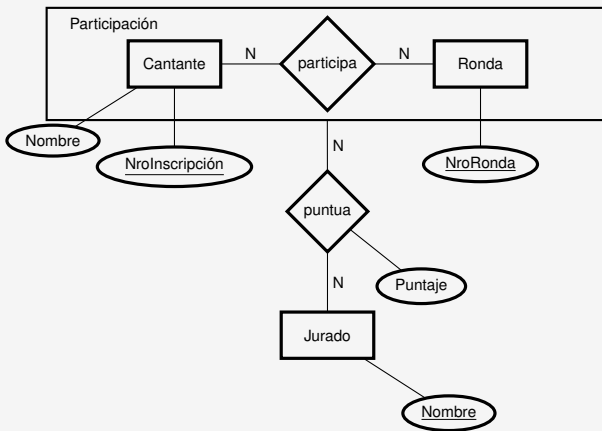


- Y el conjunto de atributos clave es...  
 {Cantante.NroInscripción, Ronda.NroRonda, Jurado.Nombre}

# Agregación

[ELM16 4.7.4]

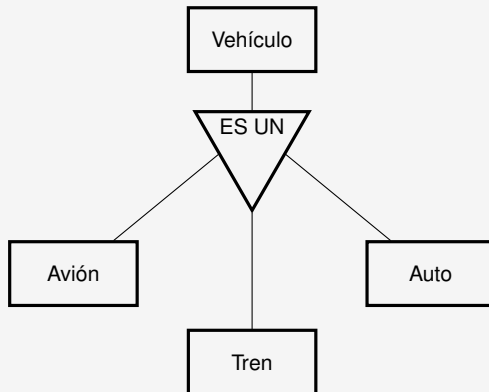
- La desventaja del diseño anterior es que no nos permite registrar cantantes en rondas si no fueron evaluados por ningún jurado. Esto puede resolverse definiendo a la **agregación** de un Cantante y una Ronda como una entidad en sí misma:



# Generalización y especialización

[ELM16 4.1 4.2 4.3]

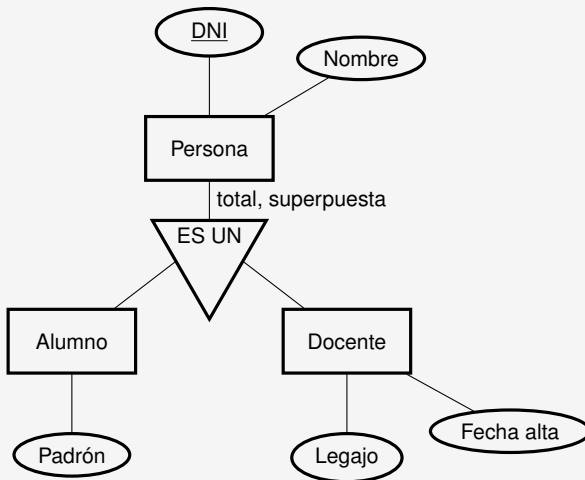
- La especialización y la generalización nos permiten representar relaciones de tipo “es un” en el modelo de datos.





# Generalización y especialización

**Ejemplo:** Docentes y alumnos de una facultad



# Generalización y especialización

- Los subtipos de entidad son subclases del tipo de entidad padre.
- A través de la especialización se heredan atributos del tipo de entidad padre, al igual que los tipos de interrelación de los que la misma participa.
- Pero a su vez, los subtipos de entidad pueden tener atributos propios.
- Toda instancia de un subtipo de entidad debe corresponderse necesariamente con una y sólo una instancia del tipo de entidad padre.
- Resulta conveniente definir subtipos de entidad en nuestros modelos cuando:
  - Algunos atributos no se aplican a todas las instancias del tipo de entidad padre.
  - Un tipo de interrelación no se aplica a todas las instancias del tipo de entidad padre.

# Propiedades

Analizaremos 2 propiedades de estas relaciones:

- **Superposición:** Los subtipos de entidad pueden ser **disjuntos** o **superpuestos**. En caso de ser superpuestos, una instancia del tipo de entidad padre puede corresponderse con instancias de varios subtipos de entidad.
- **Completitud:** Los subtipos de entidad pueden cubrir a todo el tipo de entidad padre (**total**), o no (**parcial**). En caso de no cubrirlo, puede ocurrir que algunas instancias del tipo de entidad padre no se correspondan con ningún subtipo de entidad.

