

IES CHAN DO MONTE

C.S. de Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma

Módulo Base de datos

UNIDAD 2: Modelo Entidad-Relación y Relacional

Parte 1: ENTIDAD-RELACIÓN

Índice

1.	<i>Fases de diseño de bases de datos.....</i>	2
2.	<i>El modelo entidad/relación.....</i>	4
2.1	Entidad.....	4
2.2	Atributos:	5
2.2.1	Tipos de atributos.	6
2.2.2	Conjunto de valores de los atributos (dominios).	7
2.3	Relación.....	7
2.4	Clave.....	8
2.5	Cardinalidad	9
2.6	Participación:	10
2.7	Atributos de las relaciones.	10
2.8	Dependencia por existencia y dependencia por identificación.....	11
3.	MODELO E/R EXTENDIDO.....	12
3.1	Herencia de atributos en las relaciones es_un/a.....	13
3.2	Especialización y generalización.....	13
3.3	Restricciones en la especialización/generalización	15
4.	Restricciones sobre interrelaciones	17
	Restricción de exclusividad	17
	Restricción de exclusion.....	17
	Restricción de inclusividad.....	17
	Restricción de inclusión	17
5.	Interrelaciones redundantes.....	18
6.	Interrelaciones de grado superior a 2.....	19
7.	Dimensión temporal.....	20

1. Fases de diseño de bases de datos.

El diseño de una base de datos es un proceso complejo que abarca varias decisiones a muy distintos niveles. La **complejidad se controla mejor si se descompone el problema en subproblemas y se resuelve cada uno de éstos independientemente**, usando métodos y técnicas específicas.

El **diseño de bases de datos** se descompone:

- **diseño conceptual**
- **diseño lógico**
- **diseño físico**

- ⇒ El **diseño de bases de datos** representa un **enfoque orientado a los datos** para el desarrollo de los sistemas de información: la atención completa del proceso de diseño se centra en los datos y sus propiedades. Con un enfoque orientado a los datos, **primero se diseña la base de datos, luego las aplicaciones que la usan**.
- ⇒ Un enfoque alternativo en el diseño de los sistemas de información, llamado **enfoque orientado a las funciones**. Este enfoque se desarrolló en la década de 1960 y aún es muy popular. Difiere del enfoque orientado a los datos en que la atención se **centra en las aplicaciones** y no en los datos.

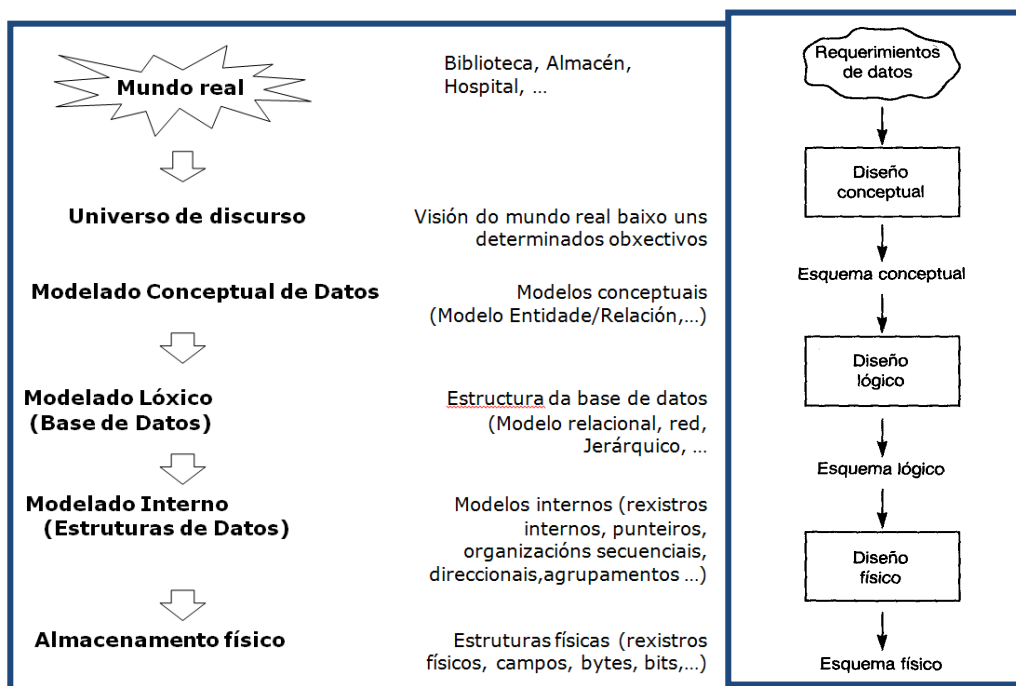


Fig. 1: Enfoque orientado a los datos para el diseño de sistemas de información.

Los **modelos de datos son un eficaz instrumento** en el diseño de base de datos por que permiten describir los esquemas originados del proceso de diseño de la base de datos.

- Los **modelos de datos de alto nivel o conceptuales**: modelo **entidad-relación (ER)**, que es un modelo de datos de alto nivel muy popular.
- **modelos de datos de representación o lógicos** (o de implementación). el **relacional**, el **de red** y el **jerárquico**.
- Los **modelos de datos de bajo nivel o físicos**.

- ❑ **Diseño conceptual.** El diseño conceptual parte de la **especificación de requerimientos** y su resultado es el **esquema conceptual** de la base de datos.

Un **esquema conceptual** es una descripción de alto nivel de la estructura de la base de datos, **independiente del software de SGBD** que se use para manipularla.

- ❑ Para **describir el esquema conceptual** se utiliza un **modelo conceptual**, ejemplo, **Modelo E/R**
- ❑ El propósito del diseño conceptual es describir el contenido de la información de la base de datos, más que las estructuras de almacenamiento que se necesitarán para manejar esta información. En realidad, el diseño conceptual debe hacerse aun cuando la implantación final no use un SGBD, sino archivos convencionales y lenguajes de programación.
- ❑ **Diseño lógico.** El diseño lógico parte del **esquema conceptual** y da como resultado un **esquema lógico**.

Un **esquema lógico** es una **descripción de la estructura de la base de datos** que puede procesar el software de SGBD.

- ❑ Para **especificar el esquema lógico** se utiliza un **modelo de datos lógico**: pertenecen a tres clases: **relacional**, de redes y jerárquico.
- ❑ El diseño lógico **depende de la clase de modelo de datos usado por el SGBD no del SGBD utilizado** (en otras palabras, el diseño lógico se efectúa de la misma forma para todos SGBD relacionales porque todos utilizan el modelo relacional).
- ❑ **Diseño físico.** El diseño físico parte del **esquema lógico** y da como resultado un **esquema físico** o **interno**. El diseño físico se adapta a un sistema SGBD específico.

Un **esquema físico** una descripción de la implantación de una base de datos en el dispositivo secundario; describe **las estructuras de almacenamiento y los métodos** usados para tener un acceso efectivo a los datos.

La siguiente figura resume la dependencia de los diseños conceptual, lógico y físico de la clase o tipo de SGBD y del SGBD específico.

	Dependencia de:	
	El tipo de SGBD	Un SGBD específico
Diseño conceptual	NO	NO
Diseño lógico	SI	NO
Diseño físico	SI	SI

Fig.2: Dependencia de los diseños conceptual, lógico y físico de la clase de SGBD y el SGBD específico.

La siguiente figura 4 representa la forma de llegar desde la parcela del mundo real que se está analizando a la base de datos física.

- En un primer paso, con la ayuda del modelo conceptual, se obtiene el esquema conceptual; aunque a veces no se formaliza este paso y el analista, sin una metodología precisa, hace una abstracción del mundo real, que es lo que hemos llamado estructura percibida (lo hemos representado con líneas de puntos para indicar que se trata de un camino alternativo, aunque no aconsejable).
- A continuación, aplicando al esquema conceptual las reglas del modelo de datos propio del SGBD que se va a utilizar, se obtiene el esquema lógico (también llamado esquema de base de datos);
- Por último del esquema lógico se pasa al esquema físico o interno

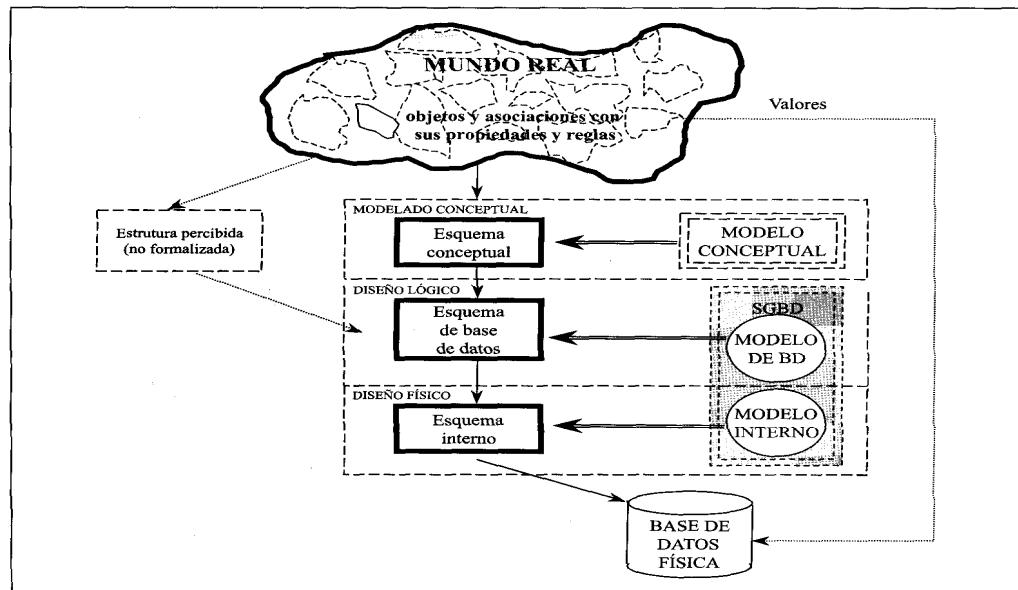


fig.3

Una vez completo el diseño físico de una base de datos, los **esquemas lógico y físico** se expresan haciendo uso del **lenguaje de definición de datos (LDD)** del SGBD; la base de datos se crea y se rellena con los valores (ocurrencias) que se obtienen por observación de los sucesos del mundo real. A continuación las aplicaciones que usan las bases de datos pueden especificarse, implantarse y probarse completamente.

