

Diseño y Desarrollo de Sistemas de Información

Tema 2

Modelado conceptual de una
base de datos y transformación al
modelo lógico

Objetivos

- Tener la capacidad de sintetizar un documento de análisis de requisitos mediante un modelo conceptual
- Conocer el modelo **Entidad-Relación**
- Estudiar, en detalle, los conceptos del modelo básico y las extensiones añadidas (entidad-relación extendido)
- Conocer los problemas de **semántica** que se pueden derivar del modelo y presentar las posibles soluciones
- Conocer el proceso de transformación del modelo conceptual (entidad-relación extendido) al modelo lógico estándar (modelo relacional)

Contenidos

2.1. Introducción

2.2. Elementos del modelo entidad-relación

2.2.1. Entidad

2.2.2. Dominio y atributo

2.2.3. Relación: restricciones de cardinalidad

2.3. Transformación al modelo relacional: generalidades

2.3.1. Transformación de entidades

2.3.2. Transformación de relaciones

- Binarias
- Reflexivas
- Ternarias

Contenidos

2.4. Extensiones del modelo E-R

- 2.4.1. Generalización y especialización
- 2.4.2. Categoría
- 2.4.3. Agregación
- 2.4.4. Relaciones exclusivas

2.5 Transformación de las extensiones del modelo E-R

- 2.5.1. Generalización y especialización
- 2.5.2. Categoría
- 2.5.3. Agregación
- 2.5.4. Relaciones exclusivas

2.6. Consideraciones de diseño

- 2.6.1. Relaciones con grado mayor que dos
- 2.6.2. Control de redundancias
- 2.6.3. Dimensión temporal

2.1. Introducción

- La tercera fase del diseño de una base de datos consiste en realizar un **modelo conceptual** que recoja toda la **semántica** referente a la información que se ha obtenido en el análisis de requisitos y que deseamos integrar en la base de datos
- Esta etapa se denomina **diseño conceptual de la base de datos**
- Se plantean dos preguntas:

¿qué
representar?

¿cómo
representarlo?

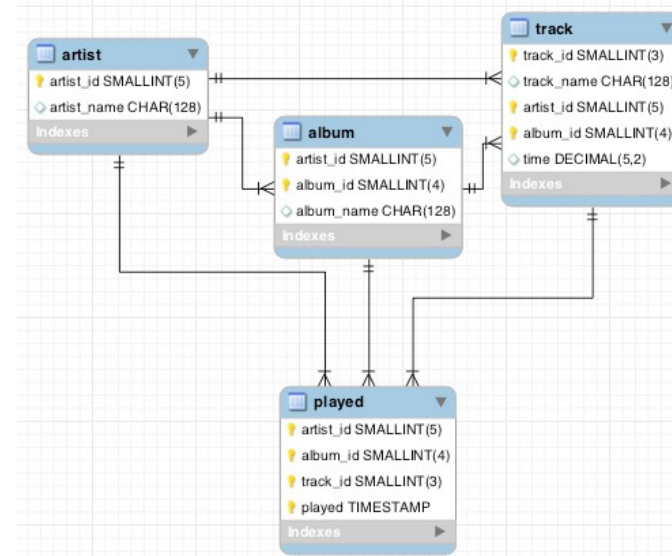
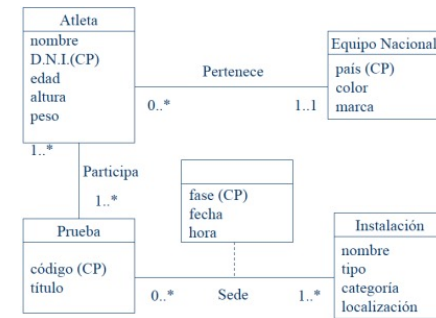
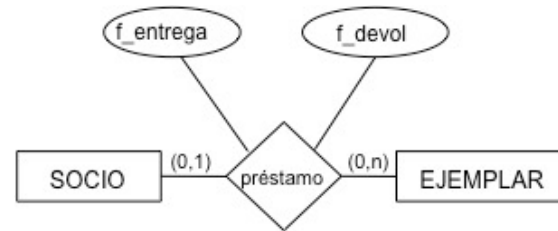
- A la primera pregunta responde:
 - el estudio de las reglas de la organización, que proveen el marco para el análisis del sistema (**Reglas de Negocio**). En el "mundo" de las bases de datos se suelen llamar "**Restricciones de Integridad**"
 - entrevistas a los usuarios de los diferentes niveles de la organización, que proveen los detalles sobre los datos
- En la realización del esquema conceptual de cualquier BD es fundamental tener cierto **conocimiento** sobre el problema a modelar
- En esta fase se utiliza el lenguaje natural para recoger toda la información (por ejemplo, mediante entrevistas) ya que así, los usuarios pueden expresar sus necesidades y requisitos

- Ejemplos de requisitos y reglas de negocio:
 - **Requisito.** El trabajador del almacén debe poder enviar pedidos para entregar las ventas a los clientes
 - **Regla.** La fecha de envío no puede ser anterior a la fecha del pedido
 - **Requisito.** El empleado de una empresa de alquiler debe poder asignar automóviles a los clientes
 - **Regla.** Un cliente no puede alquilar más de un automóvil al mismo tiempo
 - **Requisito.** El comprador debe poder realizar pedidos sin la intervención de terceros
 - **Regla (a).** Solo podrá hacer negocios con proveedores de la comunidad autónoma
 - **Regla (b).** Puede realizar compras hasta un determinado importe
 - **Requisito.** El vendedor puede ofrecer descuentos a los clientes para intentar captarlos
 - **Regla (a).** Solo los clientes habituales (+ de 10 años como clientes) pueden recibir un descuento
 - **Regla (b).** El descuento es de un máximo del 15%

- A la segunda pregunta da respuesta el **modelo Entidad-Relación**:
 - Representación normalizada que permite representar la información con todo su contenido **semántico**, pero sin describir los aspectos ligados a la instrumentación del modelo en un SGBD, y que es fácil de traducir a un esquema lógico
- El diseño de esquemas conceptuales es una labor creativa que se realiza en sucesivos **pasos de refinamiento**
 - No todos los diseñadores obtienen el mismo esquema E-R
 - Fue propuesto por **Peter Chen** entre los años 1976 y 1977
 - Según el autor: *"El modelo E-R puede ser usado como una base para una vista unificada de los datos"*, adoptando *"el enfoque más natural del mundo real que consiste en **entidades** y **relaciones**"*

- Existen diferentes notaciones para la representación gráfica del diseño mediante la técnica de análisis que propone el modelo E-R:

- Diagramas de Chen
- Diagramas UML (Lenguaje Unificado de Modelado)
- Notación "pata de gallo"
- Diagramas IDEF1X



2.2. Elementos del modelo entidad-relación

Entidad

Relación

Atributo

Dominio

2.2.1. Entidad

"Objeto del mundo (real o abstracto) acerca del cual queremos almacenar información en la base de datos y que es distinguible de otros objetos"

"Algo con realidad objetiva que existe o que puede ser pensado"
(Hall, 1976)

"Una persona, lugar, cosa, concepto o suceso, real o abstracto, de interés para la empresa" (ANSI, 1977)

