

ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

MÓDULO PROFESIONAL:
Sistemas Gestores de Bases de Datos

UNIDAD DE TRABAJO 4:
Diseño de Bases de datos relacionales

UT4: Diseño de BBDD relacionales

- 4.1 Presentación del modelo Entidad- Relacion
- 4.2 Elementos del Modelo
 - 4.2.1 Entidad
 - 4.2.2 Relación o Interrelación
 - 4.2.3 Atributos y claves
- 4.3 Elementos de un tipo de interrelación
- 4.4 Cardinalidad de un tipo de entidad
- 4.5 Atributos de las interrelaciones
- 4.6 Dependencia en existencia y en identificación
- 4.7 Control de redundancia.
 - 2.7.1 atributos derivados o calculados
 - 2.7.2 interrelaciones redundantes
- 4.8 Interrelaciones de grado superior a dos.
- 4.9 Relaciones exclusivas
- 4.10 Generalización y herencia
- 4.11 El Modelo entidad-relación y el modelo relacional.
- 4.12 Normalización
 - 4.12.1 Dependencias funcionales
 - 4.12.2 Reglas de normalización
 - 4.12.3 Primera forma normal (1NF)
 - 4.12.4 Segunda forma normal (2NF)
 - 4.12.5 Tercera forma normal (3NF)
 - 4.12.6 Forma normal de Boyce_Codd

4.1. PRESENTACIÓN DEL MODELO E/R_____

En esta unidad analizaremos, el modelo Entidad / Interrelación (ME/R), uno de los modelos conceptuales más extendidos en las metodologías de diseño de BD

El ME/R permite al diseñador concebir la BD a un nivel superior de abstracción, aislándolo de consideraciones relativas a la máquina (nivel lógico y físico) y al usuario (nivel externo), y centrándose en la información que desempeña un papel fundamental.

El modelo, como su nombre indica se basa en dos conceptos: **ENTIDAD** e **INTERRELACIÓN** (usamos este término para distinguirlo de la relación del modelo relacional que veremos más adelante). Para CHEN

- entidad: es *“una cosa que se puede identificar claramente”* y
- *“una interrelación una vinculación entre entidades”*

4.2 ELEMENTOS DEL MODELO _____

En el modelo E/R tal y como fue propuesto por Chen, se distinguen los siguientes elementos:

- Entidad
- Relación
- Atributo y claves
- Dominio

4.2.1. ENTIDAD

Se define la **entidad** como cualquier objeto (real o abstracto) que existe en la realidad y sobre el cual queremos almacenar la información en la BD.

El resultado de la clasificación de las identidades dará lugar al el **tipo de identidad** (identidades similares con propiedades comunes), mientras que la entidad sería cada uno de los ejemplares del tipo de identidad.

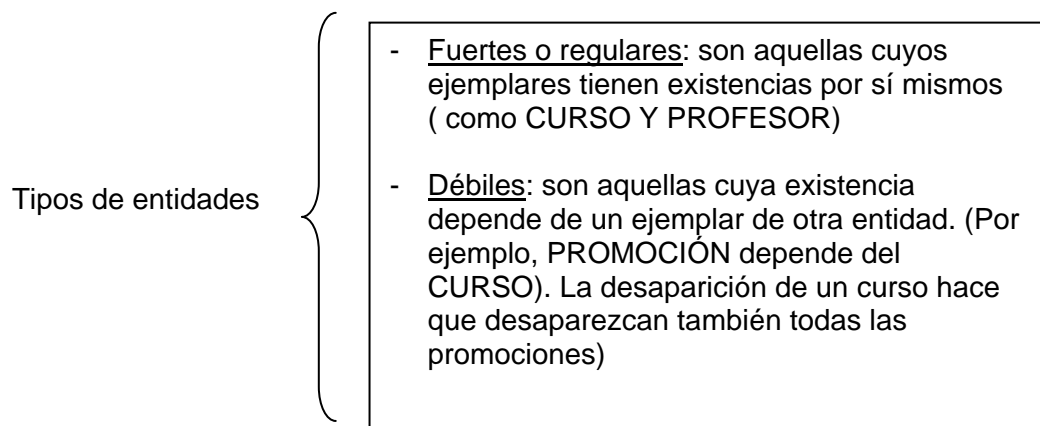
Por ejemplo, CURSO es un tipo de identidad que describe las características comunes de un conjunto de cursos. Un ejemplar del tipo de entidad CURSO sería Por ejemplo, ASI.

Cuando por el contexto se sobreentiende que nos estamos refiriendo a un tipo de entidad, se simplifica la expresión y se utiliza únicamente entidad.

La representación gráfica de la entidad es mediante un rectángulo etiquetado con el nombre del tipo de la entidad.

CURSO

PROFESOR



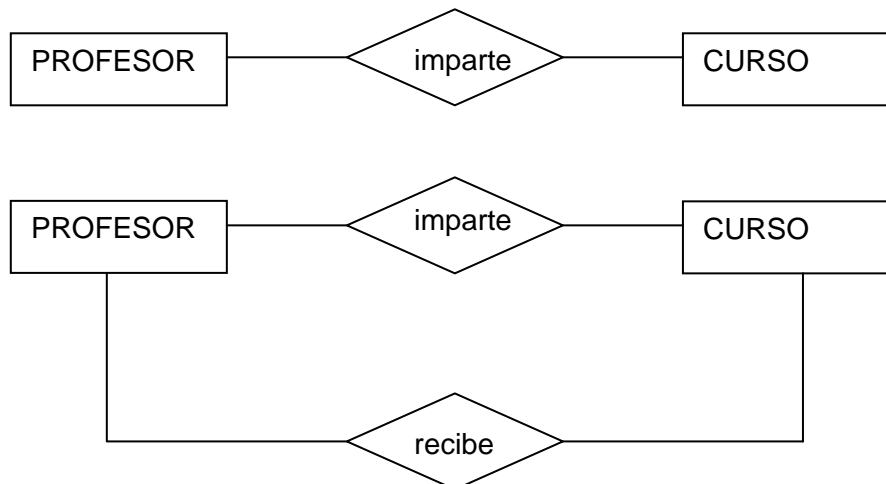
La representación gráfica de una entidad débil son dos rectángulos concéntricos:



4.2.2. RELACION

Es una manera de representar las asociaciones entre los objetos, como aquí los objetos los representamos por entidades, será *la asociación, vinculación o correspondencia entre entidades*.

Se representa mediante un rombo etiquetado.



4.2.3. ATRIBUTOS y CLAVES

▪ Dominio: es el conjunto posible de valores que pueden tomar las distintas características de un tipo de entidad o interrelación.

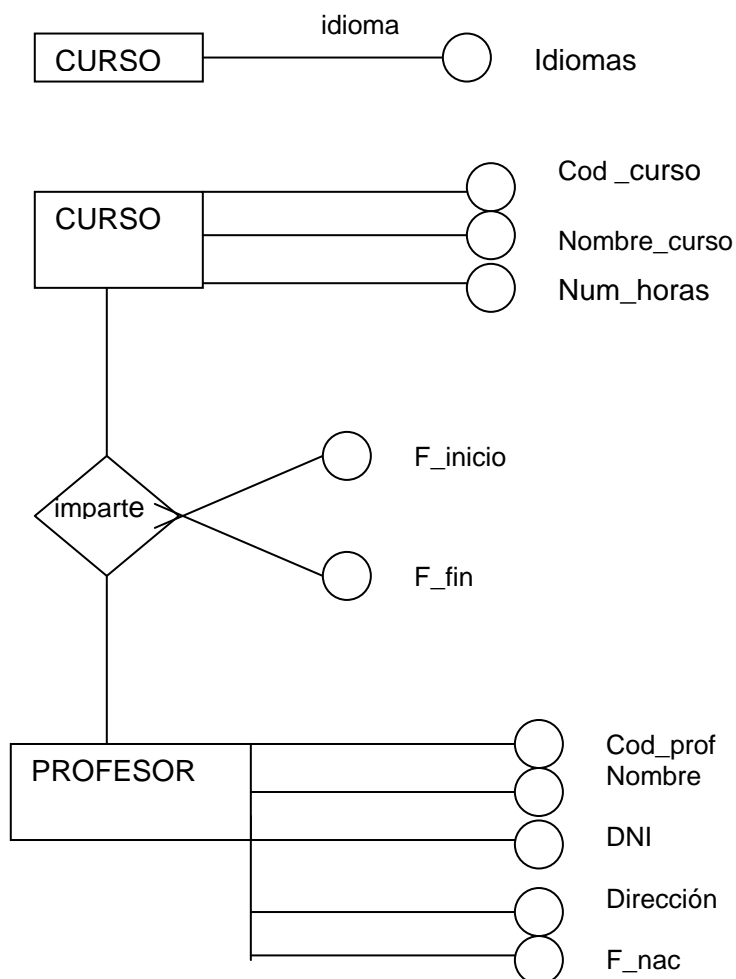
Por ejemplo, el valor “inglés” del dominio idiomas, cumple además el predicado de ser uno de los posibles idiomas { “español”, “inglés” y “francés” } .

La representación gráfica es un círculo u óvalo etiquetado.