2. El modelo entidad/relación

Fue propuesto por **Peter Chen a mediados de los años setenta**. Es el **modelo conceptual más ampliamente conocido** que ha ido experimentando a lo largo de los años una serie de extensiones, lo que ha originado un medio muy potente para la representación de los datos correspondiente a un problema

Permite realizar el diseño conceptual de una base de datos. Es **una representación lingüística y gráfica de los objetos que forman parte del mundo real**.

Se pueden distinguir como conceptos básicos de este modelo: **las entidades, interrelaciones, atributos y claves**.

2.1 Entidad

Se puede definir una entidad como cualquier objeto (real ou abstracto) que existe en la realidad y del cual queremos almacenar información en la base de datos.

Entidad es "**una persona, lugar, cosa, concepto o suceso, real o abstracto, de interés para la empresa**" ANSI (1977).

En el modelo E-R se considera que una entidad es un objeto real o abstracto que forma parte del sistema o problema en estudio y que cumple las siguientes propiedades:

- **Tiene existencia propia.**
- **Es distinguible del resto de las entidades** (objetos) que intervienen en el sistema.
- Las entidades de un **mismo tipo están definidas en base a un mismo conjunto de atributos**, cada uno de ellos definido en un mismo dominio.

Una entidad es cualquier cosa **de importancia sobre la cual se necesita mantener o saber información**, que puede ser un **objeto con existencia física** - persona, libro, automóvil, empleado - o un **objeto con existencia conceptual** - compañía, curso universitario, préstamo -.

Una base de datos contiene grupos de entidades similares. Por ejemplo, una empresa con miles de empleados puede querer almacenar información similar de cada uno de sus empleados. Dichas entidades de empleados comparten los mismos atributos, pero cada entidad tiene sus propios valores de los atributos

■ La **estructura genérica** que es compartida por un conjunto de entidades se conoce como **Tipo de entidad**, mientras que **entidad** es cada uno de los ejemplares de este tipo de entidad.

Por ejemplo, MODULO é un tipo de entidad que describe as características comúns a todos os módulos; un exemplar do tipo de entidad MÓDULO será, por exemplo, “Fundamentos de Programación”, outro “Proyecto integrado”,...

■ La **representación gráfica de un tipo de entidad** es un **rectángulo etiquetado** con el nombre del tipo de entidad.

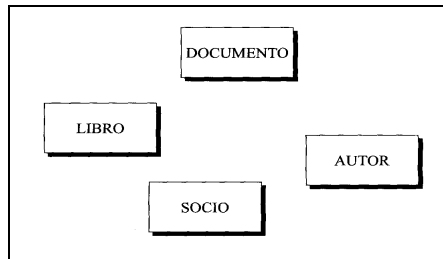


Fig.4: Representación de cuatro tipos de entidad

Existen dos clases de entidades:	
<p>Entidades Fuertes:</p> <p>■ Son aquellas en las que sus ejemplares tienen existencia por si mismos. La mayor parte de las entidades son fuertes. Por ejemplo: EMPLEADO.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">EMPLEADO</div>	<p>Entidades Débiles.</p> <p>■ La existencia de los ejemplares de estos tipos de entidad está condicionada a la existencia de ejemplares de otro tipo de entidad. Por ejemplo: FAMILIAR (de un empleado)</p> <div style="border: 3px double black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">FAMILIAR</div> <p>(La desaparición de un determinado empleado de la base de datos hace que no tenga sentido almacenar información relativa a sus familiares).</p> <p>■ Los tipos de entidades débiles se representan con dos rectángulos concéntricos con su nombre en el interior.</p>

2.2 Atributos:

■ Describen las **propiedades** que tiene un tipo de entidad.

Por ejemplo, una entidad EMPLEADO puede describirse por su nombre, su edad, su dirección, su salario y su puesto de trabajo.

■ Existen diferentes modos de representar los atributos en una entidad relación. La figura siguiente muestra dos modos de representar una entidad y sus atributos.

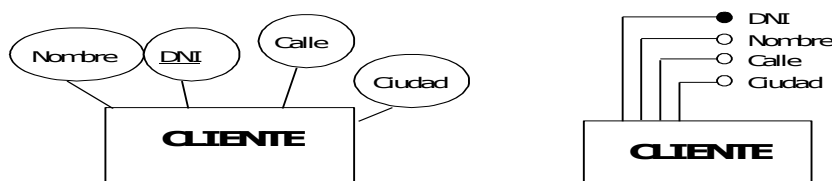
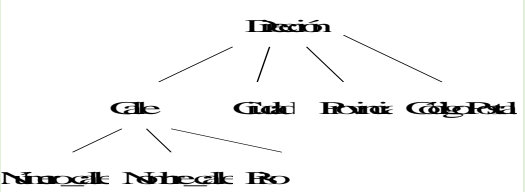

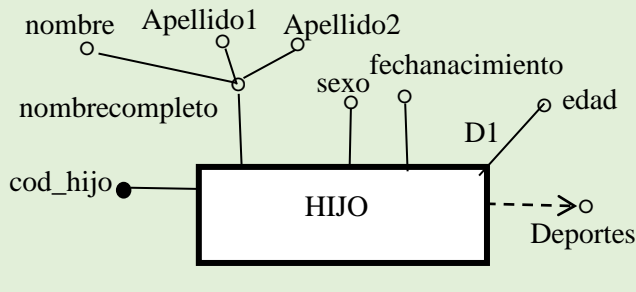


Fig 5. Ejemplo de tipo de entidades con sus atributos

2.2.1 Tipos de atributos.

En el modelo ER se manejan varios tipos distintos de atributos: simples o compuestos; monovaluados o multivaluados y elementales o derivados.

<p>Atributo compuesto:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se <u>puede dividir en componentes más pequeños</u>, que representan atributos más básicos con su propio significado independiente. <p>Por ejemplo, el atributo fecha se puede descomponer en día, mes año. El atributo Dirección de una entidad Clientes se puede subdividir en Calle, Ciudad, Provincia y CP. El atributo Nombre_Cliente se puede dividir en nombre, primer_apellido, segundo_apellidos</p> <ul style="list-style-type: none"> Pueden formar una jerarquía. <p>Por ejemplo, Calle aún se podría subdividir en tres atributos simples, Numero_calle, Nombre_calle, Piso, como se aprecia en la figura. El valor de un atributo compuesto es la concatenación de los valores de los atributos simples que lo constituyen.</p> 	<p>Atributo simple:</p> <ul style="list-style-type: none"> Es un <u>atributo no divisible</u>. <p>Los atributos compuestos son útiles para modelar situaciones en las que un usuario en ocasiones hace referencia al atributo compuesto como una unidad, pero otras veces se refiere específicamente a sus componentes. Si sólo se hace referencia al atributo compuesto como un todo, no hay necesidad de subdividirlo en sus atributos Componentes. Por ejemplo, si no hay necesidad de referirse a los componentes individuales de una dirección (CP, Calle, etc.), la dirección completa se <i>designa como</i> atributo simple.</p>
<p>Atributo monovalorado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tiene <u>un solo valor para una entidad</u> en particular. <p>Por ejemplo, EDAD es un atributo monovaluado de PERSONA.</p>	<p>Atributo multivalorado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Puede tener un <u>conjunto de valores para la misma entidad</u>. <p>Por ejemplo, un atributo TITULACIÓN para la entidad EMPLEADO es multivalorado porque un empleado puede tener más de una titulación.</p> <ul style="list-style-type: none"> Se representan con un doble círculo o una flecha. 
<p>Atributo elemental</p> <ul style="list-style-type: none"> Su valor <u>no se puede calcular en base a ningún otro atributo</u>. <p>Ej: Fecha de nacimiento</p>	<p>Atributo Derivado</p> <p>Su valor <u>puede ser determinado en base a valores de otros atributos</u>.</p> <p>Por ejemplo, el atributo Edad es un atributo derivado, ya que se puede determinar a partir de la fecha actual y el valor de Fecha de Nacimiento de esa persona. Se representa poniendo d y un número,</p>
<p>Atributo opcional</p> <ul style="list-style-type: none"> Su <u>valor puede ser desconocido</u>, es decir, puede tener o no valores. <p>Se representa con una línea discontinua -----</p>	

2.2.2 Conjunto de valores de los atributos (dominios).

Cada **atributo simple** de un tipo de entidad se **asocia con un conjunto de valores que pueden ser asignados a ese atributo** para cada ocurrencia individual.

Por ejemplo, el atributo edad del empleado puede tomara valores entre 18 y 70 años o que el atributo nombre contenga valores con caracteres alfabéticos.