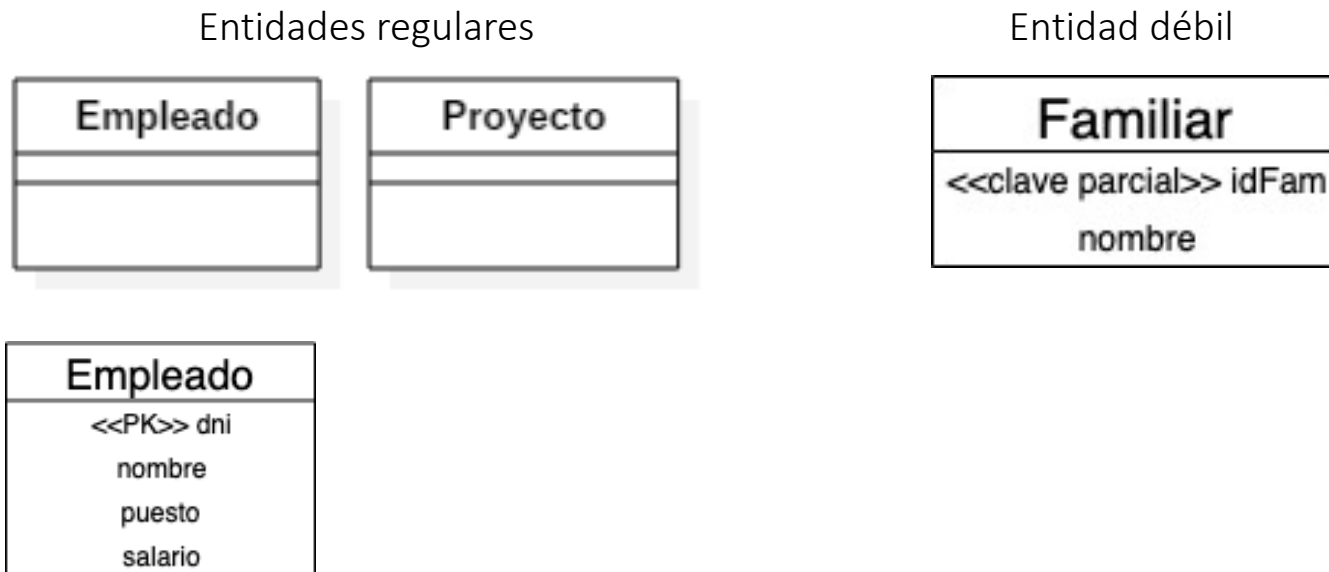
- Ejemplos:
 - La persona Anselmo Martín Sañudo con DNI 29.123.321H
 - El libro "Bases de Datos" con isbn 0-07-044754-3
 - El segundo curso del Grado en Ingeniería Informática
- Un **tipo de entidad** (Chen lo denominó *entity set*) es un conjunto de entidades de un mismo tipo que comparten las mismas propiedades
 - Todas las personas matriculadas en la universidad pueden formar el tipo de entidad ESTUDIANTE. El tipo de entidad PAS puede representar a los trabajadores de administración y servicios de la universidad
- En este curso denominaremos **entidad** al conjunto de entidades y **ocurrencia** o **ejemplar** a un determinado elemento de la entidad

- En general, existen 2 tipos de entidades:
 - **Regular o fuerte**. Aquella que tiene existencia por sí misma (EMPLEADO, PROYECTO, etc.)
 - **Débil**. Aquella cuya existencia depende de la existencia de otra entidad
- Ejemplos:
 - una entidad FAMILIAR dependerá de una entidad EMPLEADO
 - una entidad EXPEDIENTE dependerá de una entidad ESTUDIANTE
- La eliminación de una ocurrencia de la entidad fuerte implica la eliminación de las ocurrencias dependientes que se encuentran en la entidad débil

- Representación (diagrama de Chen):



- Representación (UML):

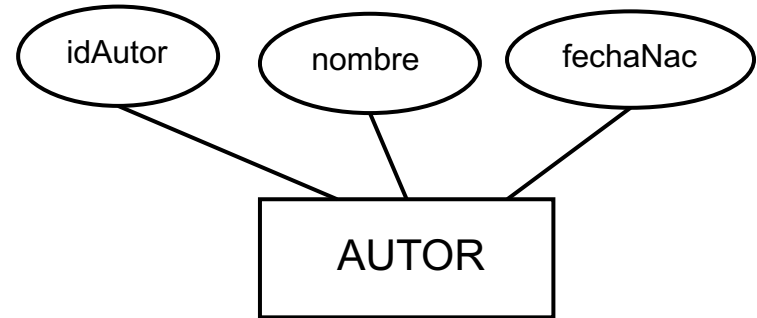
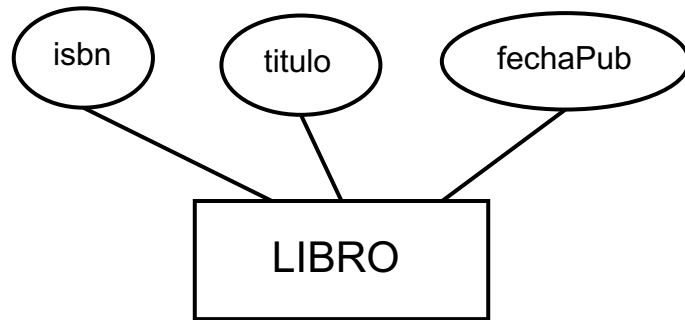


- A veces resulta difícil decidir si un determinado objeto o concepto se modela como una entidad
 - **Ejemplo:** el color es habitualmente una propiedad de una entidad (el color de un coche), pero en una fábrica de pinturas probablemente sería apropiado modelar el color como una entidad con sus propiedades específicas
- Algunos autores han intentado precisar el concepto de entidad
- Tardieu propone, en 1979, tres reglas generales que debe cumplir una entidad:
 - tiene que tener **existencia propia**
 - cada ejemplar de un tipo de entidad debe poder **distinguirse** de los demás
 - todos los ejemplares de un tipo de entidad deben tener las **mismas propiedades**

2.2.2. Dominio y atributo

- Un **atributo** es cada una de las propiedades o características que definen una entidad o una relación
- Un **dominio** se define como el conjunto de posibles valores que puede tomar un atributo
- Un atributo toma valores que pertenecen a un determinado dominio
 - la entidad **EMPLEADO** puede estar formada por los atributos **dni**, **nombre**, **apellidos**, **dirección**, **puesto**, **fechaIngreso**, etc.
 - la entidad **LIBRO** puede tener los atributos **isbn**, **título**, **numPáginas**, **fechaEdición**, **idioma**, etc.

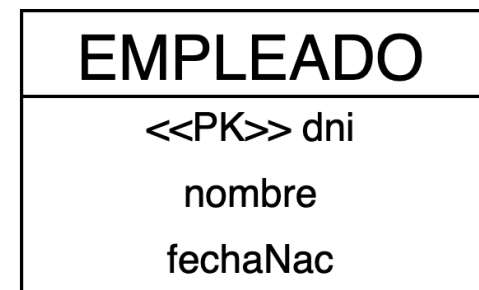
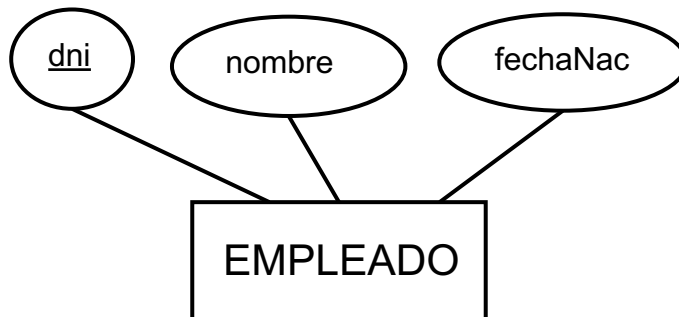
- Representación:



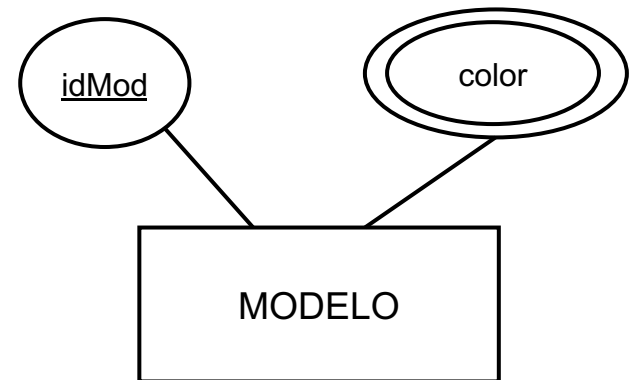
LIBRO
isbn
titulo
fechaPub

AUTOR
idAutor
nombre
fechaNac

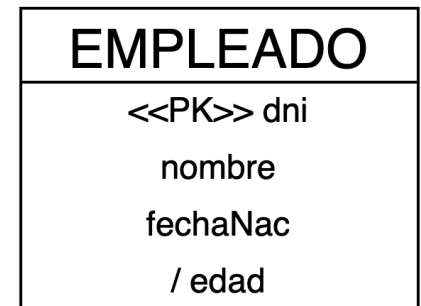
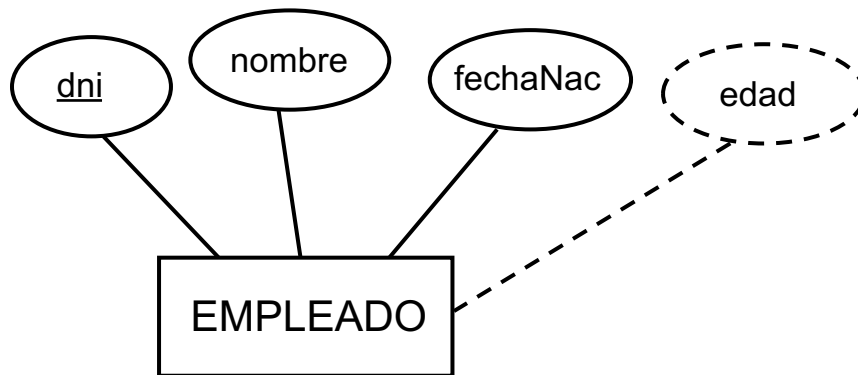
- La restricción de **unicidad** del modelo E-R obliga a que una ocurrencia de una entidad debe distinguirse de las demás
- Los atributos que sirven para identificar, de manera única, las ocurrencias dentro de una entidad se denominan **atributos clave**
- Se representan subrayando con una línea continua los nombres de los atributos que forman la clave (Chen) o con la cláusula **PK**, de **primary key** (UML)



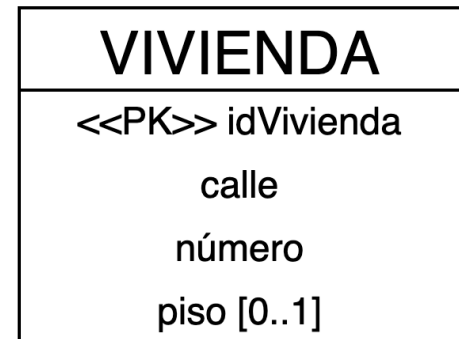
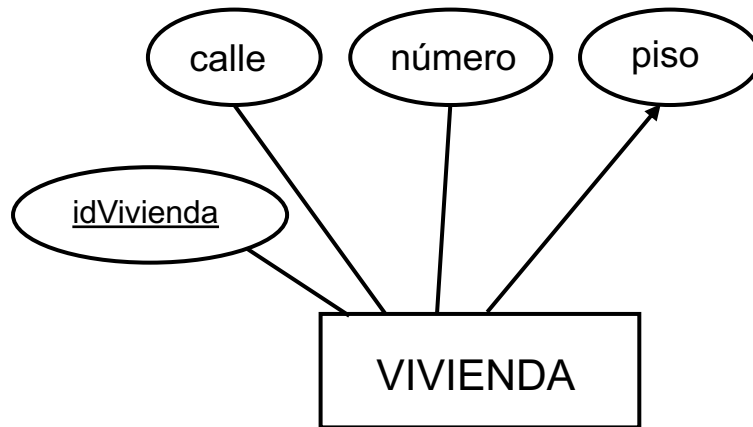
- En general, los atributos almacenan un único valor para una ocurrencia en particular (**atributos univalorados**)
 - el atributo sexo de un determinado empleado puede tomar un único valor 🤔
- En algunos casos, los atributos pueden tomar diferentes valores para una misma ocurrencia (**atributos multivalorados**)
- Aunque el modelo E-R admite este tipo de atributos (incluso tiene una figura para representarlo), en este curso no los vamos a considerar en el diseño conceptual, al no estar permitido en el modelo relacional



- Un **atributo derivado** es aquél cuyo valor puede obtenerse a partir de los valores de otros atributos o relaciones
- Se representan de la misma forma, pero con el trazo discontinuo (Chen) o anteponiéndole el símbolo "/" (UML)



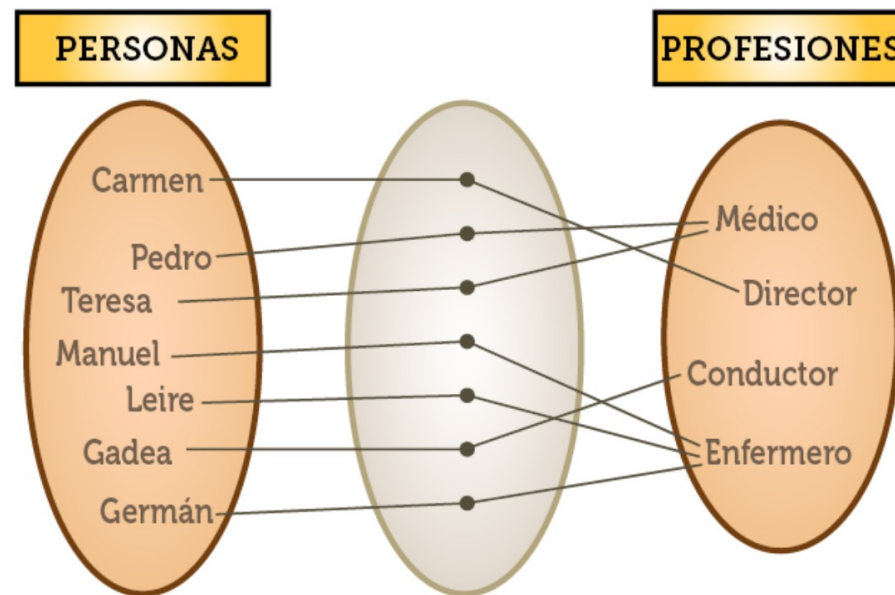
- Un **atributo opcional** es el que puede admitir valores nulos
- Se representa mediante una flecha apuntando al atributo (Chen) o con la etiqueta **[0..1]** (UML)