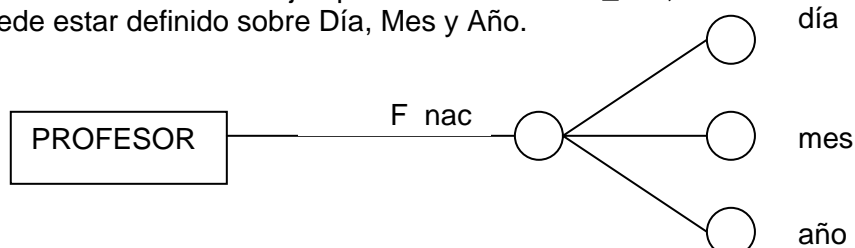


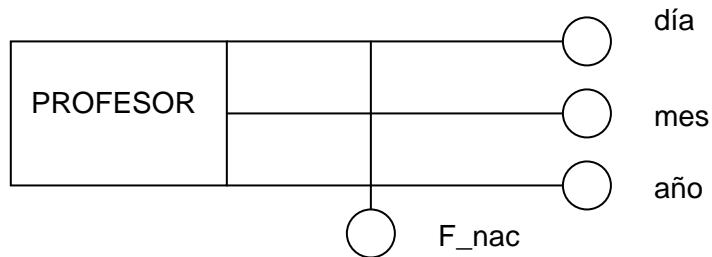
▪ Los atributos son cada una de las propiedades o características que un tipo de entidad o interrelación tiene cuyo valor lo toma del dominio.

Su representación gráfica consiste en escribir el nombre del atributo en el arco que une el dominio con la entidad o interrelación. Si coincide el nombre del dominio con el del atributo, se deja solo el nombre del dominio.



El modelo E/R permite atributos compuestos, es decir, atributos definidos sobre más de un dominio. Un ejemplo sería el atributo f_nac, de la entidad PROFESOR, que puede estar definido sobre Día, Mes y Año.



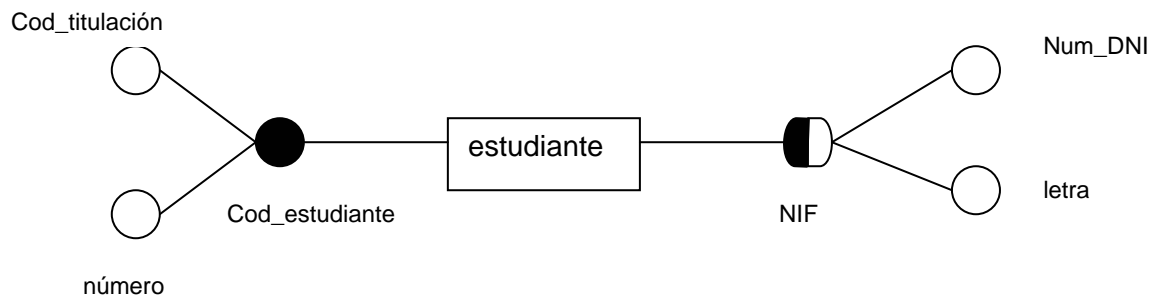
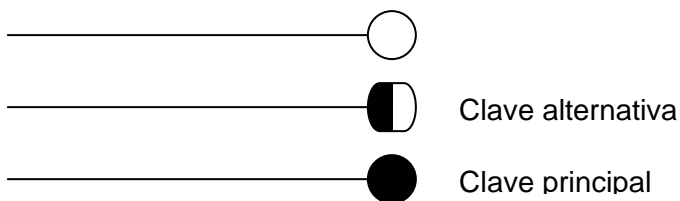


EJERCICIO

Realizar el modelo E/R entre asignaturas y alumnos que lo cursa, teniendo en cuenta que un alumno tiene los atributos DNI y nombre, y una asignatura cod_asig y nombre_asig

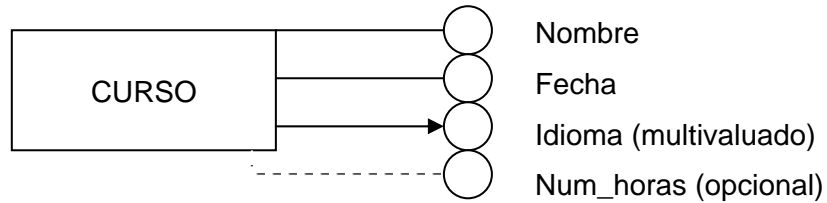
Unas características de los atributos son:

1. Entre los atributos de una entidad ha de existir al menos uno que identifique unívocamente a la entidad. A estos se les llama identificador candidato (IC)
2. Si un IC es compuesto, entonces el número de atributos que lo componen ha de ser mínimo y unívoco y la eliminación de cualquiera de ellos haría perder su carácter identificador.
3. De entre los identificadores candidatos obtendremos el identificador o clave principal y el resto serán alternativos.



Un atributo no puede tomar valores nulos.

Generalmente los atributos son univaluados y obligatorios (un solo valor , no un valor nulo). Para representar la ausencia de restricciones (multivaluado y opcional), utilizamos la siguiente terminología:

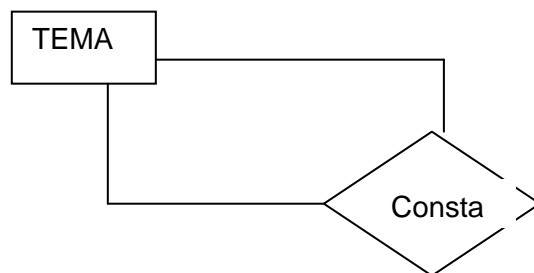


4.3 ELEMENTOS DE UN TIPO DE INTERRELACIÓN_____

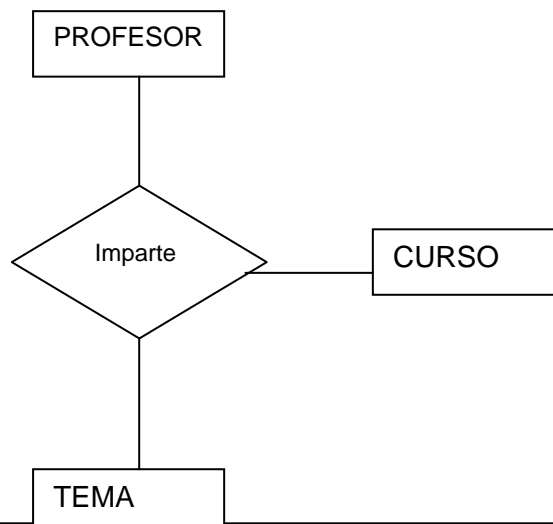
En un tipo de interrelación podemos distinguir:

Nombre: que lo distingue unívocamente del resto y mediante el cual ha de ser referenciado.

Grado: Es el número de tipos de entidad que participan en un tipo de interrelación. Así un tipo de interrelación es de grado 2 o binaria cuando asocia a dos tipos de entidad. Un caso particular de interrelaciones de grado 2 son las reflexivas, las cuales asocian un tipo de entidad consigo misma.

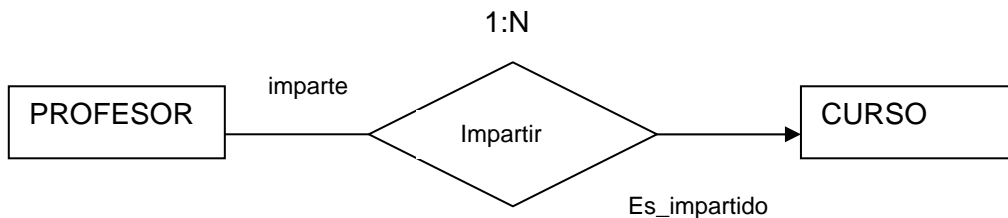
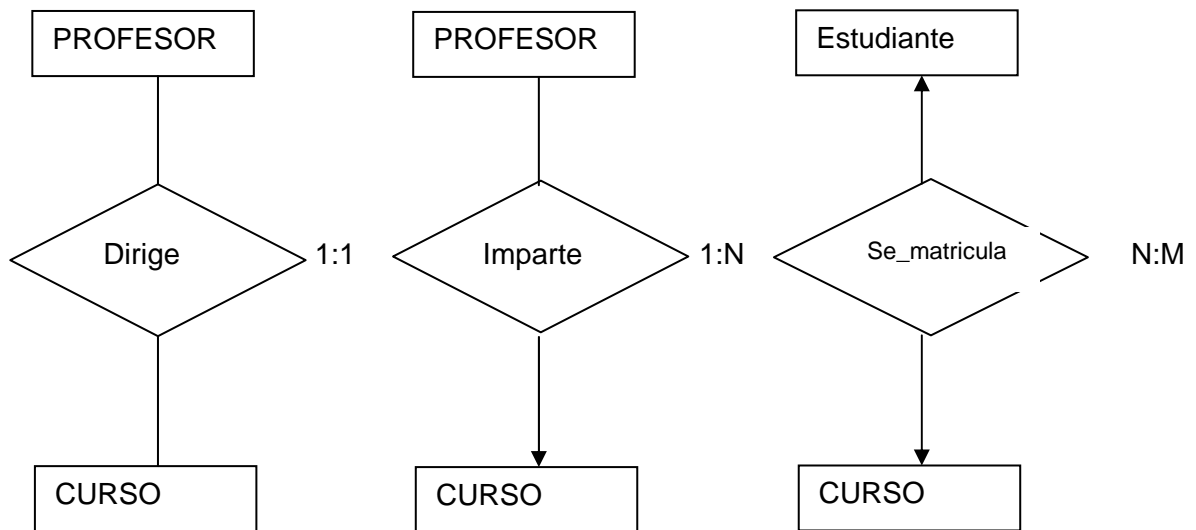


Pueden existir también tipos de interrelación que asocien más de dos tipos de entidad (grado n, n>2).



Tipos de correspondencia: Es el número máximo de ejemplares de un tipo de entidad que pueden estar asociados, en una determinada interrelación, con n ejemplar de otro(s) tipo(s).