El **modelo Entidad-Relación no representa los dominios**.

2.3 Relación

- Es **una asociación entre dos o más tipos de entidades**.
- **Se representan por un rombo etiquetado** con el nombre de la relación.
- Se identifica con **un verbo** que unen las entidades en la descripción lingüística de los datos; por ejemplo, VENDE para EMPLEADO y COCHE, IMPARTE para PROFESOR y ASIGNATURA, NACIDO-EN para PERSONA y CIUDAD, etc. Otras veces se pone el **nombre de las entidades**: PERSONA-CIUDAD

En la siguiente figura se muestra como representar la relación entre las entidades LIBRO y AUTOR de dos formas diferentes. Las relaciones se representan por un rombo etiquetado con el nombre de la relación.

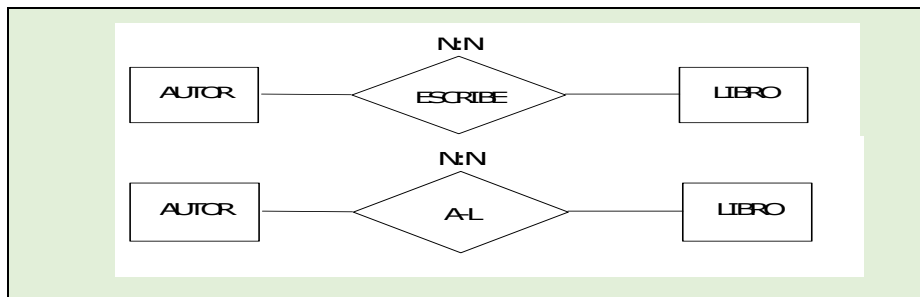


Fig 6. Ejemplo diferentes formas de expresar las relaciones entre entidades

- El **papel o rol** es la **función que cada tipo de entidad realiza en el tipo de relación**. Se representa con su nombre sobre la línea que une el tipo de entidad con el tipo de relación. Muchas veces no se suele poner el rol en el diagrama cuando la relación se expresa con un verbo, en cambio si se utiliza los nombres de las relaciones se pone para aclarar la relacion. Un ejemplo:

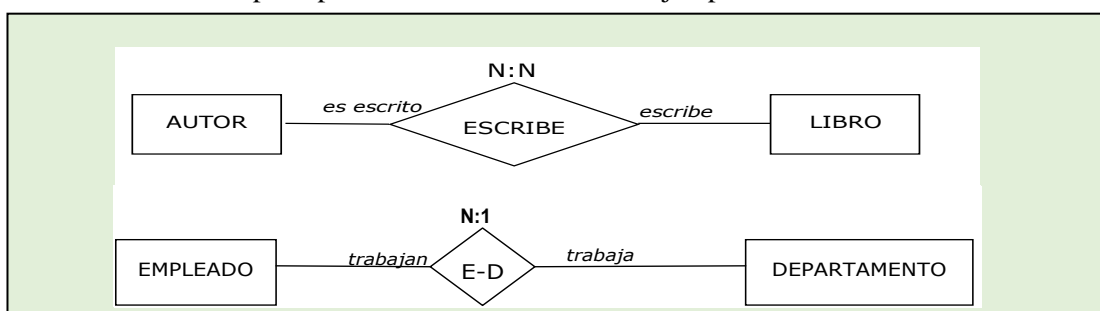


Fig 7. Ejemplo de rol de las entidades en la relación

- Se denominan **ocurrencias de relación** a **los datos que relacionan la ocurrencia de una entidad con cada una de las entidades restantes** que participan en la relación.

Por ejemplo, para la relación PERSONA NACIDA-EN CIUDAD, una ocurrencia podía ser Carlos nacido en Albacete en la fecha 16/08/96.

- El **grado** es **el número de tipos de entidades que participan en un tipo de relación**.
 - Una **relación es binaria o de grado 2** cuando **establece correspondencia entre dos entidades**. Son las más comunes. Ejemplo, figura anterior

- Se denomina **relación recursiva o reflexiva** a la relación binaria que **asocia ocurrencias de un mismo tipo de entidad**.

Por ejemplo, EQUIPO SE-ENFRENTA-A EQUIPO, EMPLEADO SUPERVISA EMPLEADO, etc. Ejemplo: Un trabajador es jefe de 0 a varios trabajadores

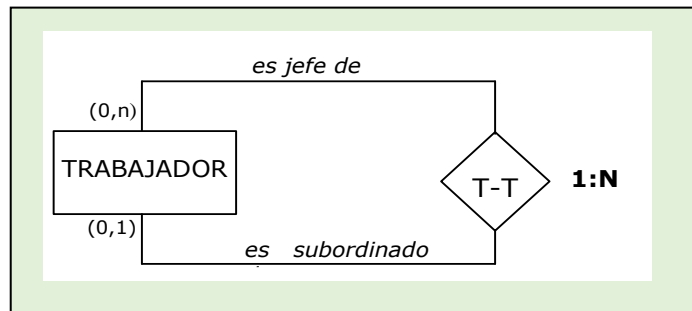


Fig 8: Ejemplo de relacion reflexiva

- Si en una **relación participan más de dos entidades se denomina n-aria**.

Un ejemplo de relación ternaria es Un PROFESOR EVALÚA A UN ALUMNO REALIZANDO EXAMENES.

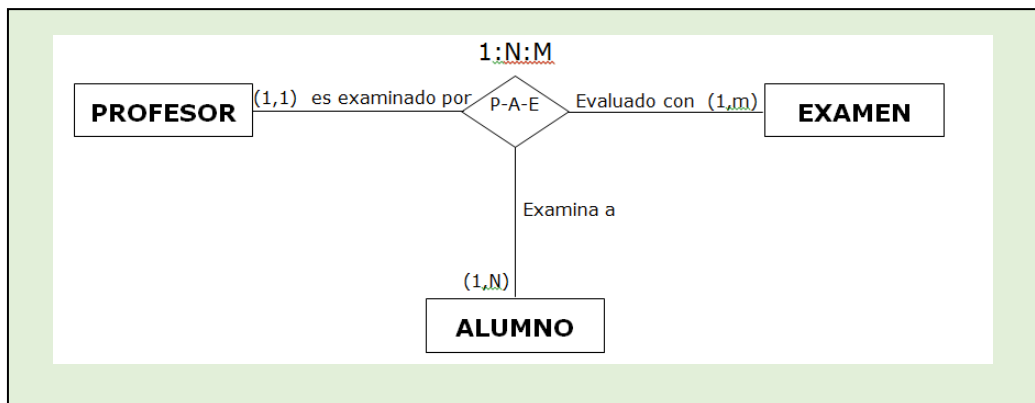


Fig 9: Ejemplo de relación ternaria

2.4 Clave.

Una **restricción importante** que impone el modelo de E/R es que **cada entidad debe tener un atributo o atributos que permita distinguirla** dentro del conjunto de entidades: Esto lo que se llama **CLAVE** y podemos distinguir los siguientes tipos:

Superclave

Conjunto de **uno o más atributos que, tomados colectivamente, permiten identificar de forma única** una entidad en el conjunto de entidades.

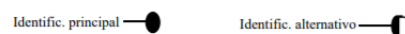
- ✓ Por ejemplo, el atributo DNI del conjunto de entidades Cliente es suficiente para distinguir una entidad cliente de las otras. Así, DNI es una superclave.
- ✓ Análogamente, la combinación de Nombre-Cliente y Dni es una superclave del conjunto de entidades cliente. el atributo NOMBRE-CLIENTE de cliente no es una superclave, porque varias personas podrían tener el mismo nombre.

El concepto de **una superclave no es suficiente** ya que, como se ha visto, **una superclave puede contener atributos innecesarios**. Si K es una superclave, entonces también lo es cualquier superconjunto de K.

Claves candidatas.

A menudo interesan las superclaves tales que los **subconjuntos propios de ellas no son superclave**. Tales **superclaves mínimas** se llaman **claves candidatas**.

- ✓ Ej: Los atributos dni y cod_cliente de una entidad cliente son claves candidatas.
- ⇒ Se usa el término **clave primaria** para denotar una **clave candidata que es elegida por el diseñador** de la base de datos como elemento principal para identificar las entidades dentro de un conjunto de entidades (por ejemplo cod_cliente).
- ⇒ El **resto de claves candidatas** se llaman **claves alternativas**. (ej: dni)



2.5 Cardinalidad

Es el **número máximo de ocurrencias** de un tipo de entidad que **pueden intervenir por cada ocurrencia del otro tipo de entidad** asociado.

Normalmente se habla de **cardinalidad entre dos entidades** de dos formas:

- ❑ **Simplificada:** en la cual se dice que el grado de cardinalidad es **1:1**; **1:N**; **N:1**; **M:N**.

Sean dos tipos de entidades A y B que tienen una relación R asociada, se dice R es una:

- **Relación binaria uno a uno** y se representa por **1:1**: si cada ocurrencia de A le corresponde como máximo una ocurrencia de B y viceversa.
- **Relación uno a muchos** y se representa por **1:N**: si cada ocurrencia de A le pueden corresponder varias de B, pero a cada ocurrencia de B le corresponde sólo una de A como máximo. Si la asociación se entiende de B a A sería **N:1**.
- **Relación binaria muchos a muchos** y se representa por **N:N** si a cada ocurrencia de A le pueden corresponder varias de B y viceversa.