2.2.3. Relación: restricciones de cardinalidad

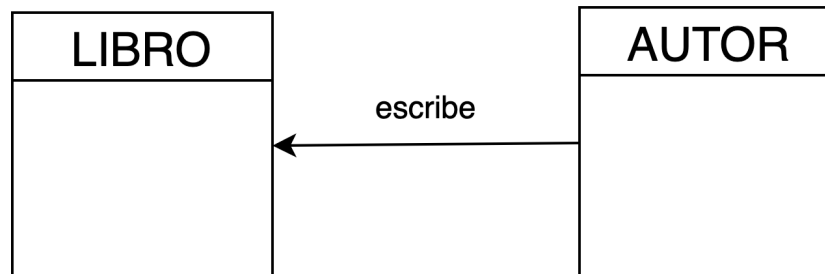
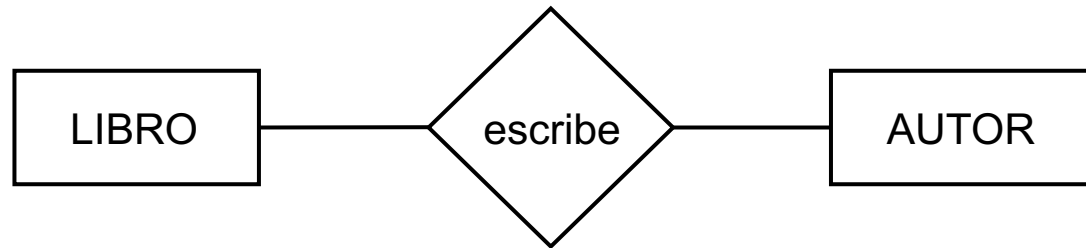
- Asociación o correspondencia entre ejemplares de entidades
 - **Ejemplo:** asociación entre el autor y el libro que ha escrito
- Un **tipo de relación** es el conjunto de las relaciones de un mismo tipo.
 - **Ejemplo:** el tipo de relación ESCRIBE relaciona los tipos de entidades LIBRO y AUTOR
- De la misma forma que con las entidades, al tipo de relación lo denominaremos simplemente **relación**

- El **grado** de una relación es el número de entidades que participan en dicha relación
- Cuando la relación se produce entre dos entidades (suele ser el caso más habitual), se denomina **relación binaria**

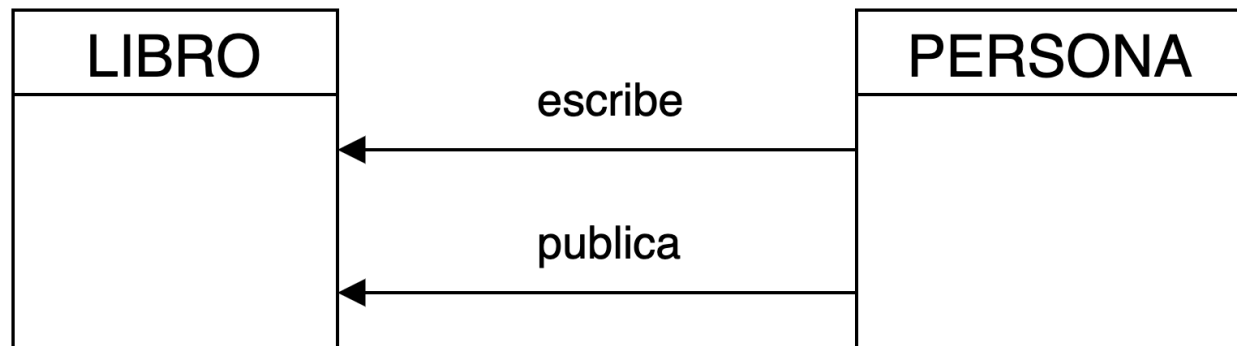
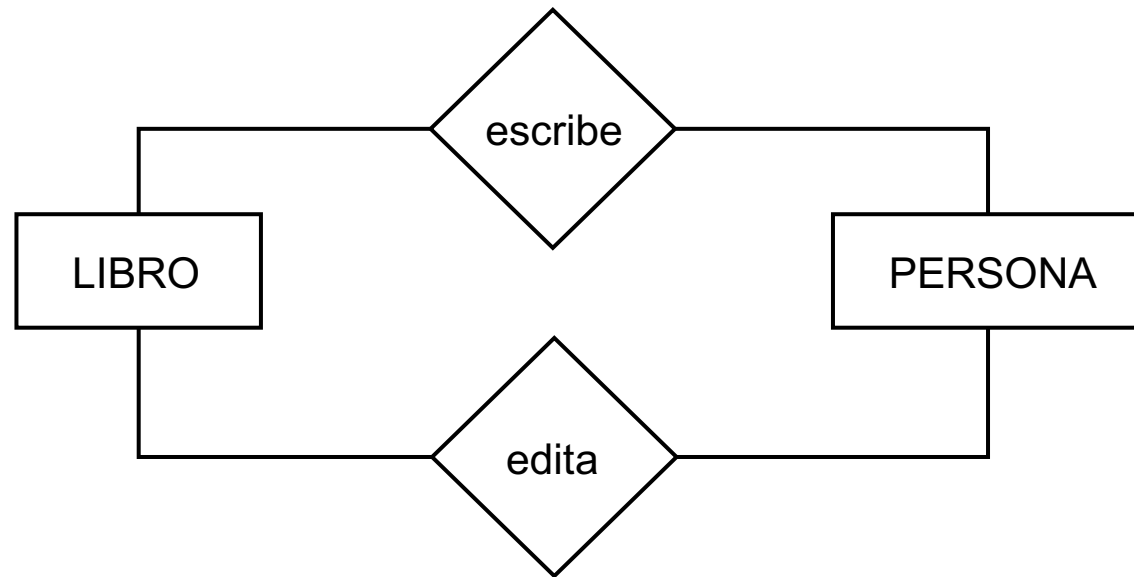


Relación binaria entre las entidades PERSONAS y PROFESIONES

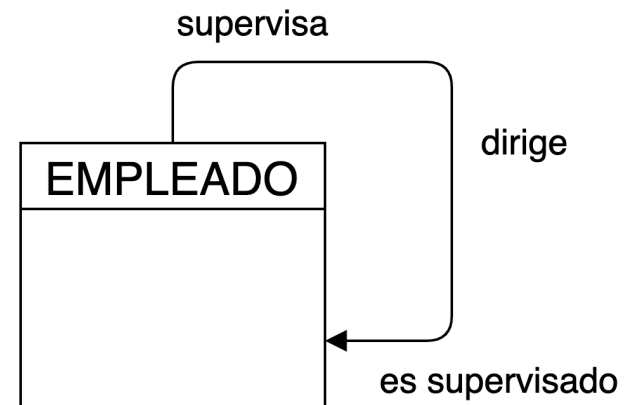
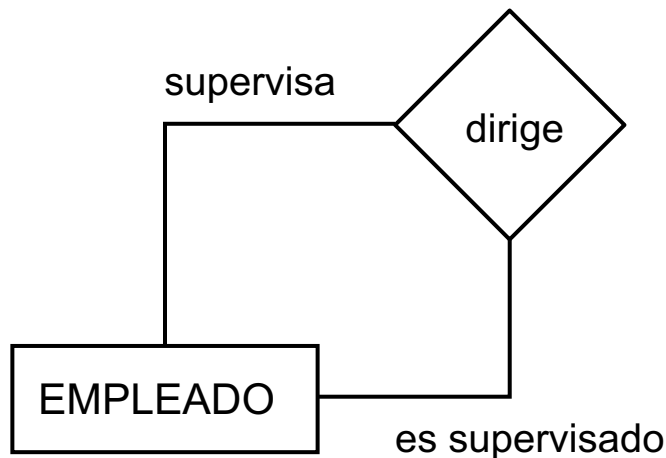
- Representación:



- Entre dos entidades puede existir más de una relación



- Las ocurrencias de una entidad se pueden relacionar con ocurrencias de la propia entidad. Este tipo de relaciones se denominan **relaciones reflexivas** (grado 1)
- El **papel** o **rol** en una relación es la función que desempeña cada una de las entidades en la relación. Esta característica adquiere importancia cuando la relación es reflexiva