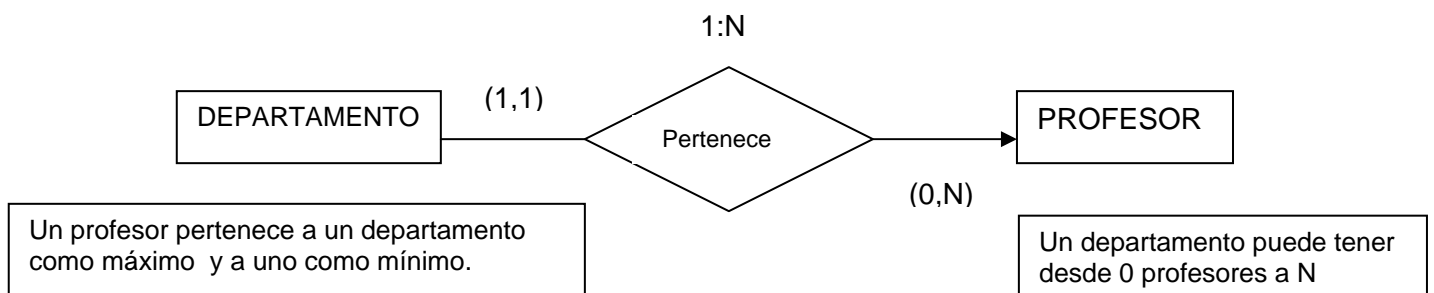
Para representarlo se pone una etique 1:1 1:N N:M (según corresponda) al lado de la interrelación o se pone una punta de flecha en el sentido N.

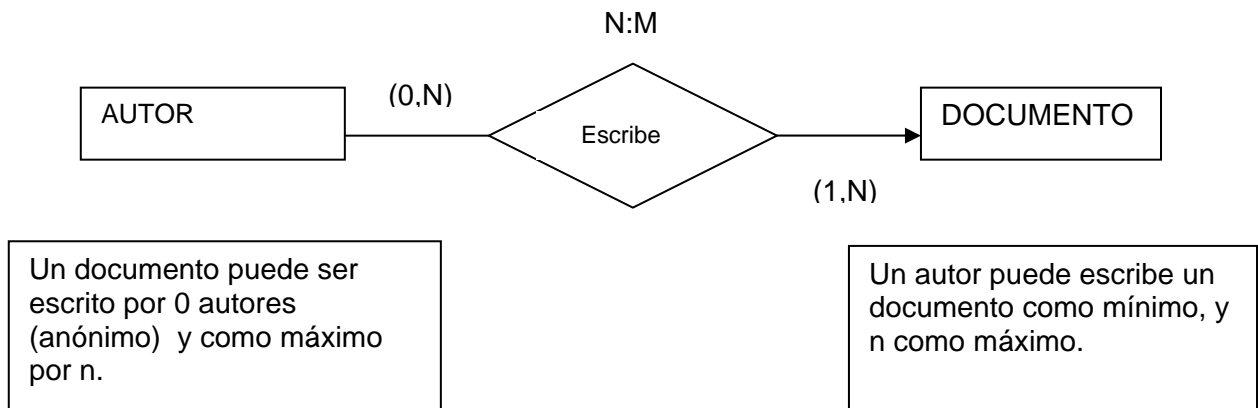


4.4 CARDINALIDAD DE UN TIPO DE ENTIDAD _____

Se define como el número máximo y mínimo de ejemplares de un tipo de entidad que pueden estar interrelacionadas con un ejemplar del otro .

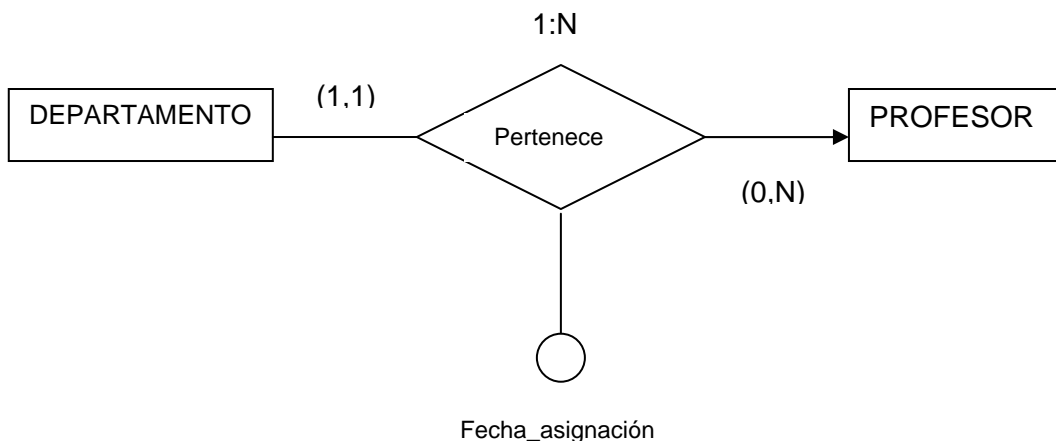
Se representa gráficamente mediante una etiqueta del tipo (0,1), (1,1), (0,N) ó (1,N) según corresponda, al lado de los tipos de entidades asociados.





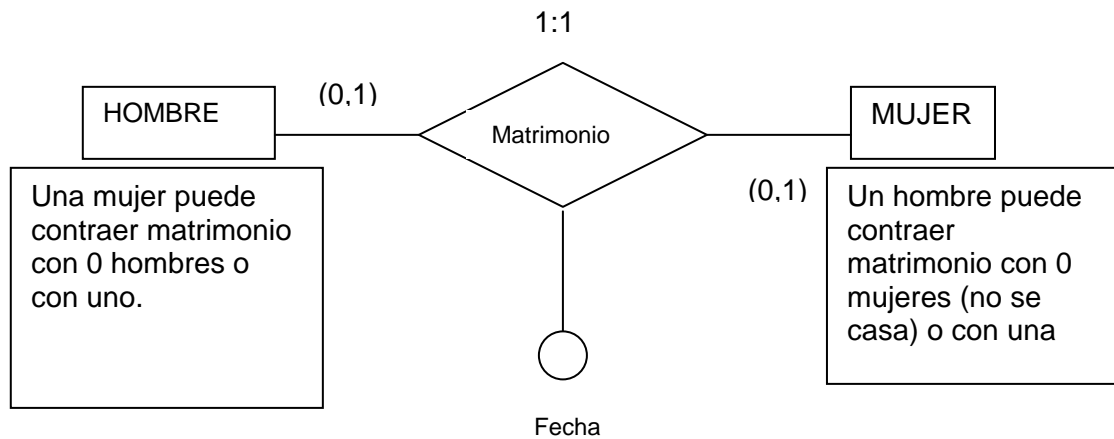
4.5 . ATRIBUTOS DE LAS INTERRELACIONES

- Cuando una interrelación **1:N** tiene un atributo asociado el atributo puede llevarse a la entidad cuya cardinalidad máxima es N

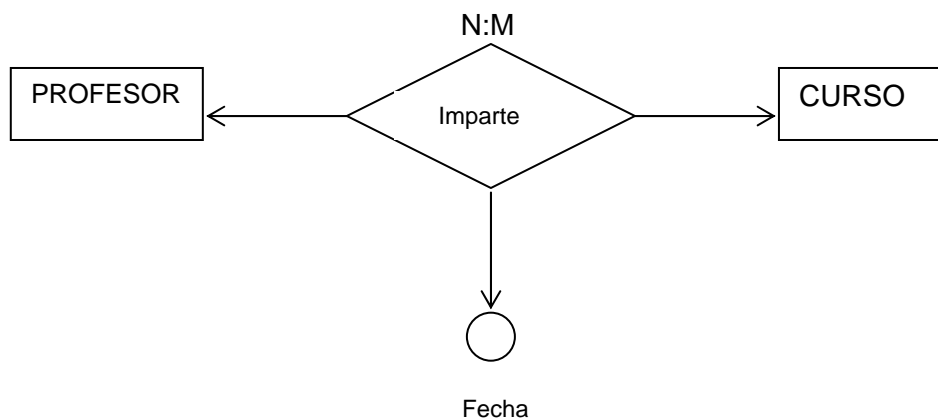


El atributo **fecha_asignación** podría pasar a la entidad **profesor** con independencia de las cardinalidades mínimas.

- En las interrelaciones **1:1** es interesante conservar el atributo en la interrelación. Por ejemplo, la interrelación **Matrimonio**, entre **HOMBRE Y MUJER**, que tiene el atributo **fecha** (del matrimonio). Por ser la interrelación 1:1 para cada par (hombre, mujer) existe una sola fecha válida de celebración del matrimonio, fecha que no es propiedad de ninguno de los ejemplares, sino del hecho de la unión entre ellos, es decir de la interrelación.



- Por último los atributos de las interrelaciones **N:M** son propios de la misma y no de las entidades vinculadas por la interrelación. En el siguiente ejemplo, un profesor puede dar el mismo curso en varias fechas distintas, por lo que Fecha es un atributo multivaluado.



4.6. DEPENDENCIA EN EXISTENCIA Y EN IDENTIFICACIÓN

Igual que con los tipos de entidad, los tipos de interrelación se clasifican también en regulares y débiles.