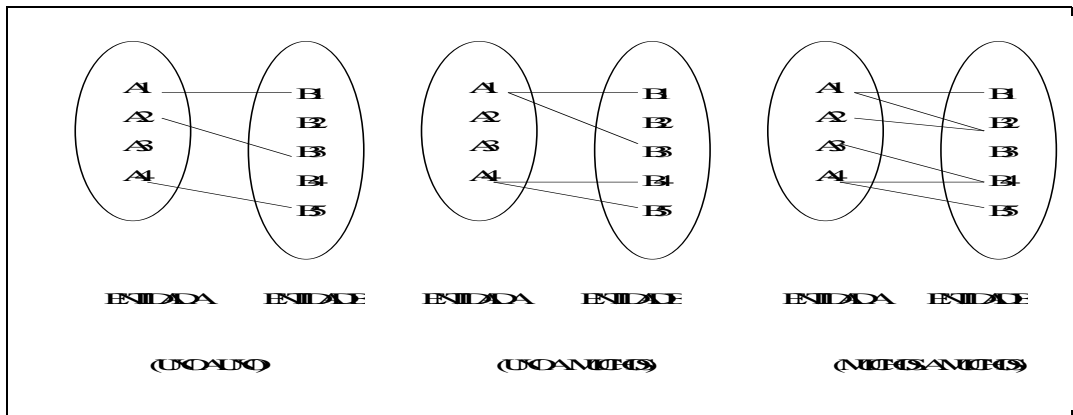


Fig. 10: Tipos de relaciones binarias

- ❑ **Detallada:** en la cual se especifica la **cardinalidad mínima y máxima** en los dos sentidos de la relación entre las entidades:
 - **Min_card (departamento, trabaja) =1:** Indica que en cada departamento trabaja como mínimo un empleado.
 - **Max_card (departamento, trabaja) =M:** Indica que en cada departamento trabaja como máximo N empleado.
 - **Min_card (Empleado, trabaja) =1:** Indica que cada empleado trabaja como mínimo en un departamento.
 - **Max_card (Empleado, trabaja) =1:** Indica que cada empleado trabaja como máximo en un departamento.

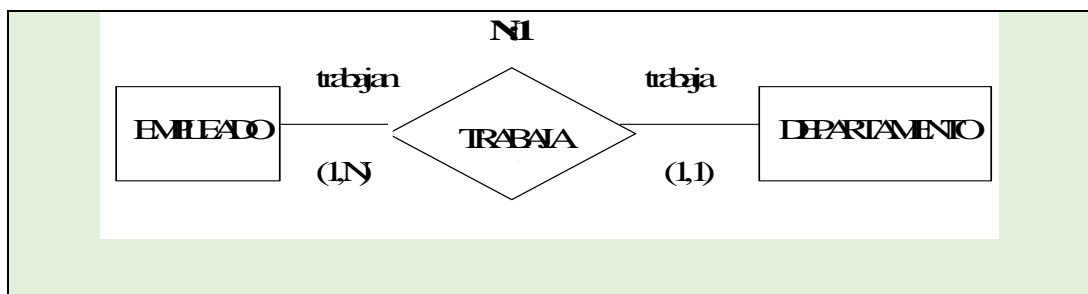


Fig. 11: Ejemplos de cardinalidad simplificada y detallada en una relación

2.6 Participación:

El concepto de **participación** está asociado a la **cardinalidad detallada** y puede ser participación **parcial o total**.

Parcial o opcional

- Cuando la **mínima cardinalidad** puede tomar un valor 0.
- Una entidad A tiene **participación opcional o parcial** en una relación R con otra entidad B, si pueden existir ocurrencias de A que no tengan correspondencia en B.

Total o obligatoria

- Cuando la **mínima cardinalidad** puede tomar un valor >0 .
- Una entidad A tiene un tipo de **participación obligatoria o total** en una relación R con otra entidad B, si a cada **ocurrencia de A le corresponde al menos una de B.**

Según la participación, las **relaciones binarias también se clasifican** en:

Obligatoria-obligatoria.

Todas las ocurrencias de cada entidad tienen correspondencia como mínimo una ocurrencia de la otra.

Por ejemplo, en la relación ALUMNO CURSA ASIGNATURA, todos los alumnos cursan al menos una asignatura, y cada asignatura es cursada por, al menos un alumno.

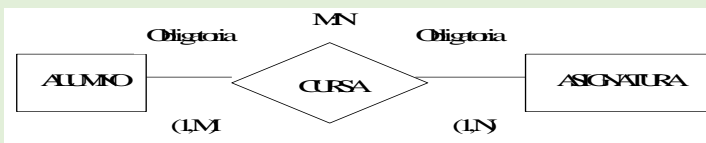


Fig. 12: Ejemplo de participación obligatoria-obligatoria

Obligatoria-opcional.

Cada ocurrencia de la primera entidad tiene asociada al menos una ocurrencia de la segunda; sin embargo, puede haber ocurrencias de la segunda entidad que no tengan asociadas ninguna en la primera entidad.

Por ejemplo, en la relación CLIENTE OCUPA HABITACIÓN, suponiendo que sólo interesan los clientes alojados en el hotel y que todos los clientes ocupan una habitación, pero puede haber habitaciones vacías y, por tanto, no ocupadas por ningún cliente.

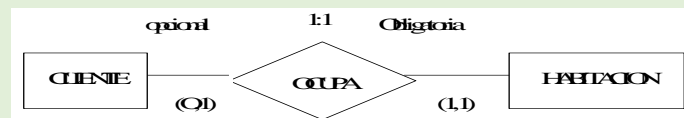


Fig. 13: Ejemplo de participación obligatoria-opcional

Opcional-opcional.

Alguna ocurrencia de ambas entidades puede no tener correspondencia con ninguna ocurrencia de la otra entidad.

Por ejemplo, en la relación LECTOR SACA-PRESTADO LIBRO, un lector socio de una biblioteca puede no haber sacado nunca un libro prestado y también es posible que ciertos libros nunca hayan sido prestados a lectores.



Fig. 14: Ejemplo de participación opcional-opcional

2.7 Atributos de las relaciones.

Las relaciones pueden tener atributos igual que si fueran entidades. Aportan información a la relación entre dos o más tipos de entidades.

Por ejemplo para registrar la clasificación que ha obtenido un tenista en un torneo.

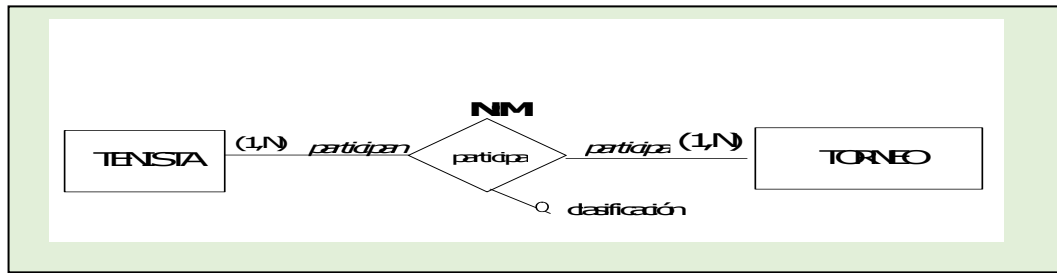


Fig. 15: Ejemplo de atributo en las relaciones

2.8 Dependencia por existencia y dependencia por identificación

- Sea dos tipos de entidades: X e Y. Un tipo de **entidad X depende por existencia de Y**, si para que exista X es necesaria la existencia previa de Y.
 - Si X es la que depende por existencia de Y, y se borra X, Y sigue existiendo.
 - Si X es la que depende por existencia de Y, si eliminamos Y automáticamente queda eliminada X.
- Si hay una dependencia por existencia existe una entidad dominante y una entidad débil.
- ❑ **ENTIDAD SUBORDINADA o DÉBIL** aquella entidad cuya **existencia depende de la existencia de otra entidad**.
 - ❑ **ENTIDAD DOMINANTE o FUERTE**: aquella **entidad de la cual depende la subordinada**.
- **Una dependencia de identificación** se produce cuando **una entidad no puede identificarse solo por sus atributos sino también por sus relaciones con otra entidad**. Una dependencia de identificación implica una dependencia por existencia pero no al contrario

Tipo de entidad **CINE** que representa el conjunto de cines de una ciudad en los que se proyecta películas. La clave es el atributo Ncine

Tipo de entidad **SALA** que representa las salas de proyección de los cines.

SALA tiene una dependencia de identificación respecto a la entidad CINE pues no existirá ni se podrá identificar si no se conoce el cine a la que pertenece.

Tipo de entidad **TRABAJADOR** que representa el conjunto de empleados de una entidad Empresa. La clave es el atributo NEmpleado

Tipo de entidad **FAMILIAR** que representa el conjunto de familiares que tiene un empleado de esa empresa.

FAMILIAR una dependencia de existencia pero no de identificación respecto a la entidad TRABAJADOR pues no existirá si no se conoce el trabajador del cual es familia pero tiene un atributo clave DNI que identifica a cada ocurrencia de la entidad FAMILIAR.