En este caso, una ocurrencia de la misma entidad participa dos veces en la relación, una como director y otra como empleado estándar

Es necesario distinguir el papel en cada sentido de la relación, ya que no tiene el mismo significado los pares formados por los valores (director, trabajador) que los pares formados por los valores (trabajador, director)

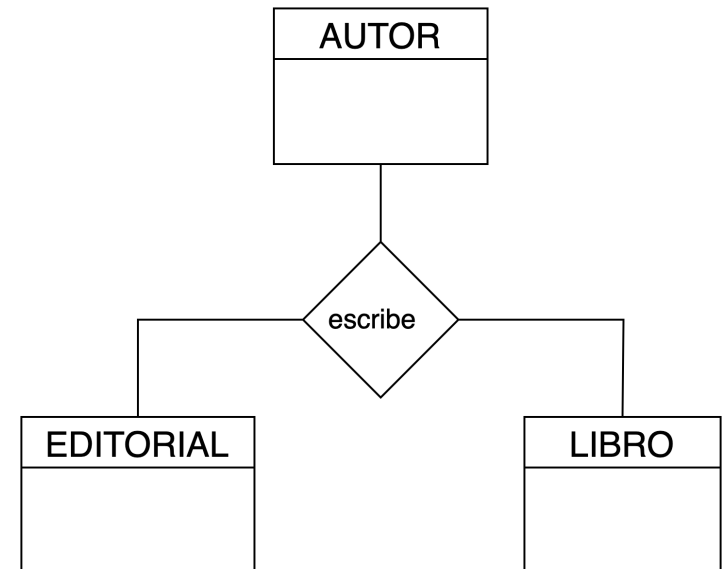
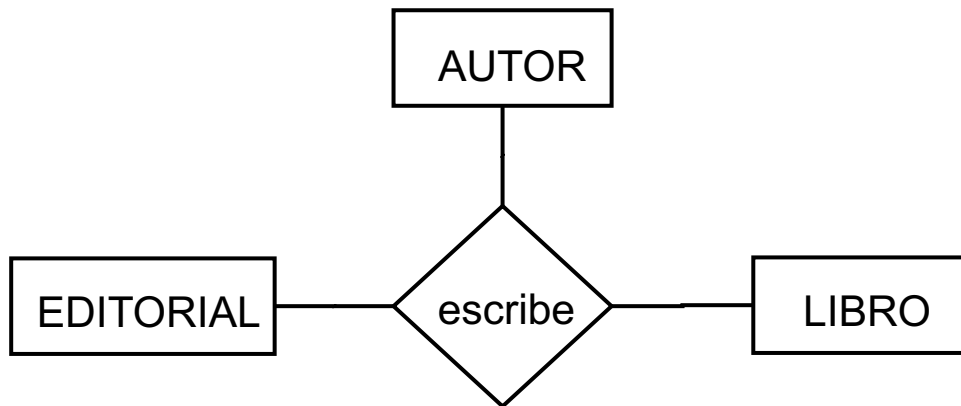
Los roles también se pueden usar cuando dos entidades están asociadas a través de más de una relación

En general, los nombres de los roles no resultan necesarios si la función de las entidades participantes en la relación no es ambigua



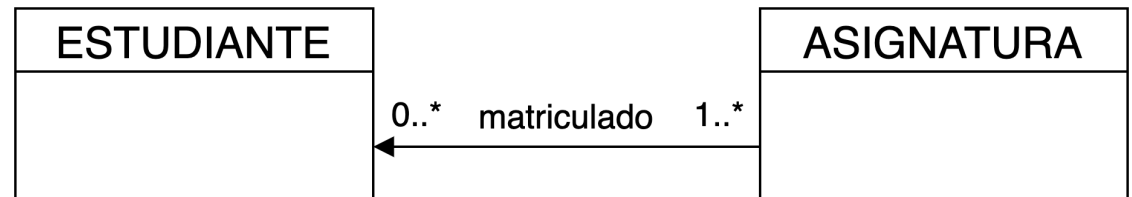
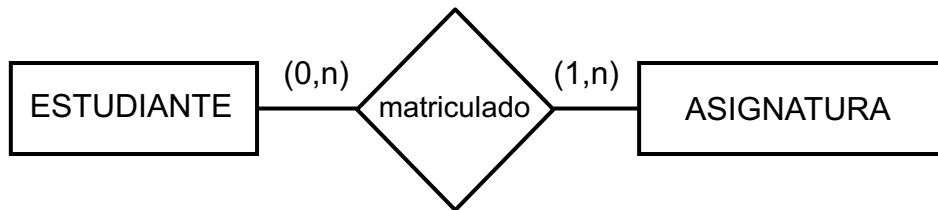
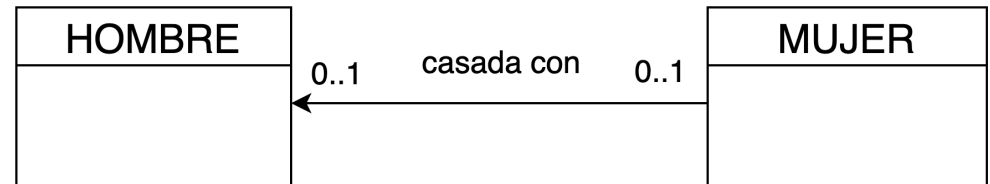
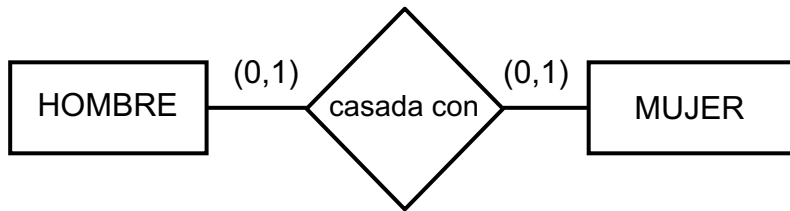
En el ejemplo se muestran dos entidades asociadas mediante dos relaciones distintas, junto con los nombres del rol. Se quiere representar que un gerente dirige una sucursal y una sucursal tiene empleados