En el ejemplo anterior, la especialización es superpuesta (una persona puede ser alumno y docente a la vez) y total (toda persona registrada debe ser alumno o docente). Lo indicaremos por escrito como muestra el diagrama anterior.

# Unión

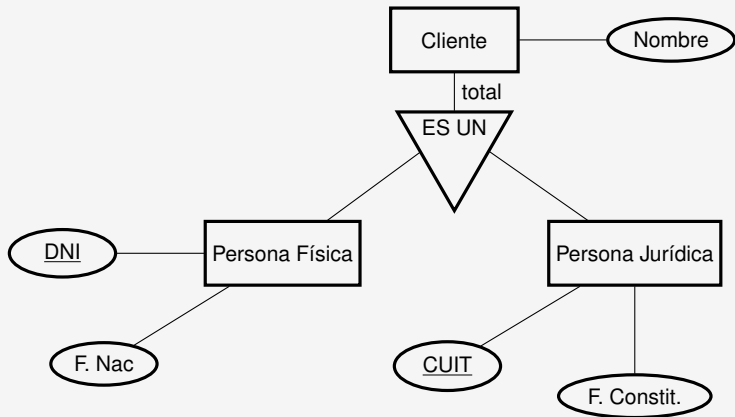
[ELM16 4.4]

- En la **unión** también tenemos un tipo de entidad padre y distintos subtipos de entidad.
- Pero ahora el tipo de entidad padre es subclase de los subtipos de entidad (que son la superclase).
- Esto implicará que los identificadores estarán en los subtipos de entidad, mientras que el tipo de entidad padre incorporará nuevos atributos.
- Las instancias del tipo de entidad padre deben corresponderse con *a lo sumo una* instancia de los subtipos de entidad.

**Atención!** En alguna bibliografía no se distingue a la unión de la generalización/especialización.

# Unión

**Ejemplo:** Un banco tiene como clientes tanto a personas físicas como a personas jurídicas radicadas en argentina.



Un cliente **ES UNA** persona física o bien **ES UNA** persona jurídica. Pero NO necesariamente una persona física debe ser un cliente del banco.

- 1 Diseño conceptual
- 2 Modelo Entidad-Interrelación (ER)
  - Atributos
  - Entidades
  - Interrelaciones
- 3 Ejemplos
- 4 Modelo ER avanzado
  - Entidades débiles
  - Interrelaciones n-arias
  - Agregación
  - Generalización/especialización y unión
- 5 Ejemplos avanzados
- 6 Apéndice: Software de diseño conceptual
- 7 Bibliografía

## Ejemplo 3

### Biblioteca pública de Gral. Lapehue

La biblioteca necesita para funcionar una base de datos que mantenga un registro sobre los socios, los ejemplares de libros existentes y los préstamos en curso, de manera que se pueda consultar la disponibilidad de un cierto libro a partir del nombre, los ejemplares prestados a un determinado socio, y si existen socios con préstamos que daten más de una cierta fecha.

## Ejemplo 3

Biblioteca pública de Gral. Lapehue

■ Paso 1: Identificar tipos de entidad

■ Paso 2: Identificar atributos

■ Paso 3: Identificar tipos de interrelación

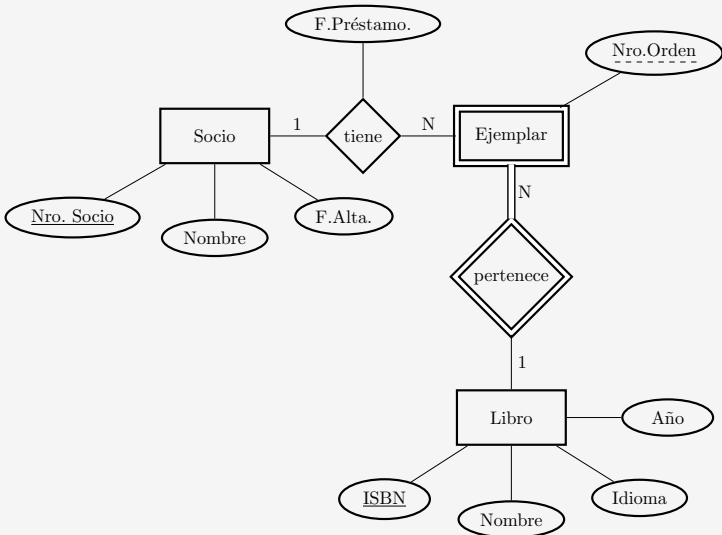
■ Paso 4: Identificar atributos clave

■ Paso 5: Identificar restricciones estructurales



## Ejemplo 3

### Biblioteca pública de Gral. Lapehue



## Ejemplo 4

### RENAPER realista

Volvemos a considerar el caso del Registro Nacional de las Personas, pero permitiendo también registrar a ciudadanos no argentinos cuando los mismos contraen matrimonio con ciudadanos argentinos o se inscriben como padres de ciudadanos nacidos argentinos.