Interrelaciones regulares: Asocian dos tipos de entidad regulares,

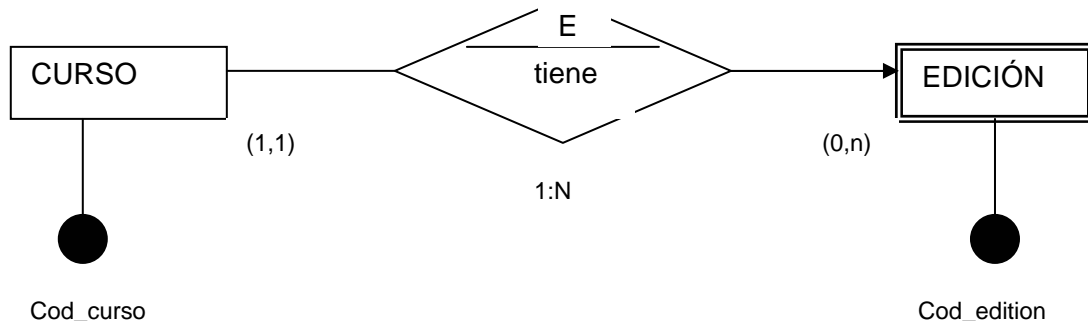
Interrelaciones débiles: Asocian un tipo de entidad débil con un tipo de entidad regular o débil.

Dentro de la interrelación débil hay que distinguir la dependencia en existencia y en identificación.

- Dependencia de existencia: los ejemplares de un tipo de entidad (entidad débil), no pueden existir si desaparece el ejemplar del tipo de entidad regular del cual dependen.

Se representa con un **E** o sin etiqueta, en el rombo que representa la interrelación.

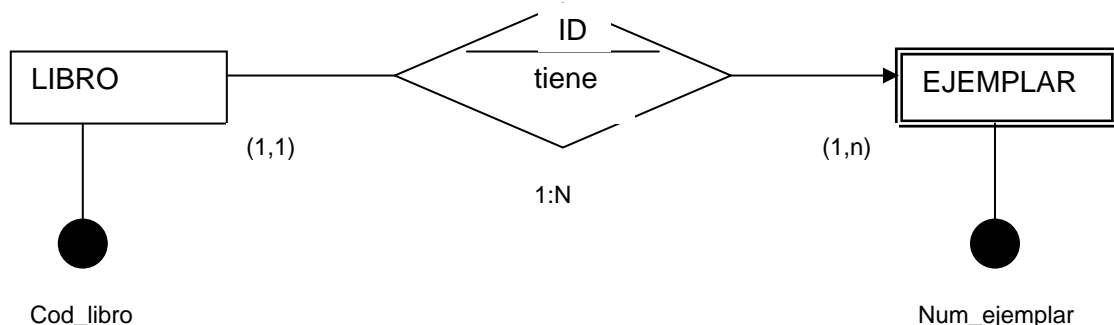
En el siguiente ejemplo se ve claramente que existe una dependencia en existencia., pues si desaparecen los cursos implica que va a desaparecer también la edición, además cada edición tiene su propio identificador (curso 1 E1, curso 2 E, etc) que lo distingue del resto independiente del curso al que pertenezca.



- Dependencia de identificación: además de existir la dependencia de existencia, los ejemplares del tipo de entidad débil no se pueden identificar por sí mismos, es decir, mediante los propios atributos y necesitamos la clave del tipo de entidad fuerte del que dependen..

Se representa con la etiqueta **ID** en el rombo que representa la interrelación.

Un dependencia de identificación es siempre una dependencia de existencia.



La relación *tiene* es dependiente en identificación por :

1. Un ejemplar determinado, depende de la existencia de un cierto libro.
2. Un ejemplar determinado, está identificado con la clave del libro (cod_libro) del que depende el ejemplar más el número del ejemplar (num_ejemplar)

4.7. CONTROL DE REDUNDANCIA_____

Una vez construido un esquema E/R hay que analizarlo cuidadosamente para detectar posibles redundancias, puesto que pueden suponer problemas ya conocidos.

Decimos que un elemento de un esquema es redundante, cuando puede ser eliminado sin pérdida de semántica.

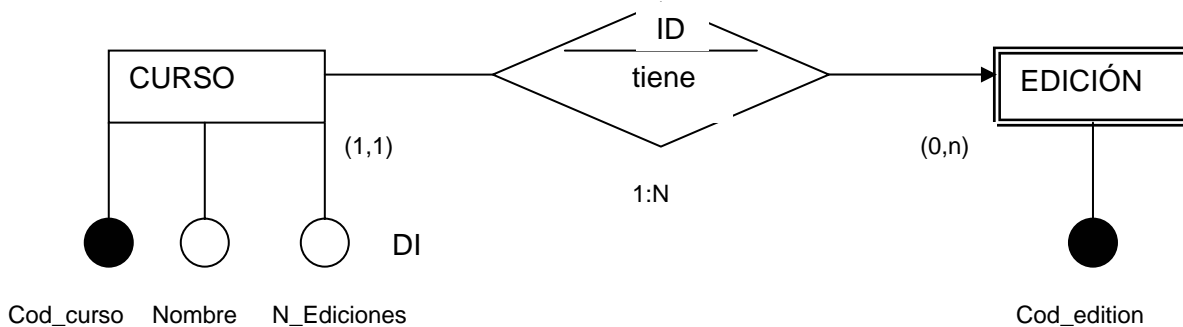
Tipos de redundancias:

1. En los **atributos** (se dice que son **atributos derivados**)
2. En las **interrelaciones** (se dice que son interrelaciones derivadas por algunos autores)

4.7.1. ATRIBUTOS DERIVADOS o CALCULADOS _____

Su valor se obtiene a través de otros atributos, por lo que aunque son redundantes no dan lugar a inconsistencias. Por ejemplo, el importe total de una factura es un atributo derivado, porque su valor se calcula a través de otros (dto, importe bruto etc.)

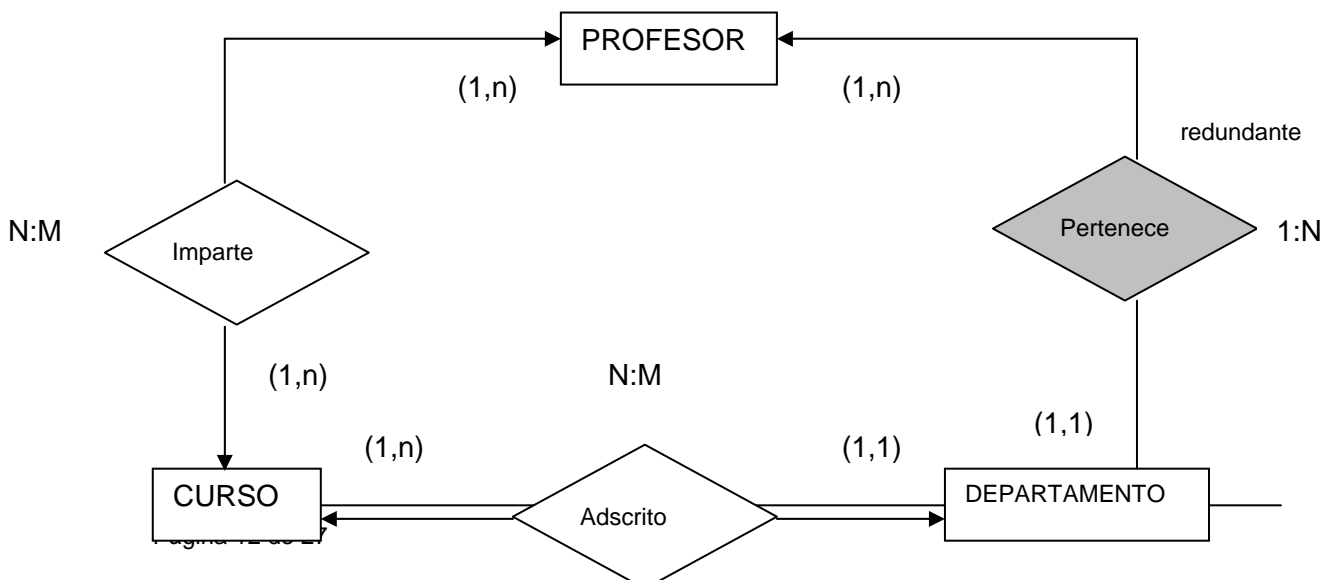
Se representan mediante la etiqueta DI al lado del atributo o con un trazo discontinuo.



El atributo número de ediciones, puede ser calculado a partir de los ejemplares de edición mediante la interrelación tiene.

4.7.2. INTERRELACIONES REDUNDANTES _____

Se dice que una interrelación es redundante cuando su eliminación no implica pérdida de semántica (es decir significado) porque existe la posibilidad de realizar la misma asociación de ejemplares por medio de otras interrelaciones.