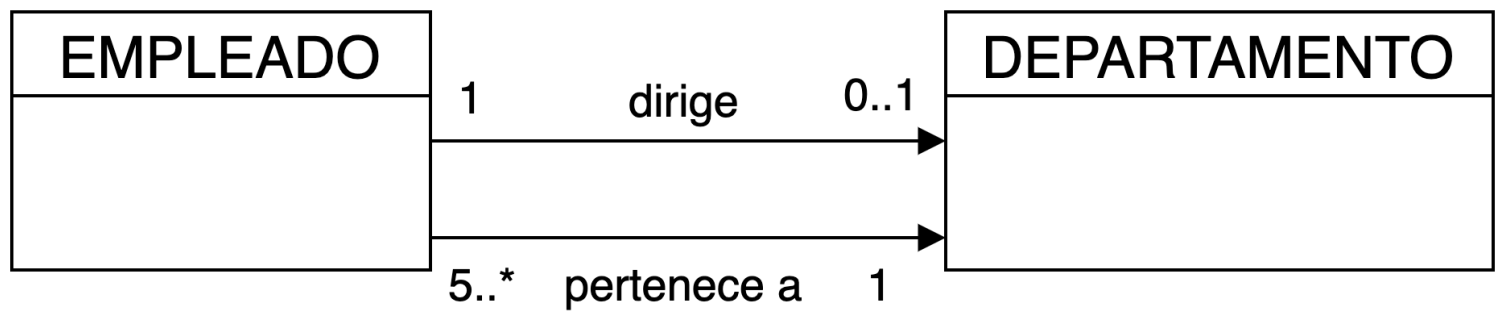
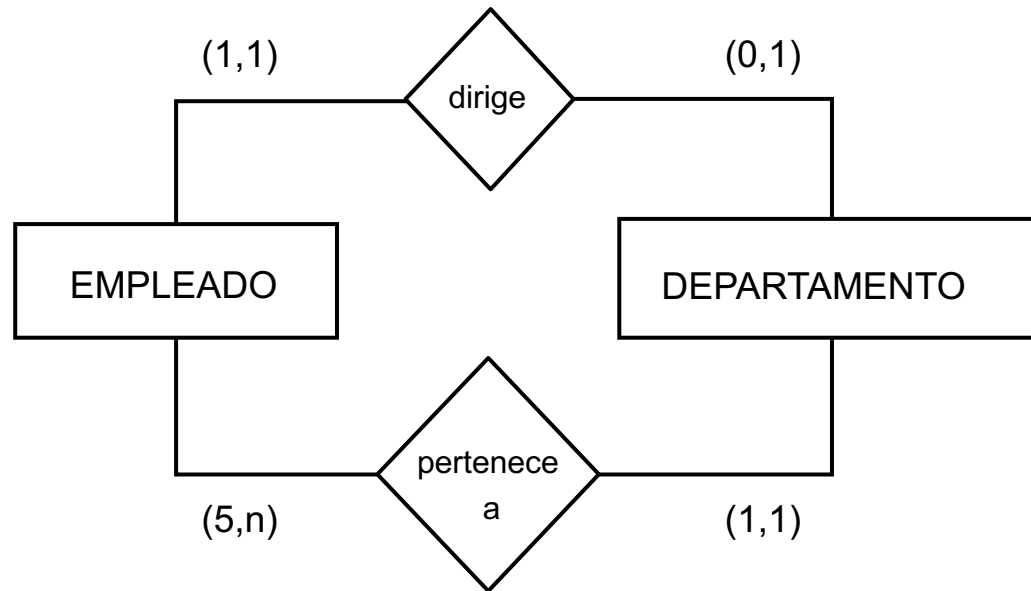
- Aunque las relaciones binarias son las más habituales, hay situaciones en las que es necesario que la relación esté formada por 3 entidades (**relaciones ternarias**)
- Las relaciones de grado mayor que tres se dan con muy poca frecuencia



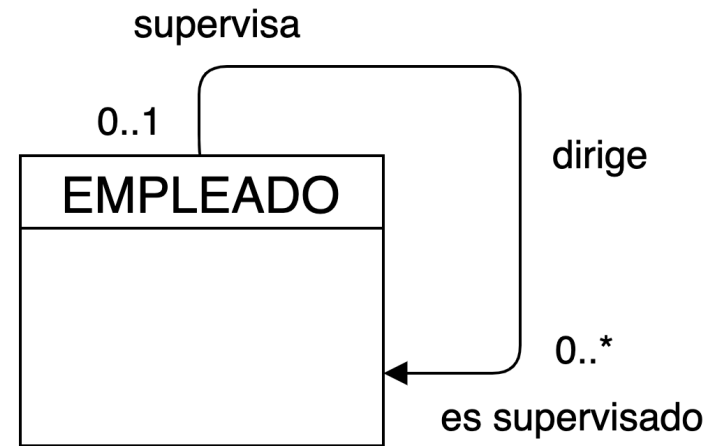
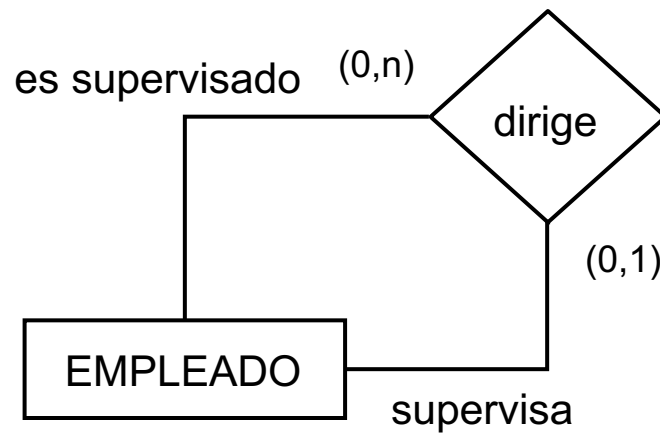
- En su modelo original, Chen definió la **cardinalidad de las relaciones** como el número máximo de ocurrencias de cada entidad que pueden intervenir en la relación
- Para recoger mayor semántica, se puede representar la **cardinalidad máxima** y la **cardinalidad mínima**, que se definen como el número máximo y mínimo de ocurrencias de una entidad que pueden estar relacionadas con ocurrencias de otra u otras entidades que participan en la relación
- Generalmente se representan con etiquetas del tipo **(0,1)**, **(1,1)**, **(0, n)** o **(1,n)**
 - Para recoger más significado, se pueden utilizar etiquetas del tipo **(min, max)**, con $0 \leq \min \leq \max$ y $\max \geq 1$

- Ejemplos de cardinalidades en relaciones binarias

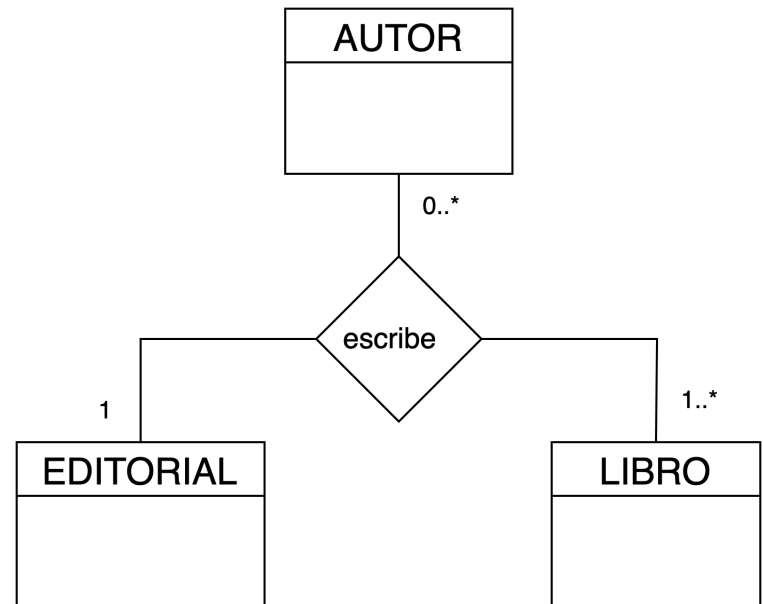
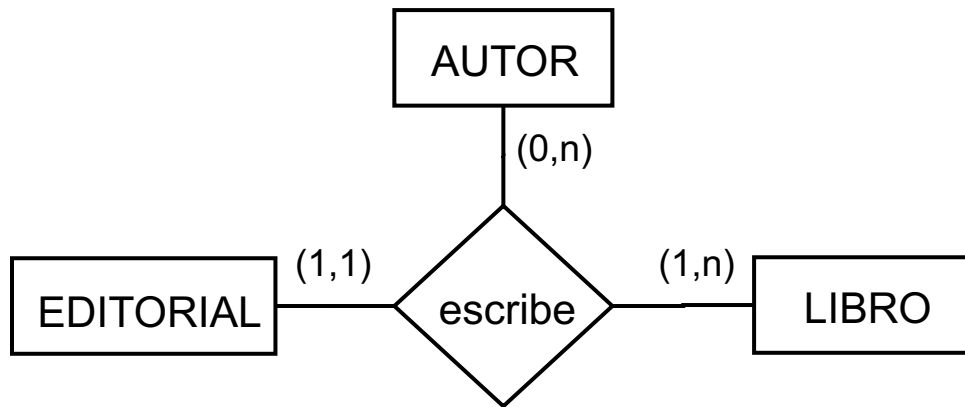