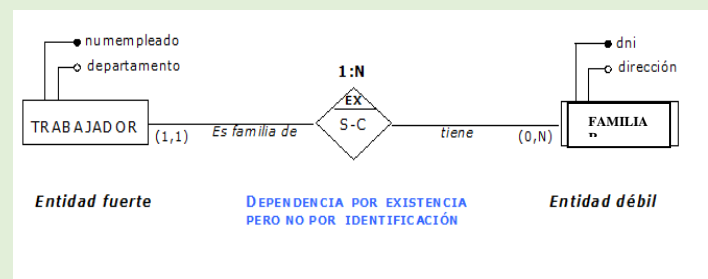
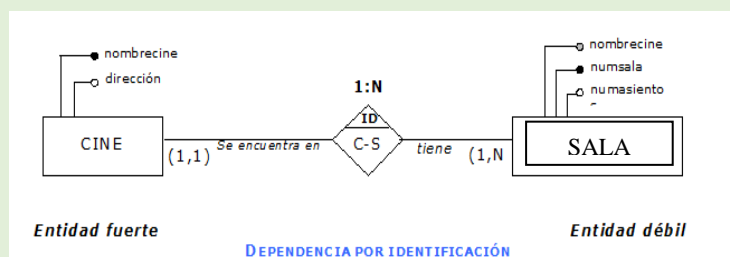


Fig. 16: Ejemplos de dependencia por existencia y por identificación

En los diagramas ER, los tipos de **entidades débiles se identifican con una línea doble** y la correspondiente relación de identificación, según el autor, se distinguen rodeando también los rombos con líneas dobles o con línea simple y distinguiendo en el rombo el tipo de dependencia.

El atributo de clave parcial se subraya o bien con una línea punteada o interrumpida, o bien se incluye en la entidad débil la clave de la entidad fuerte.

Nota: Unos autores solo reflejan en el diagrama E/R las entidades débiles cuando es la dependencia por identificación, como hemos explicado anteriormente, pero otros marcan las entidades débiles tanto si se producen por existencia como por identificación, y es en la relación donde reflejan si es por existencia (EX) o por Identificación (ID)

Ejemplo:

- ❑ Tipo de entidad PRÉSTAMO que representa el conjunto de préstamos de un banco
- ❑ Tipo de entidad PAGOS que representa los pagos que se realizan de los préstamos. PAGOS tiene una **dependencia de identificación** respecto a la entidad PRESTAMO pues no existirá ni se podrá identificar si no se conoce el préstamo a que pertenece.

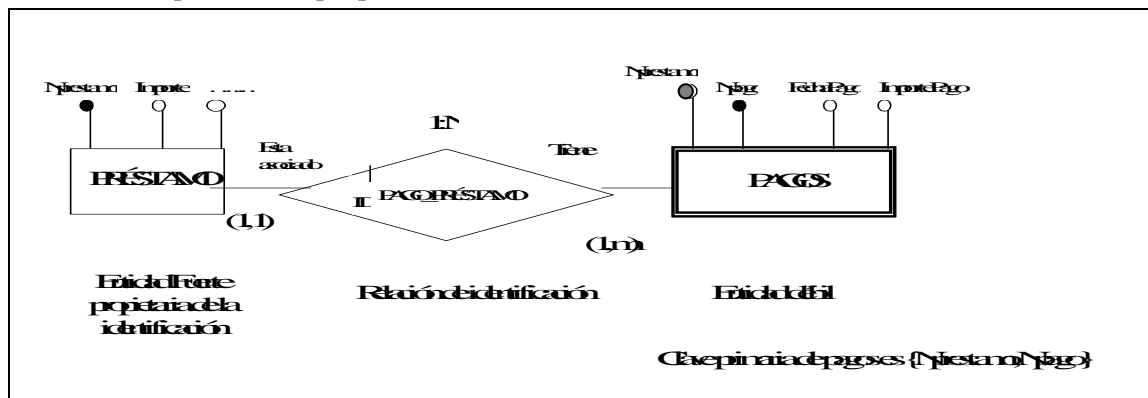


Fig. 17: Ejemplo de entidad débil y dependencias de identificación

3. MODELO E/R EXTENDIDO

Aunque los conceptos de E/R pueden modelar la mayoría de las características de las bases de datos, algunos aspectos de una base de datos pueden ser más adecuadamente expresados mediante ciertas extensiones del modelo E/R básico.

El **modelo E/R extendido** permite representar las relaciones jerárquicas existente entre los tipos de entidad de los problemas del mundo real

La **jerarquía de generalización/especialización** es un caso especial de interrelación entre varios tipos de entidad “**subtipos**” e un tipo más xeneral “**supertipo**” que ten **características comunes a todos os subtipos**.

La **interrelación que se establece entre los subtipos y el supertipo** corresponde a la noción de **ES-UN**. (ya que se dice que "una secretaria es un empleado", "un técnico es un empleado").

Una ocurrencia de un subtipo representa la misma entidad del mundo real que la del supertipo.

Por exemplo o tipo de entidade PERSOAL (referente a un instituto) podería dividirse en Persoal DOCENTE ou Persoal NON DOCENTE. Un EMPLEADO se puede desglosar según el tipo de función que desempeñan: SECRETARIA, INGENIERO, TECNICO. Un EMPLEADO según el tipo de contrato en ASALARIADO O SUBCONTRATADO

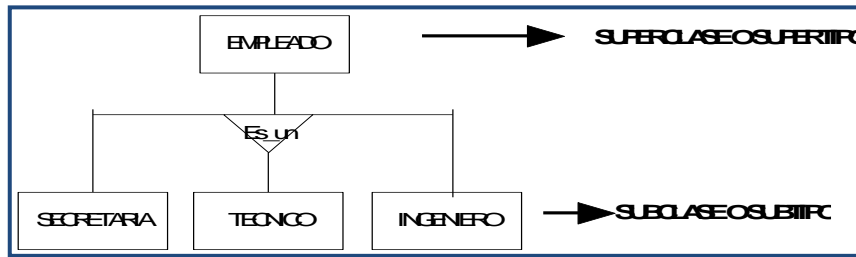


Fig.18: Ejemplo de supertipo y subtipo

3.1 Herencia de atributos en las relaciones es_un/a.

- Una entidad miembro de un subtipo hereda todos los atributos de la entidad como miembro supertipo.
- También hereda todas las ocurrencias de relación de los tipos de relaciones en la que el supertipo participa.
- Los atributos comunes a todos los subtipos (incluidos los identificadores) se asignan al supertipo, mientras que los atributos específicos se asocian al subtipo al cual pertenecen. Del mismo modo, las interrelaciones que afectan a todos los subtipos se asocian al supertipo, dejándose para los subtipos las interrelaciones específicas en las que sólo participa el correspondiente subtipo

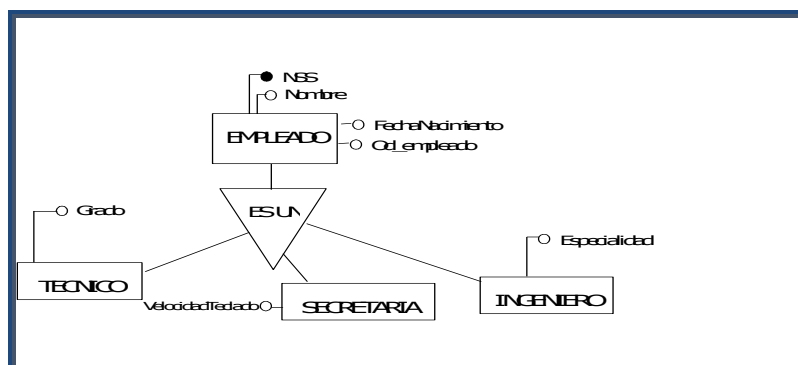


Fig.19: Ejemplo de herencia en la relaciones ES/UN

Ej: La subclase secretaria aparte de su atributo propio (VelocTeclado) hereda los atributos de Empleado (NSS, Nombre, Fecha_Nac).

3.2 Especialización y generalización

La aparición de estas jerarquías en el modelado de bases de datos puede surgir de dos formas diferentes:

- Primero identificamos el supertipo y a partir de aquí, llegamos a los subtipos estamos hablando de una **ESPECIALIZACIÓN**
- Por el contrario, si identificamos los subtipos y a partir de aquí, al supertipo, se trata de una **GENERALIZACIÓN**.

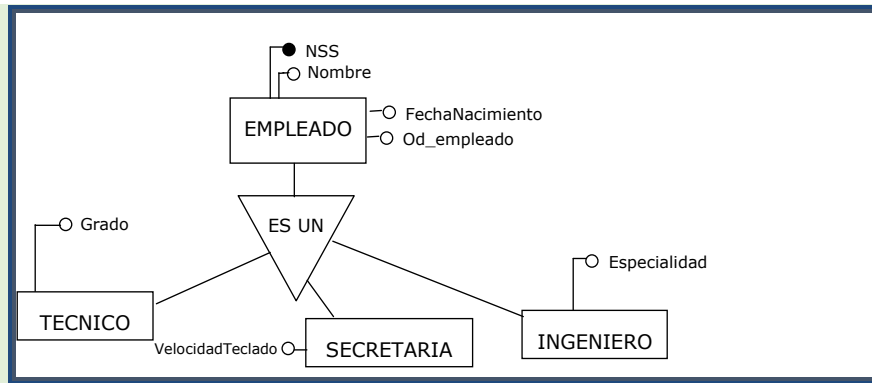


Fig.20: Ejemplo de especialización

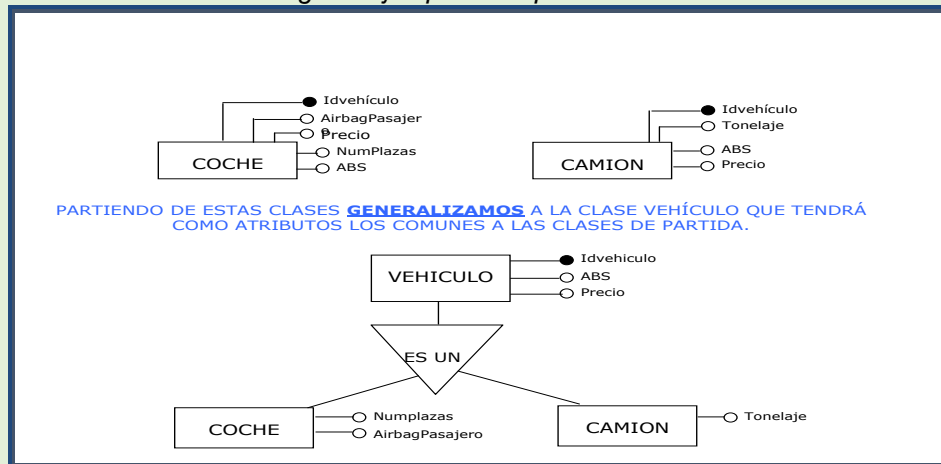


Fig.21: Ejemplo de generalización

La **generalización y la especialización son procesos inversos que son usados para llegar al mismo punto final.**