## Ejemplo 4

### RENAPER realista

■ Paso 1: Identificar tipos de entidad

■ Paso 2: Identificar atributos

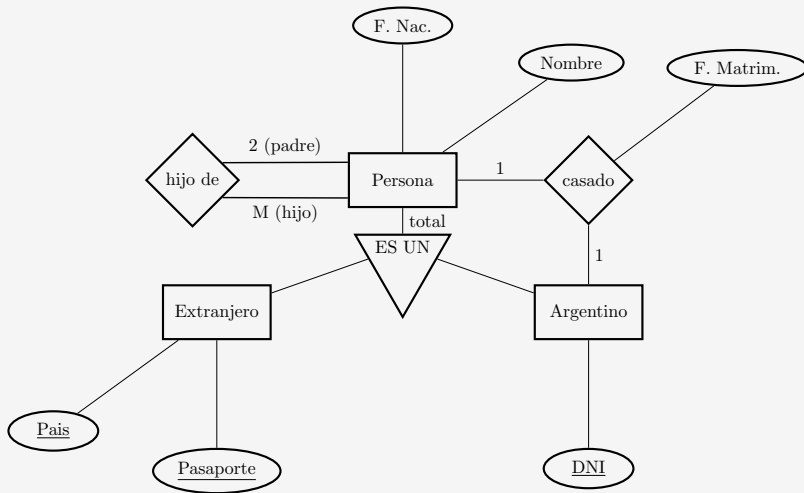
■ Paso 3: Identificar tipos de interrelación

■ Paso 4: Identificar atributos clave

■ Paso 5: Identificar restricciones estructurales

## Ejemplo 4

### RENAPER realista



- 1 Diseño conceptual
- 2 Modelo Entidad-Interrelación (ER)
  - Atributos
  - Entidades
  - Interrelaciones
- 3 Ejemplos
- 4 Modelo ER avanzado
  - Entidades débiles
  - Interrelaciones n-arias
  - Agregación
  - Generalización/especialización y unión
- 5 Ejemplos avanzados
- 6 Apéndice: Software de diseño conceptual
- 7 Bibliografía

# Apéndice

## Software de diseño conceptual

### ■ Software CASE:

#### ■ ERWin

No soporta notación de Chen; pago

#### ■ MS Visio

Pago

#### ■ Visual Paradigm

No soporta notación de Chen; tiene versión comunitaria gratis para uso no comercial

#### ■ MySQL Workbench

No soporta notación de Chen

### ■ Software no-CASE:

#### ■ Dia

#### ■ LaTeX TikZ package

#### ■ draw.io

#### ■ Menos conocidos: SmartDraw (pago); Edraw (pago)

- 1 Diseño conceptual
- 2 Modelo Entidad-Interrelación (ER)
  - Atributos
  - Entidades
  - Interrelaciones
- 3 Ejemplos
- 4 Modelo ER avanzado
  - Entidades débiles
  - Interrelaciones n-arias
  - Agregación
  - Generalización/especialización y unión
- 5 Ejemplos avanzados
- 6 Apéndice: Software de diseño conceptual
- 7 Bibliografía

# Bibliografía

[ELM16] Fundamentals of Database Systems, 7th Edition.

R. Elmasri, S. Navathe, 2016.

Capítulo 3, Capítulo 4

Es la referencia principal y en la que se basa nuestra notación. Sólo hay una ligera diferencia en la notación para la participación y para la generalización/especialización respecto a la introducida aquí.

[GM09] Database Systems, The Complete Book, 2nd Edition.

H. García-Molina, J. Ullman, J. Widom, 2009.

Capítulo 4

Utiliza una notación distinta para la cardinalidad.



# Bibliografía

The entity-relationship model - Toward a unified view of data

P. Chen, 1976

ACM Transactions on Database Systems, 1(1), 9–36.

El paper original de P. Chen sobre el modelo ER. Disponible en:

<http://www.comp.nus.edu.sg/~lingtw/papers/tods76.chen.pdf>.