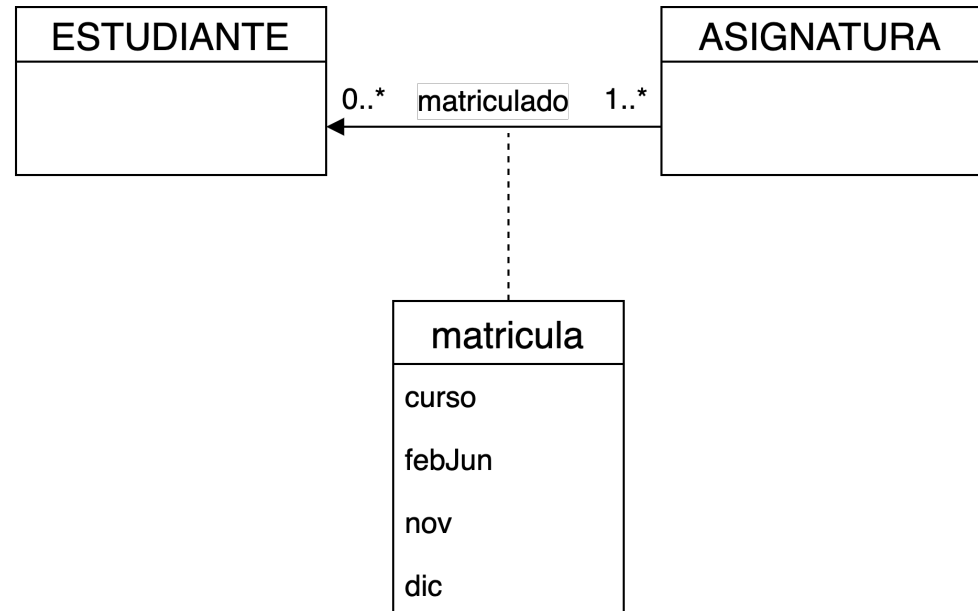
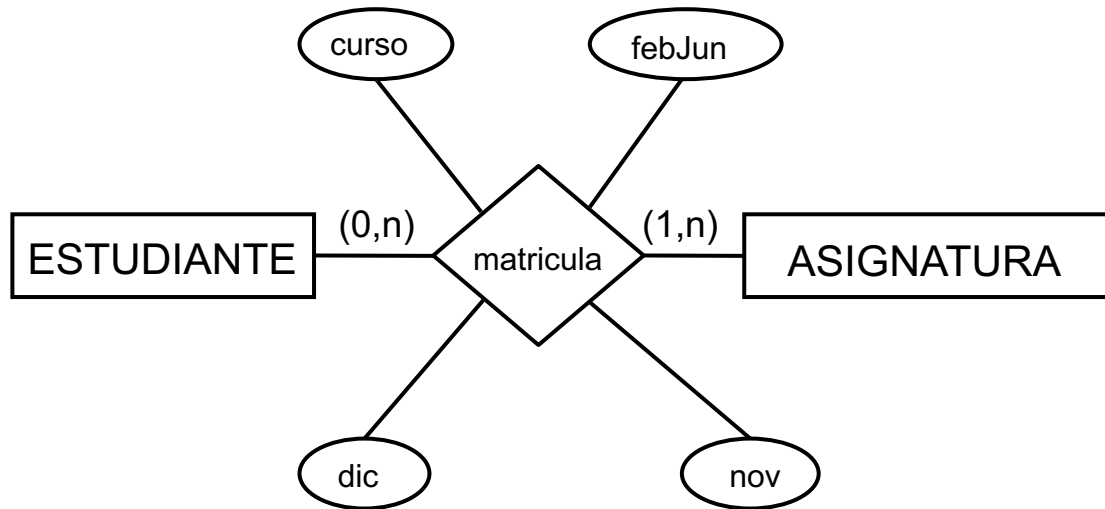
- Ejemplo de cardinalidad en una relación reflexiva



- Ejemplo de cardinalidad en una relación ternaria



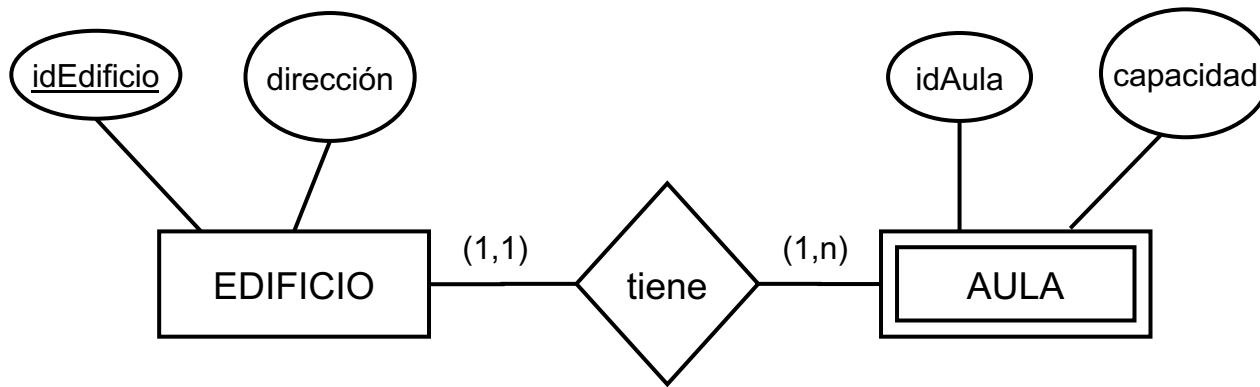
- Representación de atributos en relaciones:



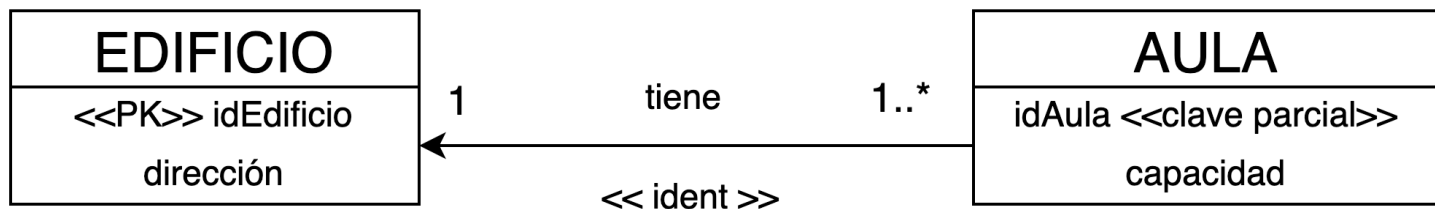
Entidades fuertes y débiles

- Una entidad débil es una entidad cuyos atributos no pueden identificar completamente sus ocurrencias. Sólo las identifican de forma parcial
- Esta entidad debe participar en una **relación** para que puedan identificarse