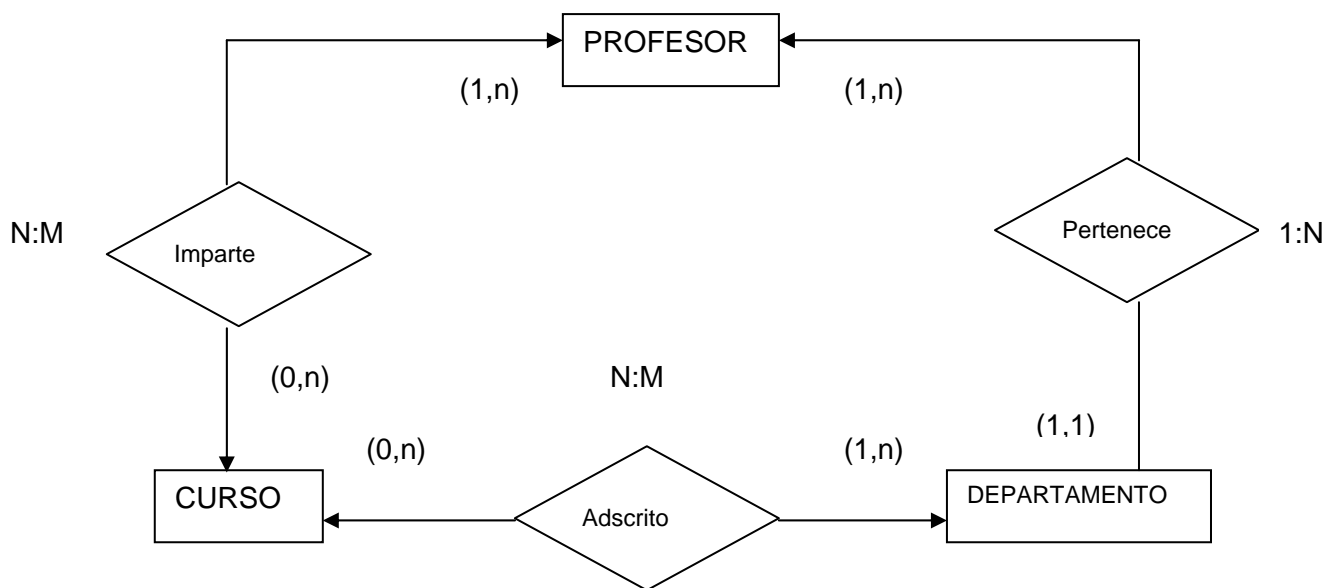


En este diagrama, se da un ciclo entre PROFESOR, CURSO y DEPARTAMENTO, por lo que en principio es posible que aparezca alguna interrelación redundante.

Vemos que un profesor imparte un curso y un curso está adscrito a un departamento, por lo tanto es lógico que el profesor sea de ese mismo departamento.

La interrelación pertenece es redundante y puede ser suprimida sin pérdida de información.

Veamos el siguiente ejemplo:

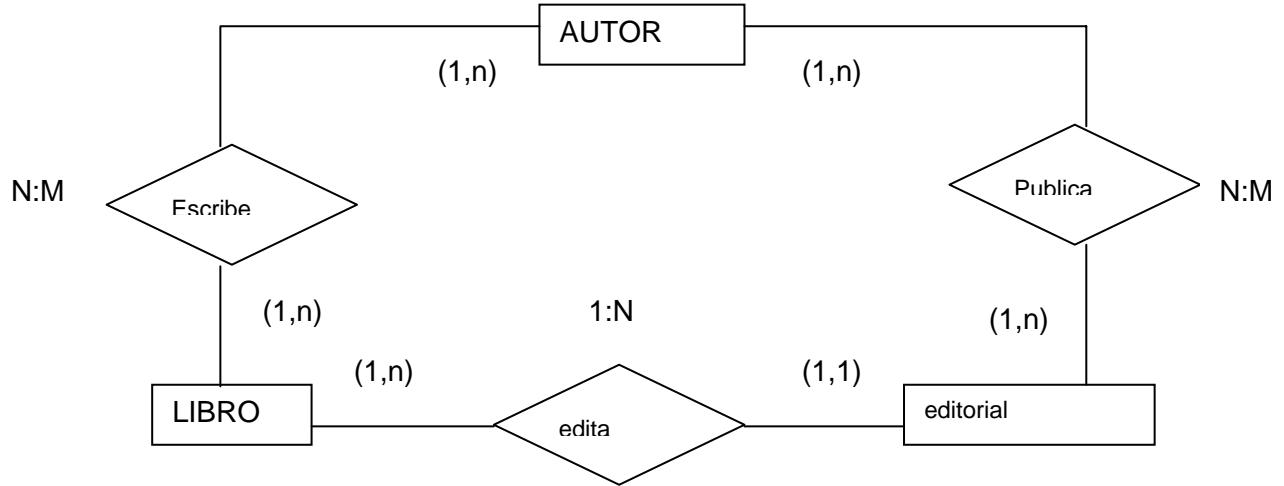


A pesar que también existe un ciclo en este diagrama, la interrelación no hay ninguna interrelación redundante porque:

1. un departamento puede no tener adscritos cursos de doctorados
2. un mismo curso puede estar adscritos a distintos departamentos
3. puede haber profesores que no impartan ningún curso.

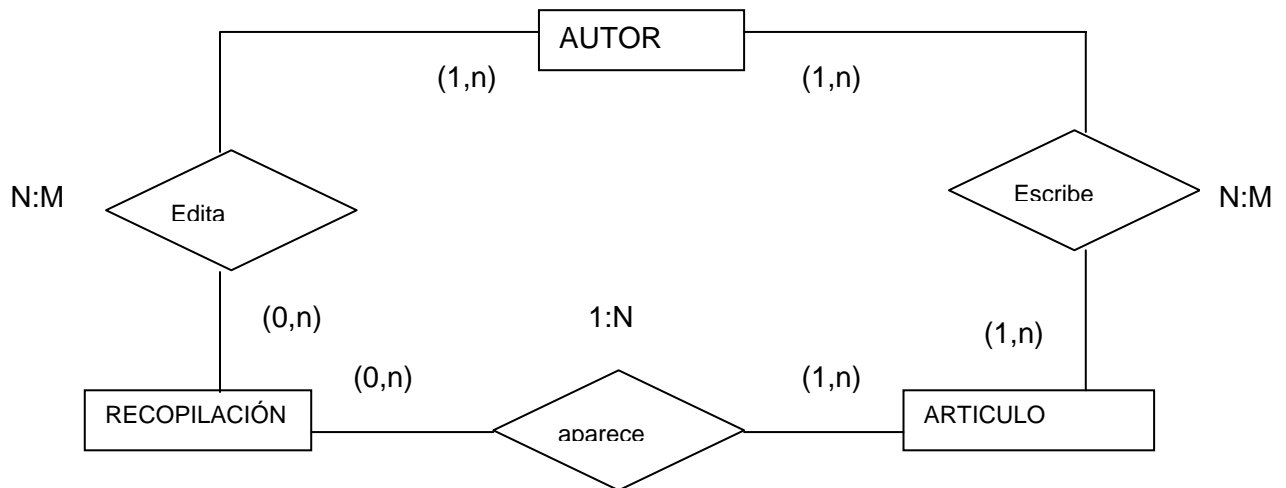
EJERCICIOS

1º) Estudia la redundancia si existe en los siguientes diagramas:



- Si se conocen los libros de un autor y las editoriales que los han editado, se pueden deducir las editoriales en las que ha publicado un autor.
- Igualmente, conocidos los libros publicados por una editorial y cuales son sus autores, podemos conocer los autores que han escrito para dicha editorial

Por ambos casos, el tipo de interrelación publica es redundante.



En este caso aunque existe un ciclo no hay interrelación.

2º) Se desea diseñar una BD para una universidad que contenga información sobre alumnos, asignaturas y carreras.

Teniendo en cuenta las siguientes restricciones:

- 1 alumno puede tener muchas asignaturas
- 1 asignatura solo puede ser de una carrera
- 1 carrera puede tener varias asignaturas.

(Apuntes lali)

3º) Se desea diseñar una base de datos para un centro de enseñanza que contenga información sobre los alumnos, las asignaturas y las calificaciones que se obtienen en cada una de las mismas. Desarrollar el modelo E/R. (Libro Grau 1.1)

4º) Constrúyase un diagrama E/R para una compañía de seguros automovilísticos que cuenta con un fichero de clientes con sus nombres, números de seguridad social y domicilios. Cada uno de los clientes posee cierto número de vehículos. De cada automóvil se almacenen el modelo, año de fabricación y número de matrícula; y la fecha, conductor e importe de los daños de cada uno de los accidentes en que se ha visto relacionado.

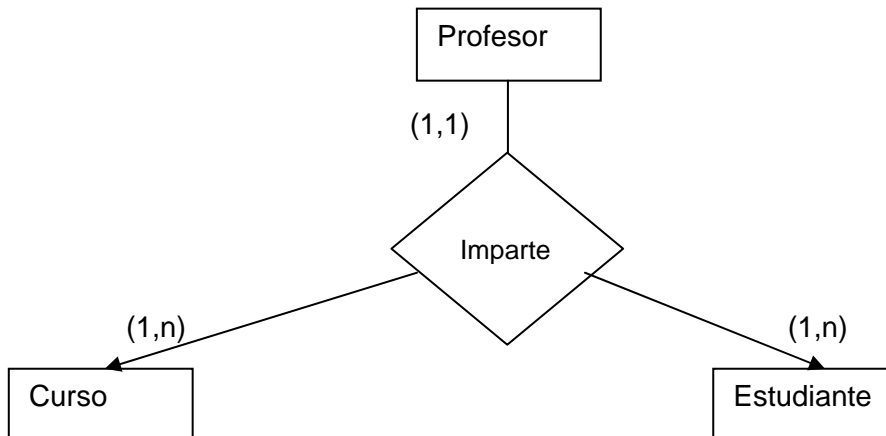
5º) Se desea diseñar una base de datos que contenga la información relativa a todas las carreteras de un determinado país. Se pide realizar el diseño en el modelo E/R, sabiendo que:

- En dicho país las carreteras se encuentran divididas en tramos.
- Un tramo siempre pertenece a una única carretera y no puede cambiar de carretera.
- Un tramo puede pasar por varios términos municipales, siendo un dato de interés el kilómetro del tramo por el que entra en dicho término municipal y el kilómetro por el que sale.
- Existen una serie de áreas en las que se agrupan los tramos, cada uno de los cuales no puede pertenecer a más de un área.