Por ejemplo, podemos ver {COCHE,CAMION} como una especialización de vehículo en vez de ver a VEHICULO como una generalización de COCHE Y CAMION. De manera similar podemos ver a EMPLEADO como una generalización de SECRETARIA, TECNICO E INGENIERO.

Puede ocurrir que se formen, por generalización y/o especialización, **jerarquías a más de un nivel** donde un subtipo es, a su vez, supertipo de otros, como ocurre en la figura siguiente, donde se puede observar una jerarquía a dos niveles donde uno de ellos se ha obtenido por generalización de profesor y estudiante en persona, y el otro nivel por especialización de profesor en numerario y no numerario.



Fig 22: Ejemplo de jerarquía de generalización/especialización a dos niveles.

3.3 Restricciones en la especialización/generalización

Un **primer tipo de restricciones** que se puede aplicar a la especialización o la generalización **implica determinar qué entidades pueden ser miembros de un subtipo**:

- En algunas especializaciones o generalizaciones **se puede determinar exactamente que entidades podrán ser miembros de la subclase**, situando una condición en el valor de algún atributo de la superclase. Tales subclases se llaman **definidas** por predicado o **definidas por condición**.

Ejemplo, en el tipo de entidad EMPLEADO, existe un atributo llamado tipo de función y la especialización se realiza en base al contenido de dicho atributo, es decir la condición de miembro en la subclase ingeniero es a través de la condición tipo de función = 'Ingeniero'.

- Si las subclases en una especialización o generalización tienen la condición sobre el mismo atributo de la superclase, la especialización o la generalización es **definida por atributo**
- Cuando **no existe condición para determinar la pertenencia a las subclases**, la subclase se llama **definida por el usuario**.

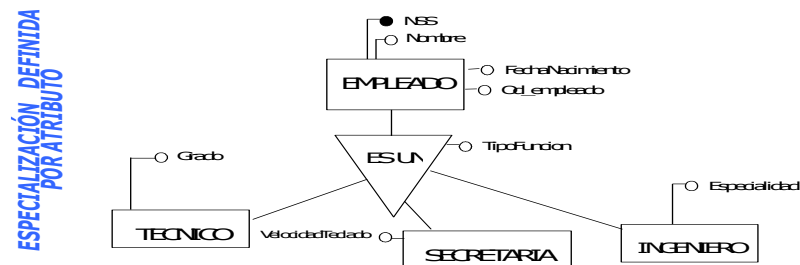


Fig 23: Ejemplo de especialización definida por atributo

Un **segundo tipo de restricciones** que se puede aplicar a la especialización o la generalización se define según **si las entidades pueden pertenecer a más de un subtipo** en la especialización o en la generalización. Los subtipos pueden ser:

- **Exclusivas o disjuntas**. La restricción de conjuntos disjuntos implica que los subtipos de la especialización o la generalización deben ser disjuntos, es decir que una **entidad puede ser miembro de un único subtipo de la especialización o la generalización**.
- **Solapadas o superpuestas**: Si los subtipos no son disjuntos, se solapan, es decir **la misma entidad puede ser miembro de más de un subtipo de la especialización**.

El **último tipo de restricciones**, llamada de completitud que se puede aplicar a la especialización o la generalización especifica si **cada entidad de la superclase puede o no pertenecer al menos a una subclase** de la especialización o generalización. La restricción de completitud pueden ser total o parcial.

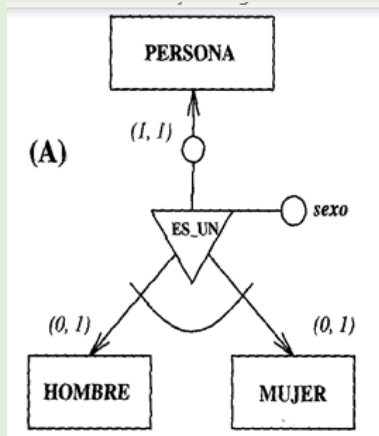
- **Total**: Especifica que **una entidad en el supertipo debe ser un miembro de algún subtipo** en la especialización o en la generalización. Ej. un empleado o es asalariado o es subcontratado.
- **Parcial**: Si existe **alguna entidad en supertipo que no corresponde a ningún miembro de algún subtipo**. Una especialización o generalización parcial describe un conocimiento incompleto del problema.

Por tanto, **hay cuatro tipos de restricciones** de la especialización o en la generalización:

- Disiunta (o exclusiva), parcial**
- Disjunta (o exclusiva), total**
- Solapada, parcial**
- Solapada, total**

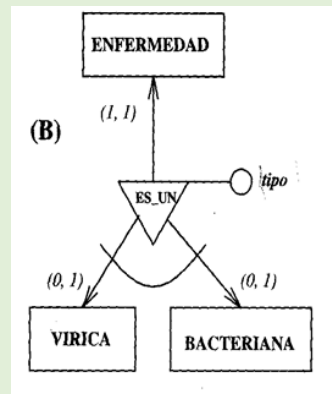
EXCLUSIVA Y TOTAL

Consideremos el tipo de entidad **PERSONA** (Fig. A), la cual puede ser especializada en dos subclases: **HOMBRE** y **MUJER** de forma total y sin solapamiento. Una entidad Persona podrá pertenecer a la subclase Hombre o a la subclase Mujer necesariamente; es decir, no existirá: una entidad Persona que no sea de alguna de estas dos subclases y además de forma exclusiva, por lo que una entidad pertenecerá a una y sólo a una de estas subclases.



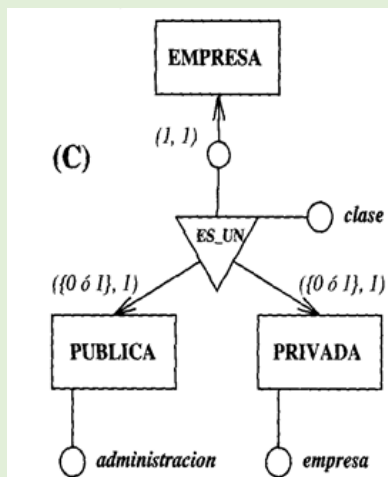
EXCLUSIVA Y PARCIAL

En la figura B se muestra un ejemplo de especialización parcial exclusiva. En este caso se ha considerado un tipo de entidad **ENFERMEDAD** que puede ser especializada en dos subclases **VÍRICA** y **BACTERIANA**. Se consideran un conjunto de entidades Enfermedad las cuales pertenecerán bien a alguno de las subclases consideradas Vírica o Bacteriana, pero que además existirán entidades Enfermedad las cuales no puedan ser clasificadas en ninguno de estos subtipos debido, posiblemente, al desconocimiento del valor del atributo utilizado como condición



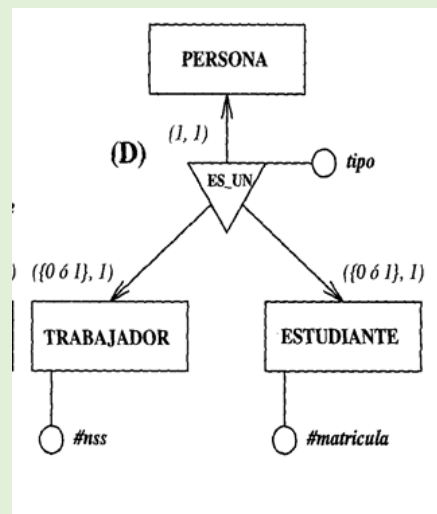
SOLAPADA Y TOTAL

Por otro lado, el ejemplo de la Figura C representa un refinamiento total con solapamiento en el que un tipo de entidad **EMPRESA** se ha refinado en dos subclases **PÚBLICA** y **PRIVADA**. Se está representando el hecho de que podrán existir en el dominio del problema entidades que puedan ser consideradas tanto del tipo Pública como Privada, o bien de ambos tipos al mismo tiempo y, además el hecho de que no podrán existir entidades que no puedan ser especializadas en alguno de estas dos subclases.