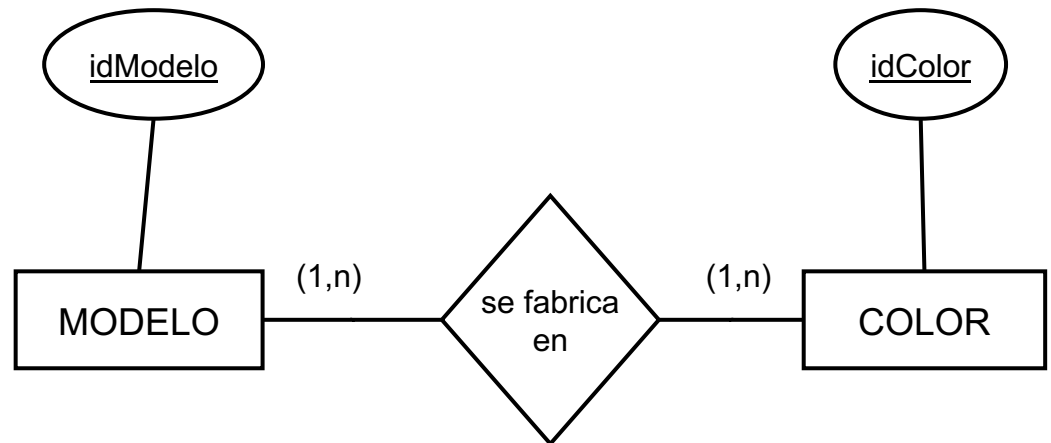
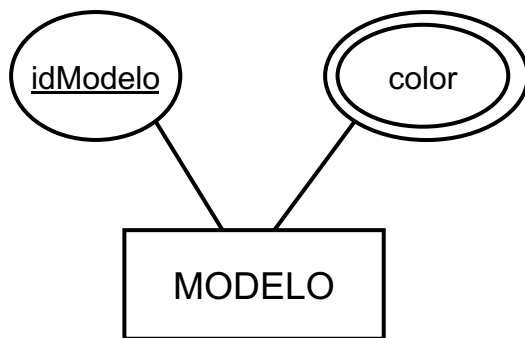
- **Ejemplo:** consideremos las entidades edificio y aula, y supongamos que puede haber aulas con el mismo número en edificios diferentes. En el edificio E30 puede haber dos aulas identificadas con los códigos A1.1 y A2.1, y en el edificio E21 puede haber otras dos aulas identificadas con los mismos códigos A1.1 y A1.2
 - En este caso, el identificador de aula no la identifica unívocamente. Para distinguirlas es necesario tener en cuenta el edificio en el que están ubicadas. De hecho, podemos identificar un aula mediante la relación que la asocia a un único edificio. El identificador del edificio donde está situada junto con el número del aula, la identifican completa y unívocamente



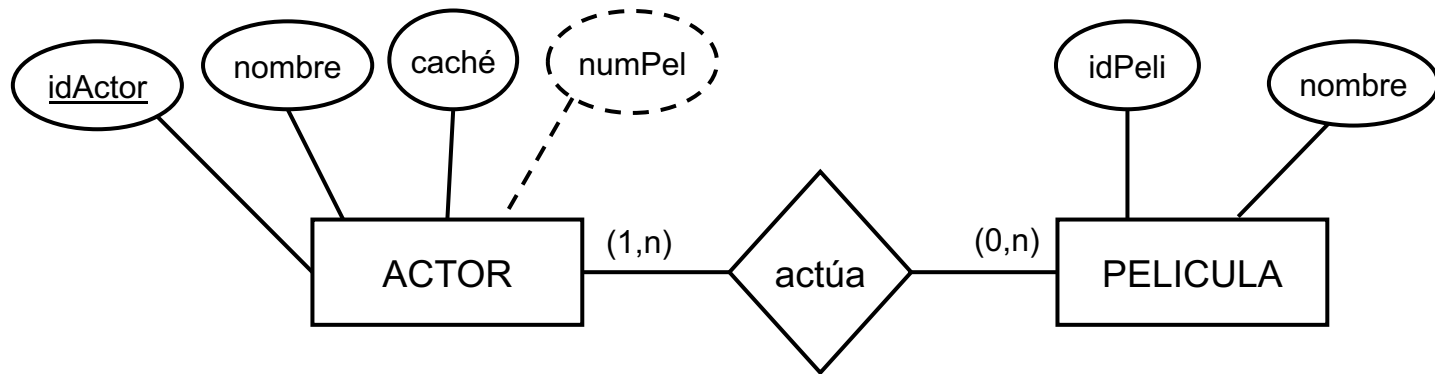
- UML no dispone de una notación específica para representar las entidades débiles
- Usaremos el estereotipo **<<c.parcial>>** para indicar la clave parcial y el estereotipo **<<ident>>** para indicar la composición identificadora
- Otros autores representan las entidades débiles sin clave



- Para mantener la propiedad del modelo relacional de tener un único valor para cada combinación tupla/atributo, un atributo multivalorado puede transformarse en una entidad, estableciéndose una relación con la entidad a la que pertenece
- Ejemplo de transformación de atributo multivalorado



- Los valores de un **atributo derivado** también se pueden obtener mediante la relación o relaciones en las que participa la entidad a la que pertenece



Ejercicio

- Los estudiantes se pueden matricular de varias asignaturas (al menos en una), pero deben hacerlo en un grupo concreto
- Queremos almacenar la calificación que obtienen los alumnos en cada asignatura
- Cada profesor debe pertenecer a un departamento concreto
- Todos los departamentos tienen un director que, además, es un profesor
- Un profesor puede impartir varios grupos de la misma asignatura o de asignaturas diferentes
- Un grupo de una asignatura lo debe impartir, al menos, un profesor
- Las clases de cada asignatura se imparten en días, horas y aulas determinadas
- Para simplificar, consideraremos que los atributos de las entidades son los "habituales"

Ejercicio. Entidad bancaria (I)

- Los empleados se identifican por un código, pero también nos interesa almacenar su DNI, NSS, nombre y apellidos. Habrá que registrar su ciudad de residencia, teniendo en cuenta que hay ciudades donde no reside ningún empleado
- Interesa saber en qué ciudades están ubicadas las diferentes agencias de la entidad bancaria. Estas agencias se identifican por la ciudad en la que se encuentran y por un nombre que permite distinguir las agencias de una misma ciudad. También se desea almacenar el número de habitantes de las ciudades, así como la dirección y el número de teléfono de las agencias. En la base de datos hay ciudades donde no hay ninguna agencia
- Un empleado, en un instante determinado, trabaja en una sola agencia, pero puede ser trasladado a otra o, incluso, que vuelva a trabajar en una agencia donde ya había trabajado anteriormente. Se quiere tener constancia del historial del paso de los empleados por las agencias
- Los empleados pueden tener títulos académicos y, de aquellos que lo tienen, se quiere saber cuáles son dichos títulos

Ejercicio. Entidad bancaria (II)

- Cada empleado tiene una categoría laboral determinada (interventor, administrativo, etc.). A cada categoría le corresponde un sueldo base y un precio por hora extra. Se quiere saber la categoría actual de cada empleado, así como el sueldo y el precio de la hora extra de cada categoría
- Algunos de los empleados están afiliados a un sindicato. Hay que descontar de la nómina mensual la cuota sindical a los afiliados a cada sindicato. Esta cuota es única para todos los afiliados a un sindicato determinado. Es necesario almacenar las afiliaciones de los empleados y las cuotas correspondientes a los diferentes sindicatos
- Los empleados tienen la posibilidad de pedir diferentes tipos de préstamos (por matrimonio, adquisición de vivienda, estudios, etc.), que pueden ser concedidos o no. No hay limitación a la hora de pedir varios préstamos a la vez, siempre que no se pida más de uno del mismo tipo al mismo tiempo. Se quieren registrar los préstamos pedidos por los empleados, y hacer constar si se han concedido o no. Cada tipo de préstamo tiene establecidas diferentes condiciones de las que nos interesa saber el tipo de interés y su periodo de vigencia