4.8 INTERRELACIONES DE GRADO SUPERIOR A 2 _____

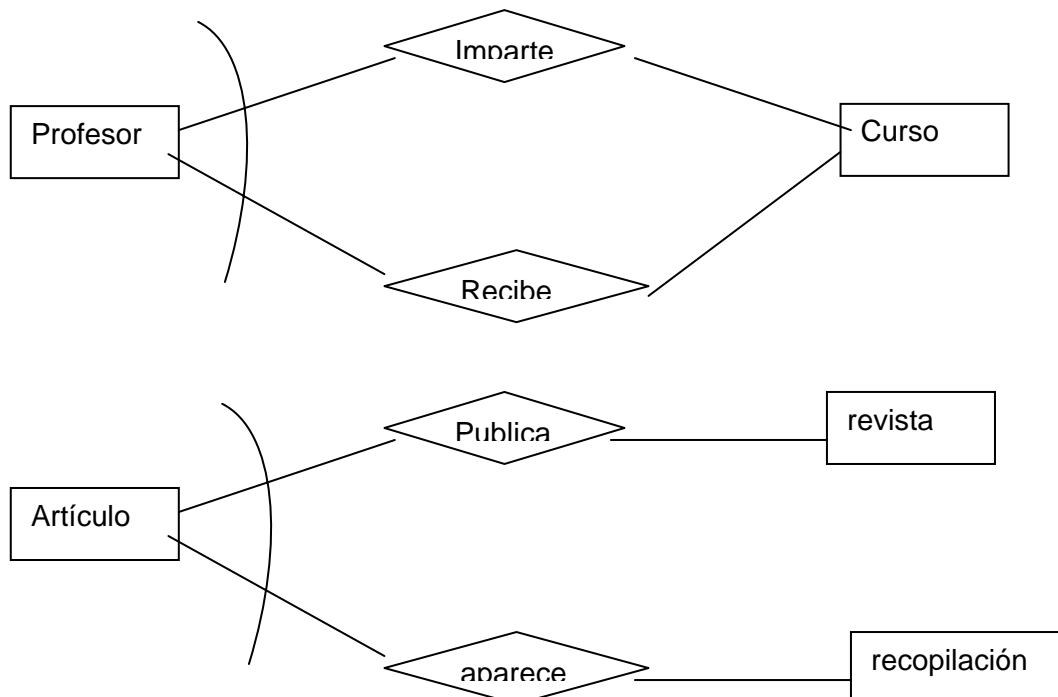
Son aquellas que asocian más de dos entidades,

En la siguiente figura, si se puede descomponer la interrelación de grado 3 sin perder semántica en las interrelaciones Imparte1, Da-clase y Asiste. (incluso basta con imparte1 y asiste, puesto que da_clase es redundante).



4.9 RELACIONES EXCLUSIVAS _____

Dos o más interrelaciones son exclusivas, cuando cada ocurrencia de una entidad participante solo puede existir en una relación.



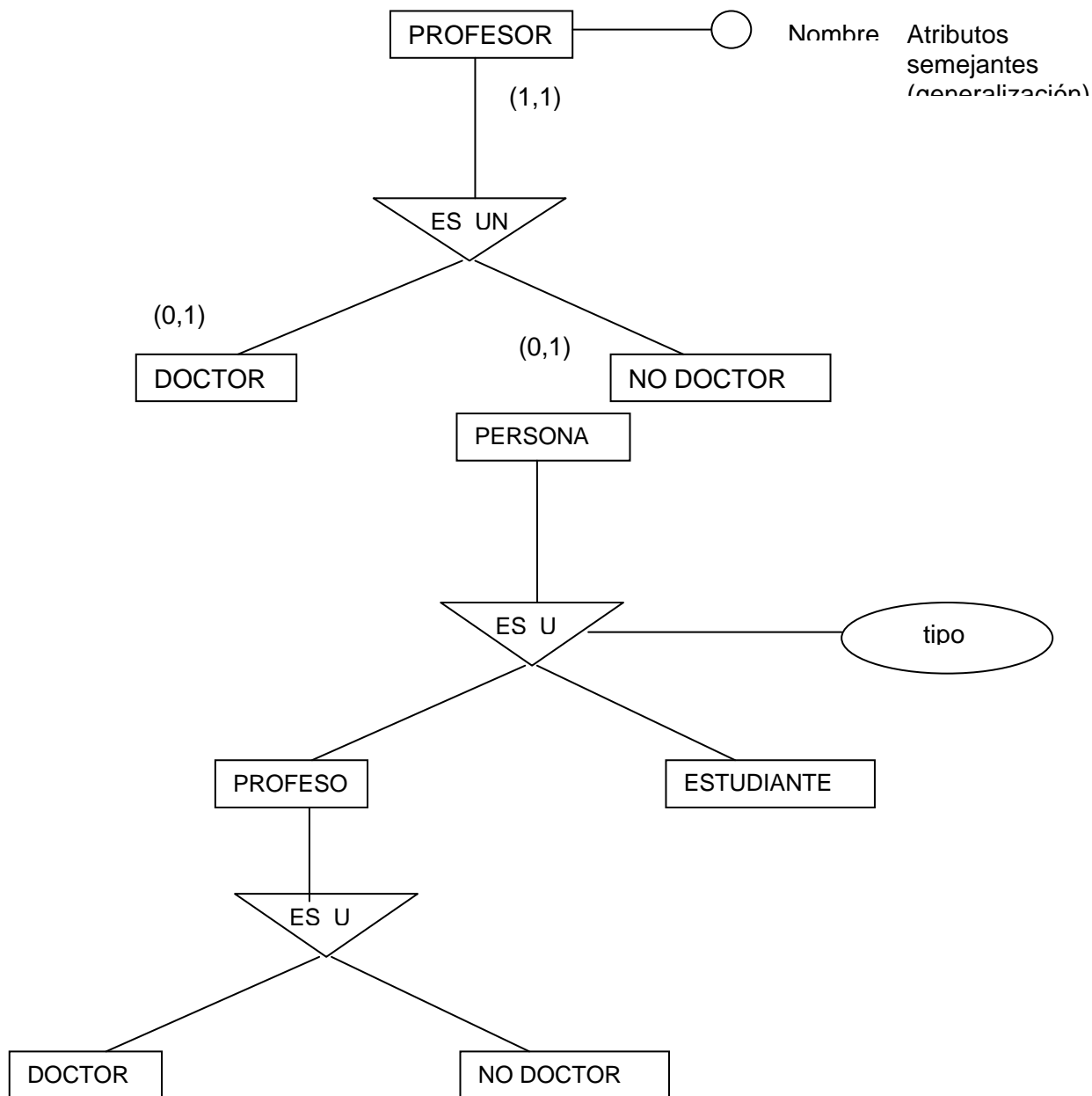
4.10 GENERALIZACIÓN Y HERENCIA

GENERALIZACIÓN

La descomposición de tipos de entidad en varios subtipos es una necesidad muy habitual en el modelado de bases de datos. La relación que se establece entre un supertipo y sus subtipos corresponde a la noción de 'es_un' o 'es_un_tipo_de'

Este tipo de relación especial se representa a través de un triángulo invertido.

Toda ocurrencia de un subtipo lo será siempre del supertipo, pero no al contrario, con lo que las cardinalidades serán siempre (1,1) en el supertipo y (0,1) o (1,1) en el subtipo



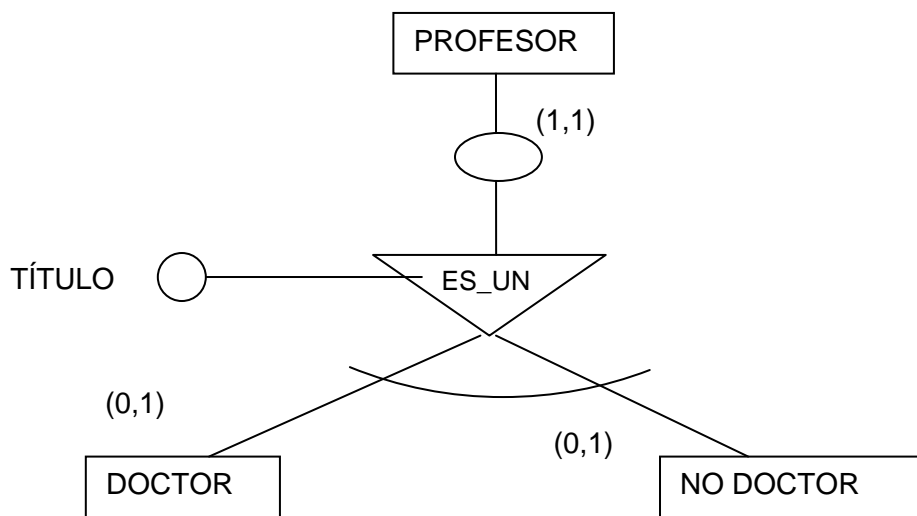
El atributo del supertipo que actúa como discriminante se liga al triángulo a través de una elipse, es decir, la división en subtipos puede venir determinada por una condición predefinida, en cuyo caso se representará la condición asociada al triángulo.

HERENCIA

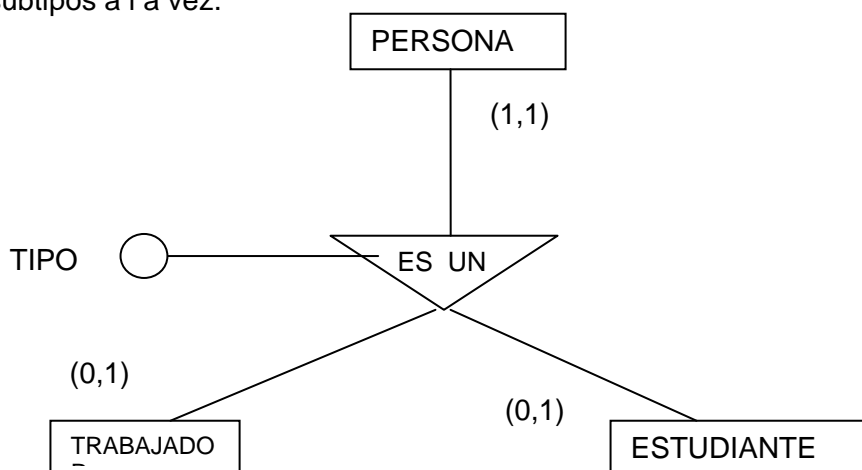
Todos los atributos del supertipo ha de ser atributo de los subtipos.

Adicionalmente existen dos tipos de elementos que indican:

- Arco: Una entidad del supertipo solo puede ser de uno de los subtipo. Exclusividad.
- Elipse vacía: Obligatoriedad del supertipo de pertenecer a alguno de los subtipo.



Un profesor debe ser de tipo doctor o un no doctor, y además no puede pertenecer a los dos subtipos a la vez.



Una persona puede ser trabajador o estudiante o ninguno o ser las dos cosas.

EJERCICIOS

6º) Se desea diseñar una base de datos para una Universidad que contenga información sobre los alumnos, las asignaturas y los profesores. Construir el diagrama E-R teniendo en cuenta las siguientes restricciones:

- Una asignatura puede estar impartida por muchos profesores (no a la vez) ya que pueden existir diversos grupos.
- Un profesor puede dar clases de muchas asignaturas.
- Un alumno puede estar matriculado en muchas asignaturas.
- Se necesita tener constancia de las asignaturas en las que está matriculado un alumno así como de las notas obtenidas y los profesores que le han calificado.
- También es necesario tener constancia de las asignaturas que imparten todos los profesores (independientemente de si tienen algún alumno matriculado en su grupo)
- No existen asignaturas con el mismo nombre.
- Un alumno no puede estar matriculado en la misma asignatura con dos profesores distintos.

7º) Se desea diseñar una BD para una sucursal bancaria que contenga información sobre los clientes, las cuentas, las sucursales y las operaciones realizadas en cada una de las cuentas. Construir el modelo E/R teniendo en cuenta las siguientes restricciones:

- Una operación viene determinada por su número de operación, la fecha y la cantidad.
- Un cliente puede tener muchas cuentas.
- Una cuenta puede pertenecer a varios clientes
- Una cuenta solamente puede estar en una sucursal.

8º) Realizar el esquema E/R para una base de datos en la que se desea almacenar la información relativa a algunos aspectos del campeonato mundial de fútbol, considerando los siguientes supuestos:

- Un jugador pertenece a un único equipo y no hay dos jugadores con el mismo nombre.
- Un jugador puede actuar en varios puestos distintos, pero en un determinado partido sólo puede jugar en un puesto.
- En cada partido intervienen tres colegiados: un juez de línea para la banda derecha, uno para la izquierda y un árbitro.
- Un colegiado puede realizar una función en un partido y otra distinta en otro partido.
- Cada partido involucra dos equipos
- Es obligatorio en todo momento que un jugador pertenezca a un equipo determinado y no podrá cambiar de equipo a lo largo del mundial.

9º) Estamos modelando los datos de la compañía ASI Consulting. La base de datos de ASI Consulting debe mantener información sobre los empleados de la compañía, los departamentos y los proyectos. La descripción de la compañía es la siguiente:

- ASI consulting está organizada en departamentos. Cada departamento tiene un nombre único, un número único y un empleado que lo administra. Se quiere saber la fecha en que el empleado administrador empezó a hacerse cargo del departamento. Un departamento puede tener varios locales.
- Cada departamento controla un cierto número de proyectos. Cada proyecto tiene un nombre y números únicos y un local.
- Para cada empleado se desea tener su nombre, código de empleado, dirección, salario, sexo y año de nacimiento. Un empleado es asignado a un departamento, pero puede trabajar en varios proyectos, lo que no son necesariamente controlados por el mismo departamento. Se quiere saber el número de horas semanales que un empleado trabaja en cada proyecto. Se quiere además saber cuál es el supervisor directo de cada empleado.
- Se desea conocer las personas dependientes de cada empleado para propósitos de seguros. De cada dependiente se desea conocer el nombre, sexo, fecha de nacimiento y relación con el empleado.

10º) La coordinadora nacional de Organizaciones No Guernamentales (ONG's) desea mantener una base de datos de las asociaciones de este tipo que existen en nuestro país. Para ello necesita almacenar información sobre cada asociación, los socios que la componen, los proyectos que realizan y los trabajadores de las mismas. Se debe tener en cuenta:

- De las asociaciones se desea almacenar su CIF, denominación, dirección y provincia, su tipo (ecologista, integración, desarrollo...), así como si está declarada de utilidad pública por el Ministerio del Interior.
- Cada asociación está formada por socios de los que se precisa conocer su DNI, nombre dirección, provincia, fecha de alta en la asociación, la cuota mensual con que colaboran y la aportación anual que realizan (que se obtendrá multiplicando la cuota mensual por los meses del año)
- Los trabajadores de estas organizaciones pueden ser de dos tipos: asalariados y voluntarios.
- Los asalariados son trabajadores que cobran un sueldo y ocupan cierto cargo en la asociación. Se desea almacenar la cantidad que éstos pagan a la seguridad social y el tanto por ciento de IRPF que se les descuenta.
- Los voluntarios trabajan en la organización desinteresadamente, siendo preciso conocer su edad, profesión y las horas que dedican a la asociación a efectos de cálculo de estadísticas.
- Cada trabajador se identifica por su DNI, tiene un nombre y una fecha de ingreso
- Un socio no puede ser trabajador de la asociación.
- Las asociaciones llevan a cabo proyectos a los que están asignados sus trabajadores. Un trabajador puede trabajar en diferentes proyectos de un mismo país. De cada proyecto se desea almacenar su número de identificación dentro de la asociación, en qué país se lleva a cabo y en qué zona de éste, así como el objetivo que persigue y el número de beneficiarios a los que afecta. Un proyecto se compone a su vez de subproyectos (que tienen entidad de proyectos.)

4.11 EL MODELO ENTIDAD-RELACIÓN Y EL MODELO RELACIONAL

Aunque el paso del ME/R al relacional implica una cierta pérdida de semántica, se debe procurar que esta pérdida sea lo menor posible y asegurar al máximo la consistencia de los datos, es decir, la INTEGRIDAD de la base de datos.

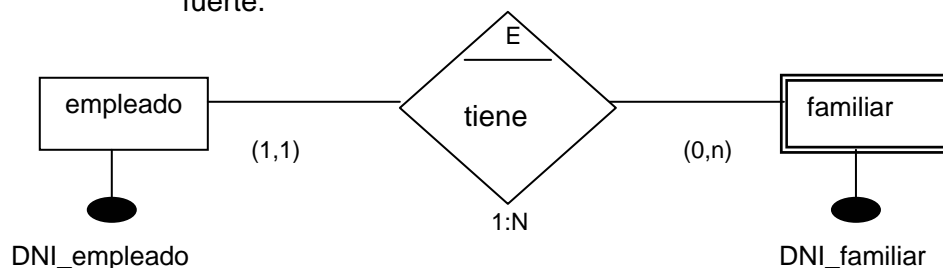
TRANSFORMACIÓN DE DIAGRAMAS E/R EN RELACIONES

El paso de un esquema en el modelo E/R al relacional está basado en los tres principios siguientes:

- ❑ Todo tipo de entidad se convierte en una relación
- ❑ Todo tipo de relación N:M se transforma en una relación.
- ❑ Todo tipo de relación 1:N se traduce en el fenómeno de propagación de clave o se crea una nueva relación.

TRANSFORMACIÓN DE ENTIDADES

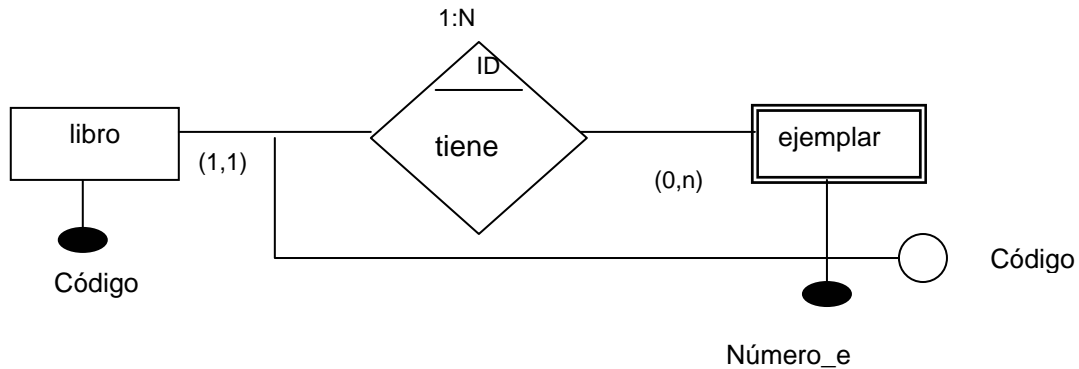
- ❑ **Entidades fuertes:** Se convierte en una única tabla a la que se le asigna el nombre de dicha entidad y como atributos los de la entidad.
- ❑ **Entidad débil:** Se convierte en una única tabla con el nombre de dicha entidad, los atributos de dicha entidad y la clave primaria de la entidad fuerte.