SOLAPADA Y PARCIAL

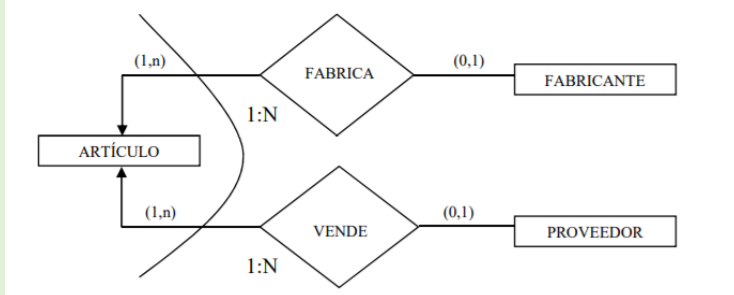
El problema representado en la Figura D es diferente. En este caso se ha representado a un tipo de entidad **PERSONA** que puede ser refinado en dos subclases **TRABAJADOR** y **ESTUDIANTE** de forma parcial con solapamiento. Este ejemplo representa que una entidad Persona puede ser del tipo Trabajador y/o del tipo Estudiante y que además pueden existir entidades Personas que no puedan clasificarse en ninguno de estas dos subclases.



4. Restricciones sobre interrelaciones

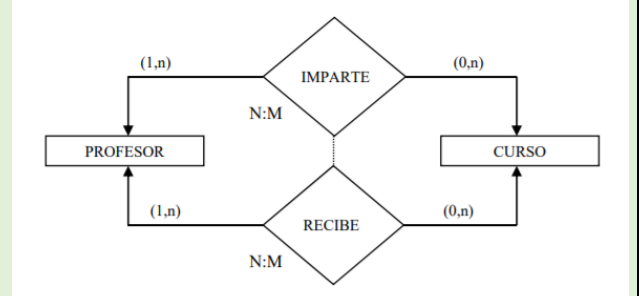
Restricción de exclusividad

Dos tipos de interrelación entre los mismos dos tipos de entidad son exclusivas si un ejemplar del primer tipo de entidad y otro ejemplar del segundo tipo de entidad sólo pueden estar relacionados por uno de las dos tipos de interrelación, nunca por ambos simultáneamente.



Restricción de exclusión

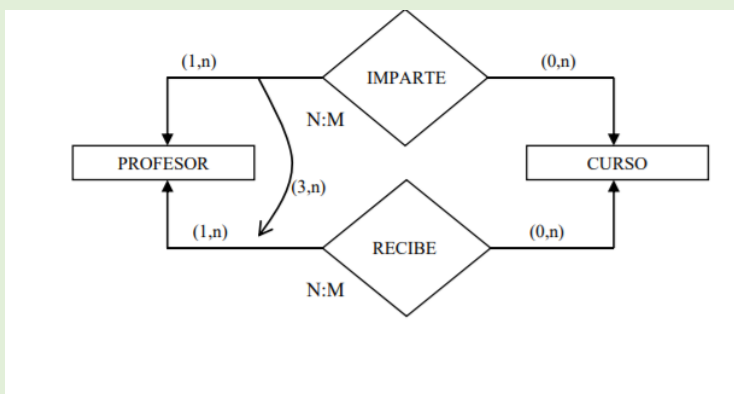
Dos tipos de interrelación que implican a un mismo tipo de entidad participan de una restricción de exclusividad si los ejemplares de ese tipo de entidad pueden participar de uno u otro tipo de interrelación, pero no de ambos.



Se permite a un profesor matricularse en cursos aunque él, a su vez, esté impartiendo otros cursos. En este caso la restricción que debemos imponer es que un profesor no esté impartiendo y recibiendo el mismo curso. Es decir, que todo ejemplar de profesor que esté unido a un ejemplar de curso mediante la interrelación imparte, no podrá estar unido al mismo ejemplar de curso mediante la interrelación recibe.

Restricción de inclusividad

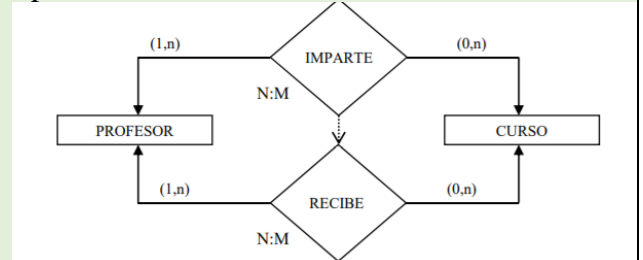
Son dos tipos de interrelación que implican a un mismo tipo de entidad, en los que las entidades tienen que haber participado de un tipo de interrelación con una cardinalidad determinada para poder participar del otro.



En este ejemplo se representa que si un profesor participa en Imparte tiene que participar necesariamente en Recibe. La cardinalidad sobre la flecha de inclusividad, (3,n), indica el número mínimo y máximo de cursos que tiene que recibir un determinado profesor para que se le permita impartir cursos.

Restricción de inclusión

Son aquellas que se establecen entre los mismos dos tipos de entidad y que restringen una interrelación entre dos entidades de cada uno de los tipos de entidad a la vinculación de esas dos mismas entidades a través del otro tipo de interrelación.



Si un profesor imparte un curso es porque previamente ha tenido que recibir dicho curso. Todo ejemplar de profesor que esté unido a un ejemplar de curso mediante la interrelación imparte, tiene necesariamente que estar unido al mismo ejemplar de curso mediante la interrelación recibe.

5. Interrelaciones redundantes

Se dice que una **interrelación es redundante** cuando **su eliminación no implica pérdida de semántica** porque existe la posibilidad de realizar la misma asociación de ejemplares por medio de otras interrelaciones. Es condición necesaria, aunque no suficiente, para que una interrelación sea redundante que **forme parte de un ciclo**, por lo que hay que estudiar detenidamente los ciclos en el diagrama E/R.

- En la siguiente figura se da un ciclo entre PROFESOR, CURSO y DEPARTAMENTO, por lo que en principio es posible que aparezca alguna interrelación **redundante**.

❖ Supongamos que un profesor sólo puede impartir cursos de doctorado que están adscritos al departamento al que él pertenece:

En este caso, si se conocen los cursos de doctorado que imparte un profesor y el departamento al que está adscrito cada curso, se deduce inmediatamente a qué departamento pertenece dicho profesor; de forma análoga, dado un departamento, si sabemos qué cursos de doctorado tiene adscritos y los profesores que imparten dichos cursos, conoceremos qué profesores pertenecen a dicho departamento, por lo que la interrelación **PERTENECE** entre las entidades PROFESOR y DEPARTAMENTO es **redundante**, su eliminación no produce pérdida de información.

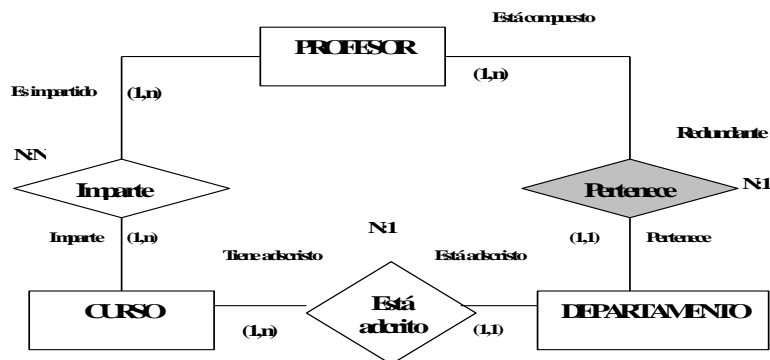


Fig. 24: Ciclo en el que aparece una interrelación redundante

- En la siguiente figura a pesar de que también existe un ciclo, **no hay ninguna interrelación redundante**.

❖ En este ejemplo la semántica es distinta y *un departamento puede no tener adscritos cursos de doctorado; además un mismo curso puede estar adscrito a distintos departamentos y puede haber profesores que no impartan ningún curso*.

La interrelación **PERTENECE** no puede deducirse en este caso de las otras dos, ya que aunque sepamos los cursos los departamentos a los que están adscritos dichos cursos, no podemos saber a qué departamento en concreto pertenece dicho profesor; tampoco se tiene esta información para los profesores que no imparten ningún curso.

La interrelación **IMPARTE** tampoco es redundante, ya que un curso de doctorado puede ser impartido por diversos departamentos a cada uno de los cuales pertenecen varios profesores, por lo que no se puede saber qué profesor en concreto imparte un determinado curso.

Por último, la interrelación **ESTA ADSCRITO** tampoco es redundante, ya que un curso impartido por un profesor no tiene por qué estar necesariamente adscrito al departamento al que ha impartido un profesor y pertenece dicho profesor: hay departamentos que no tienen cursos adscritos y los profesores de estos departamentos pueden colaborar en cursos adscritos a otros departamentos distintos del suyo.

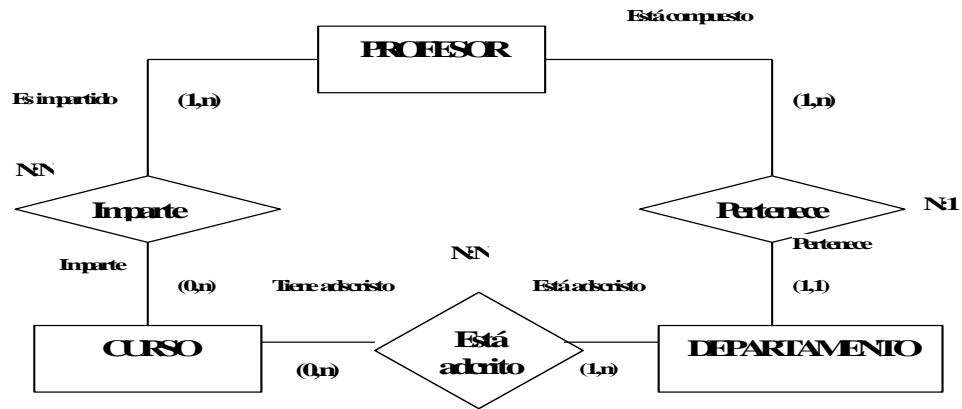


Fig. 25: Ciclo en el que no aparece una interrelación redundante

- Existen otros casos en los que la **interrelación**, a pesar de poder ser deducida a partir de otras presentes en el esquema, *no se puede eliminar porque posee atributos*.