MODELO RELACIONAL

EMPLEADO(DNI_empleado)

FAMILIAR(DNI_familiar, empleado)



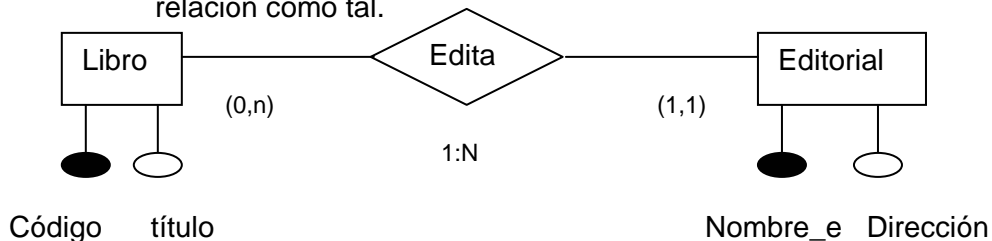
MODELO RELACIONAL

LIBRO(Código)

EJEMPLAR(Número_e, código)

TRANSFORMACIÓN DE RELACIONES

- ❑ Relaciones **N:M** se transforma en una relación que tendrá:
 - Como clave primaria la unión de los claves primarias de cada una de las entidades que relaciona..
 - Los atributos correspondientes a la relación.
- ❑ Relaciones **1:N**. Existen dos soluciones para transformarlas.
 - a) Propagación de clave: Propagare el atributo de la entidad cuya cardinalidad máxima es 1 a la que tiene N, y hacer desaparecer la relación como tal.



MODELO RELACIONAL

LIBRO (Código, título, Nombre_e)

EDITORIAL(Nombre_e, Dirección)

- b) Transformarla en una relación como si fuese del tipo N:M. Esta acción sólo es recomendable cuando:
 - a. Cuando es posible que existan muchos nulos porque existen pocos elementos relacionados.
 - b. Cuando se prevee que dicha relación pasará en un futuro a ser del tipo N:M
 - c. Cuando la relación tiene atributos propios.

- ❑ Relaciones **1:1** Es recomendable seguir las siguientes reglas:
 - a) Si las relaciones son (0,1), (0,1) : crear una relación nueva para evitar tener muchos nulos.
 - b) Si las relaciones son (0,1), (1,1): propagar la clave de la entidad (1,1) a la (0,1)
 - c) Si las relaciones son (1,1), (1,1): propagar la clave de forma indiferentes.

TRANSFORMACIÓN DE TIPOS Y SUBTIPOS

Varias posibilidades:

- a) Englobar todos los atributos de una entidad y sus subtipos en una sola relación, añadiéndole atributo que permite distinguir los subtipos.
- b) Crear una relación para el supertipo, y tantas relaciones como subtipos existan. (Esta es la mejor)
- c) Crear sólo relaciones para los subtipo, añadiendo en cada una de ellas los atributos pertenecientes al supertipo.

4.12 NORMALIZACIÓN

La normalización es un proceso que consiste en comprobar que las tablas (o relaciones en el modelo relacional de datos) definidas cumplen unas determinadas condiciones. Se pretende garantizar:

- No existencia de redundancia, evitando la repetición de datos en un sistema.
- Coherencia en la representación mediante un esquema relacional de las entidades y relaciones del modelo E/R, es decir que no haya:
 - Anomalías de actualización
 - Anomalías de borrado
 - Anomalías de inserción.

4.12.1 DEPENDENCIAS FUNCIONALES

- Sean a y b atributos de una misma tabla o relación R, se dice que **b es funcionalmente dependiente de a** ($R.a \rightarrow R.b$ ó $a \rightarrow b$) si todo posible valor de a tiene asociado un único valor de b, o lo que es lo mismo, en todas las tuplas de R en las que el atributo a toma el valor v1, el atributo b toma también un mismo valor v2.

Puede darse una dependencia funcional mutua $a \leftrightarrow b$

Los atributos de a y b pueden ser simples o compuestos.

Los atributos funcionalmente dependientes pueden o no formar parte de la clave primaria de la tabla, de una clave alternativa y o de una clave ajena de otra tabla.

- Un atributo **b es funcionalmente dependiente de forma completa de a** si $a \rightarrow b$ y b no depende funcionalmente de ningún subconjunto de atributos de a.

Si a es un atributo simple y $a \rightarrow b$, entonces la dependencia funcional es con seguridad completa.

Para representar las dependencias funcionales utilizaremos los diagramas de dependencias funcionales.

4.12.2 REGLAS DE NORMALIZACIÓN

La normalización consiste en descomponer los resquemas relacionales (tablas) en otros equivalentes (puede obtenerse el original a partir de los otros) de manera que se verifiquen unas determinadas reglas de normalización.

Si una tabla no satisface una determinada regla de normalización, se procede a descomponerla en otras dos nuevas que sí las satisfagan (esto generalmente requiere decidir qué atributos de la tabla original van a residir en una u otra de las nuevas tablas) La descomposición tiene que conservar dos propiedades fundamentales.

1. No pérdida de información.
2. No pérdida de dependencias funcionales.

Según se avance en el cumplimiento de reglas y restricciones se alcanzará una mayor forma normal. Hay cinco formas normales (1NF, 2NF, 3NF, FNBC, 4NF; 5NF) y la verificación de una implica el cumplimiento de todas las anteriores.

Un esquema relacional que satisface todas las restricciones impuestas por la tercera forma normal se considera de buena calidad.

4.12.3 PRIMERA FORMA NORMAL (1NF)

Se dice que una tabla se encuentra en 1NF si y solo si cada uno de los atributos contiene un único valor para un registro determinado.

Ejemplo:

Código	Nombre	Cursos
1	Marcos	Inglés
2	Lucas	Contabilidad, informática
3	Marta	Inglés, contabilidad

NO 1NF

Código	Cursos
1	Inglés
2	Contabilidad
2	Informática
3	Inglés
3	Contabilidad

Ahora todos los registros de ambas tablas contienen valores únicos en sus campos. Están en 1NF

4.12.4 SEGUNDA FORMA NORMAL (2NF)_____

Una tabla está en 2NF si lo está en 1NF y cada atributo de la tabla que no forma parte de la clave primaria (atributo no primo) depende de está en su totalidad y no de ningún subconjunto de la clave primaria. Si la clave primaria es un único atributo entonces el esquema estará seguro en segunda forma normal.

- Ejemplo: Supongamos que construimos una tabla con los años que cada empleado ha estado trabajando en cada departamento de una empresa, siendo la clave primara el código empleado y el código departamento.

Cod_emp	Cod_dpto	Nombre	Dpto	Años
1	6	Juan	Contabilidad	6
2	3	Pedro	Sistemas	3
3	2	Sonia	I+D	1
4	3	Verónica	Sistemas	10
2	6	Pedro	Contabilidad	5

La tabla se encuentra en primera forma normal. Vamos a ver la 2NF

- El campo nombre, no depende de toda la clave, solo del Cod_emp
- El campo departamento, no depende de toda la clave, solo del dódigo del departamento
- El campo años, si depende funcionalmente de toda la clave.

Por lo tanto, al no depender todos los campos de toda la clave, **no está en 2NF**. La solución sería:

TABLA A

Cod_emp	Nombre
1	Juan
2	Pedro
3	Sonia
4	Verónica

A(Cod_emp, Nombre)

TABLA B

Cod_dpto	Dpto.
2	I+D
3	Sistemas
6	Contabilidad

B(Cod_dpto, Dpto)

Cod_emp	Cod_dpto	Años
1	6	6
2	3	3
3	2	1
4	3	10
2	6	5

C(Cod_emp, Cod_dpto, Años)

Ahora si se encuentran las tres tablas en 2NF, considerando que la primera tabla tiene como clave primaria cod_emp, la segunda cod_dpto y la tercera cod_emp y cod_dpto.

4.12. 5 TERCERA FORMA NORMAL (3NF)_____

Una tabla está en 3NF si lo está en 2NF y además cada atributo no primo de la tabla depende de manera no transitiva de la clave primaria, es decir, que los atributos no primos son:

- mutuamente independientes
 - dependientes por completo de la clave primaria.
- En el ejemplo de los alumnos, supongamos que cada alumno solo puede realizar un curso a la vez y que deseamos guardar en que aula se imparte el curso. La estructura sería la siguiente (código es la clave principal):

Código	Nombre	Curso	Aula
1	Marcos	Inglés	Aula A
2	Lucas	Informática	Aula B
3	Marta	Contabilidad	Aula C

1. Nombre depende directamente del código del alumno.
2. Curso también depende del código del alumno.
3. Aula depende más del atributo curso que de la clave primaria código, es decir no es dependiente por completo de la clave primaria. Por esta razón la tabla no está en 3NF

La solución:

Código	Nombre	Curso
1	Marcos	Inglés
2	Lucas	Informática
3	Marta	Contabilidad

Curso	Aula
Inglés	Aula A
Informática	Aula B
Contabilidad	Aula C

4.12.6 FORMA NORMAL DE BOYCE/CODD (FNBC)_____

La 3FN da problemas cuando existen varias claves candidatas compuestas que tienen al menos un atributo en común.

Se define la FNBC para el caso en el que existan más de una clave candidata, y que se cumplan las condiciones anteriores.

Determinante: atributo del cual depende funcionalmente algún otro atributo. (de donde surge la flecha)

Una relación está en FNBC si y sólo si todo determinante es una clave candidata.

Dicho de otro modo, los únicos determinantes son las claves candidatas, o sea, las flechas del diagrama de dependencias funcionales sólo salen de claves candidatas.