6. Interrelaciones de grado superior a 2

Cuando se presenta un tipo de interrelación de grado n ($n > 2$), es preciso analizar si es propiamente de tal grado, ya que a veces es posible su descomposición en otras de menor grado; mientras que, otras veces, no es posible tal descomposición, ya que la semántica recogida en una y otra solución no es la misma.

Por ejemplo, en el esquema de la siguiente figura, podemos observar que la información almacenada en la interrelación **IMPARTE**, que asocia tres entidades **PROFESOR**, **ASIGNATURA** Y **CURSO**, se refiere a que un profesor imparte una asignatura o varias asignaturas al mismo curso o diferente curso y que una asignatura de un curso puede ser impartida por más de un profesor. En esta interrelación terciaria, por tanto, se incluye un ejemplar de relación (P,A,C) siempre que el profesor P imparte la asignatura A al curso C .

Tal como hemos definido las cardinalidades, en una interrelación de grado 3 la cardinalidad de una de las entidades (E_1) con respecto a las otras dos (E_2 y E_3) es el número mínimo y máximo de ejemplares de E_1 que están vinculados con uno de E_2 y de E_3 ya vinculados en la interrelación.

Si sustituimos esta interrelación por las tres **IMPARTE**, **DA CLASE** y **ENTRA**, de ellas **no se puede deducir las asignaturas que trata un profesor en un curso determinado**, aunque sepamos los cursos que da clase ese profesor, qué asignaturas entran en esos cursos y cuales son las asignaturas que imparte ese profesor. Por tanto, no es posible la descomposición de esta interrelación de grado 3 en tres de grado 2 sin pérdida de semántica.

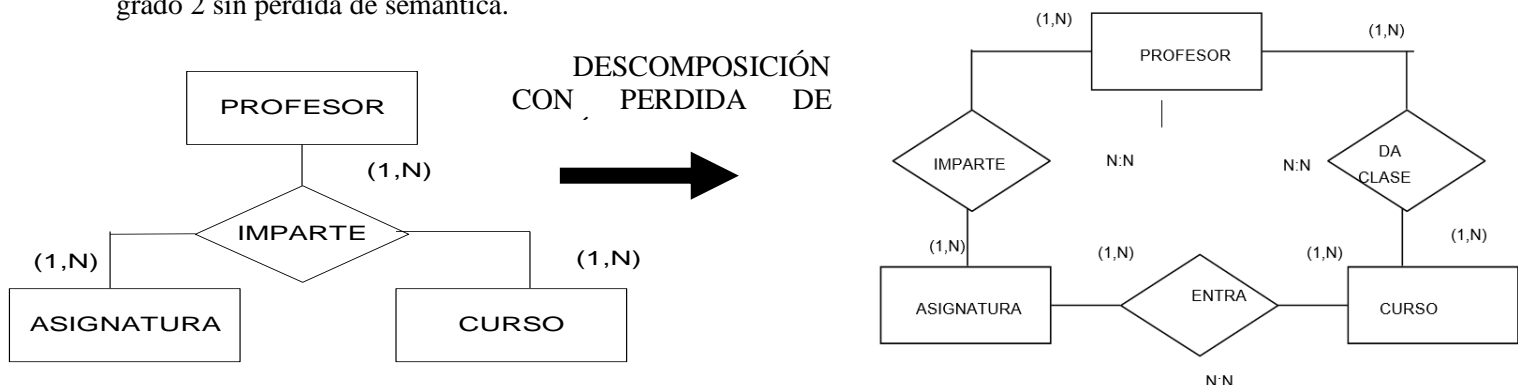


Fig 20: Ejemplo de un tipo de interrelación de grado 3 que no puede ser descompuesta con pérdida de semántica

- **Cardinalidad mínima (PROFESOR, IMPARTE)= (1)** ya que una asignatura de un curso puede ser impartida como mínimo por un profesor.
- **Cardinalidad máxima (PROFESOR, IMPARTE)= (N)** ya que una asignatura de un curso puede ser impartida como máximo por varios profesores.
- **Cardinalidad mínima (ASIGNATURA, IMPARTE)= (1)** ya que un profesor a un curso le imparte como mínimo una asignatura.
- **Cardinalidad máxima (ASIGNATURA, IMPARTE)= (N)** ya que un profesor a un curso le imparte como máximo varias asignaturas.
- **Cardinalidad mínima (CURSO, IMPARTE)= (1)** ya que una asignatura impartida por un profesor puede darse como mínimo en un curso
- **Cardinalidad máxima (CURSO, IMPARTE)= (N)** ya que una asignatura impartida por un profesor puede darse como máximo en varios cursos.

Si ahora ponemos las siguientes restricciones al problema anterior:

- Una asignatura solo se imparte en un curso
- Que una asignatura de un curso solo puede ser impartida por un profesor

La relación ternaria puede ser descompuesta en tres binarias sin pérdida de semántica:

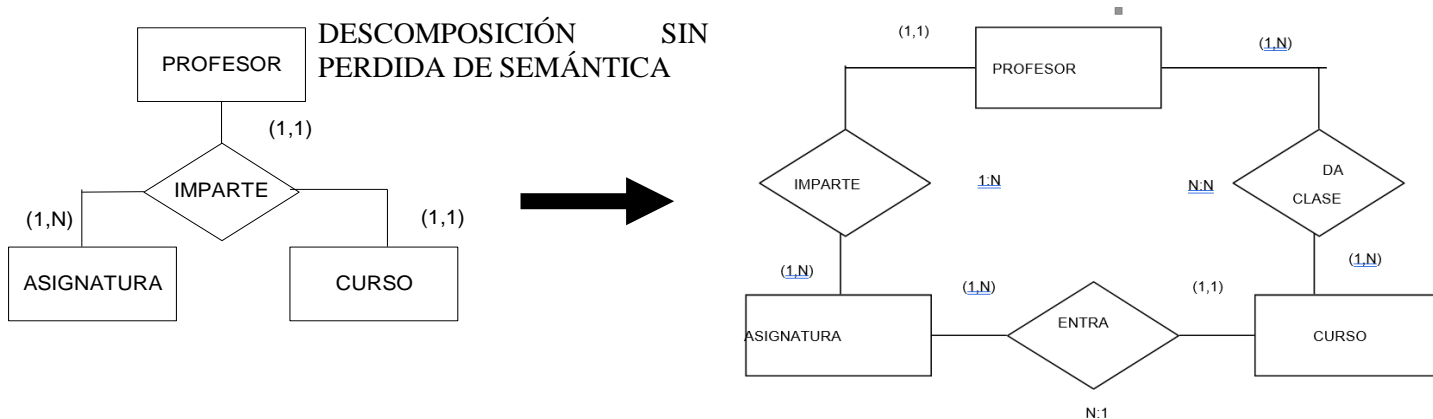


Fig 21: Ejemplo de un tipo de interrelación de grado 3 que puede ser descompuesta sin pérdida de semántica

¿En la descomposición binaria, la relación DA_CLASE es redundante?

Respuesta: la relación DA_CLASE es redundante, por que si sabemos las asignaturas que da un profesor y las asignaturas que se imparten en un curso, podemos saber que asignaturas le da a cada curso cada profesor.

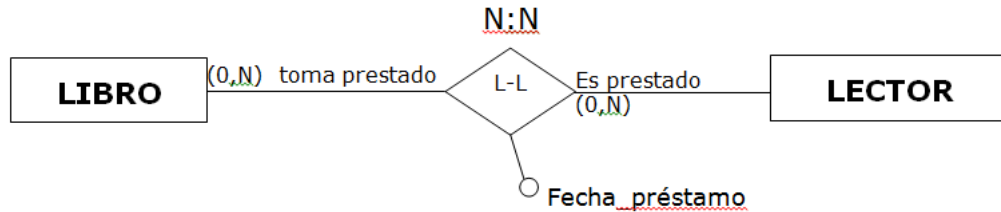
7. Dimensión temporal

Es necesario establecer un método semántico y gráfico que recoja de alguna manera, en el esquema conceptual el transcurso del tiempo y su influencia en la manera que cambian los datos.

El modo más simple de hacerlo son los atributos de tipo asociados a alguna de las entidades o relaciones:

- o Para sucesos instantáneos, es decir, sin duración, bastará con un **único atributo de este tipo**.
- o Para poder almacenar hechos que transcurren en un intervalo de tiempo determinado necesitaremos una fecha de inicio (fecha_inicio) y otra de fin (fecha_fin).
- o En las **bases de datos históricas**, en las que una interrelación entre dos ejemplares concretos puede repetirse en el tiempo, el atributo **fecha será multivaluado**.

Por ejemplo: si únicamente **nos interesa el estado actual de la información** para almacenar los préstamos de una biblioteca haríamos



En cambio, si queremos **almacenar información histórica**, con la posibilidad de varios préstamos del mismo ejemplar al mismo lector, deberíamos representarlo:

