

# ***DISEÑO CONCEPTUAL: MODELO E/R***

1. INTRODUCCIÓN
2. ELEMENTOS DEL MODELO ENTIDAD / INTERRELACIÓN
  - 2.1. Entidad
  - 2.2. Interrelaciones
  - 2.3. Atributos
  - 2.4. Dominios
3. RESTRICCIONES DEL MODELO ENTIDAD/INTERRELACIÓN
4. ELEMENTOS DE UN TIPO DE INTERRELACIÓN
  - 4.1. Grado de una Interrelación
  - 4.2. Tipo de Correspondencia  
Ejercicios BLOQUE 1
  - 4.3. Cardinalidad de un Tipo de Entidad  
Ejercicios BLOQUE 2
5. REDUNDANCIAS EN EL MODELO ENTIDAD/INTERRELACIÓN
6. TRATAMIENTO DE LAS INTERRELACIONES SUPERIORES A GRADO 2
7. EL MODELO ENTIDAD-RELACIÓN EXTENDIDO (EER)
  - 7.1. Nuevas restricciones sobre las interrelaciones
    - 7.1.1. Interrelaciones exclusivas
    - 7.1.2. Exclusión
    - 7.1.3. Inclusividad
    - 7.1.4. Inclusión
  - 7.2. Generalización/Especialización
    - 7.2.1. Introducción
    - 7.2.2. Procesos de generalización y especialización
    - 7.2.3. Estructuras jerárquicas- herencia
    - 7.2.4. Tipos de Generalización-especialización
    - 7.2.5. Algunas reglas de borrado e inserción de tuplas
  - 7.3. Agregación
8. CONSIDERACIONES SOBRE EL DISEÑO EN EL MODELO E/R  
Ejercicios BLOQUE 3

## 1. INTRODUCCIÓN

Fue elaborado en 1986, por Peter Chen y tiene por objeto el diseño de Bases de Datos a un nivel superior de abstracción, es decir, sin tener en cuenta consideraciones relativas a la máquina (nivel interno), ni consideraciones relativas a los usuarios (nivel externo).

El modelo entidad-interrelación describe el nivel conceptual. Es un modelo que se apoya en 2 elementos básicos:

- Entidades
- Interrelaciones.

## 2. ELEMENTOS DEL MODELO ENTIDAD / INTERRELACIÓN

### 2.1 ENTIDAD

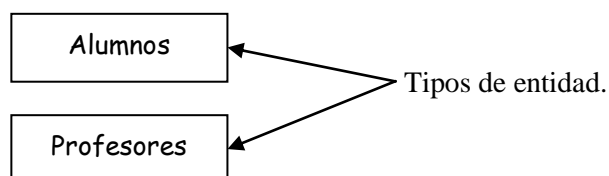
Llamamos entidad a cualquier objeto real o abstracto que existe en la realidad del objeto de estudio y acerca del que deseamos almacenar información en la base de datos.

La estructura genérica que describe al conjunto de ejemplares de la entidad, lo llamaremos **Tipo de Entidad**, y a cada uno de los ejemplares que forma el tipo de entidad, lo llamaremos **Entidad**.

Por ejemplo: Si el objeto que nos interesa estudiar está formado por alumnos, al conjunto de los alumnos, le llamamos tipo de entidad y a un alumno en concreto le llamamos entidad.

Cualquier elemento que esté bajo el estudio, un objeto en concreto, será una Entidad, y el conjunto de objetos del mismo tipo será el Tipo de Entidad.

Representación de los tipos de entidad:



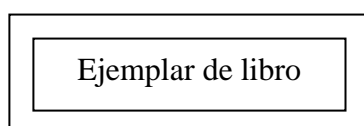
Podemos distinguir dos clases de entidades:

- **Fuertes**: son aquellas cuyos ejemplares tienen existencia por sí mismos (Alumnos y Profesores).
- **Débiles**: en las cuales la existencia de un ejemplar depende de que exista otro ejemplar de otra entidad.

Por ejemplo, Departamento (forma parte de una empresa), para que éste exista tendría que existir una empresa.

Otro ejemplo sería la entidad Ejemplar de libro, para que pueda existir es necesaria la existencia de la entidad Libro.

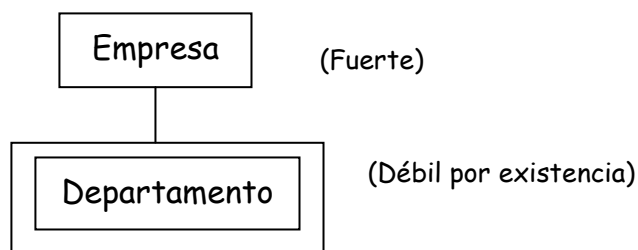
Las entidades débiles las representamos de esta forma:



Hay dos tipos de Entidades Débiles:

- **Por Existencia:** Cuando se requiere que existan ejemplares de otra entidad fuerte, para que esta exista.

Por ejemplo, el Departamento de una empresa.



Consideramos en el ejemplo, que no puede haber Departamentos, que no estén asociados a la entidad fuerte Empresa.

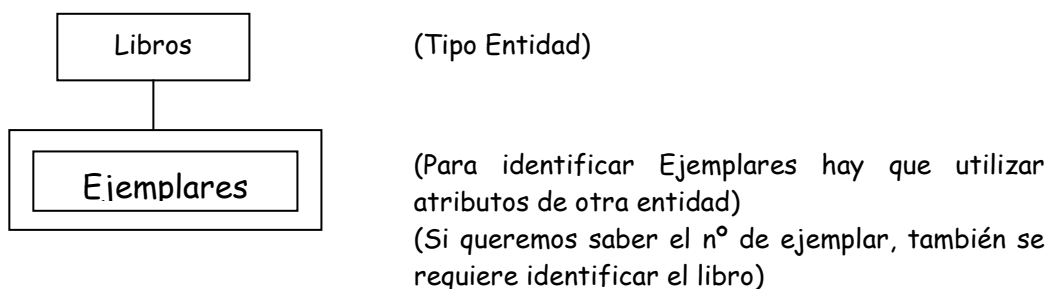
La debilidad por existencia supone que el borrado de un ejemplar del tipo de entidad fuerte, necesariamente implicará el borrado de los ejemplares asociados del tipo de entidad débil. (En el ejemplo, si se suprime una empresa, también se suprimirán los departamentos de esa empresa).

Lógicamente la supresión de un ejemplar de la entidad débil, no supone el borrado de la correspondiente entidad fuerte (En el ejemplo, si se suprime un departamento, no tiene porque suprimirse empresa alguna).

- **Por Identificación:** Una entidad es débil por identificación, cuando no se puede identificar por si misma. Para poder identificarse se requiere que se identifique la entidad fuerte asociada. En este caso es necesario por tanto añadir a la entidad algún atributo adicional, necesario para su identificación.

Cualquier entidad débil por identificación, lo es también por existencia.

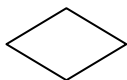
*Por ejemplo:* En el caso de varios ejemplares de un libro en una biblioteca. La entidad Ejemplares es débil por identificación, para identificar un ejemplar es necesario identificar también el libro.

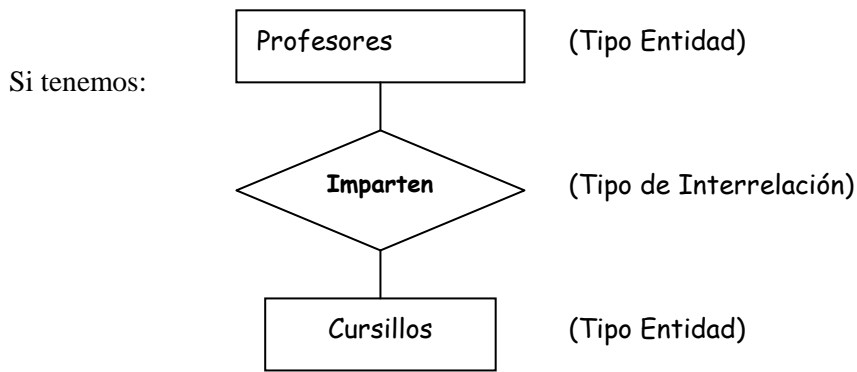


## 2.2 INTERRELACIONES

Se entiende por **Interrelación**, a la vinculación o correspondencia entre entidades. Se denomina **Tipo de Interrelación** a la estructura genérica que constituye un conjunto de interrelaciones. Por tanto, interrelación se refiere a una relación entre entidades y tipo de interrelación a la relación que existe entre tipos de entidades.

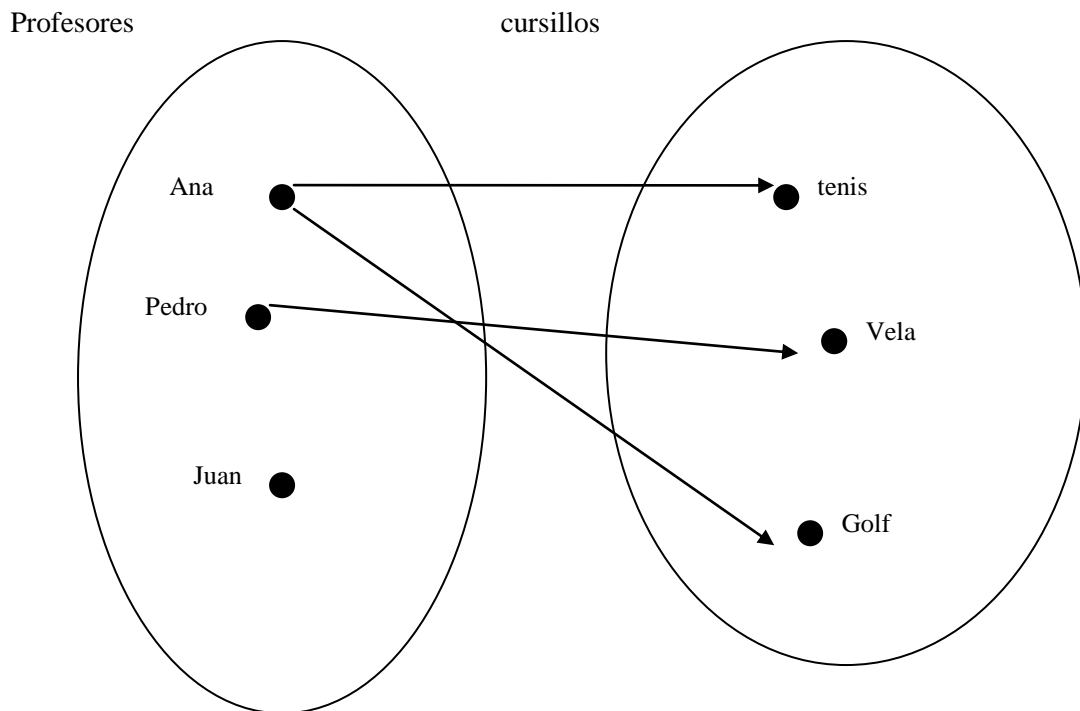
Se representa por un rombo, que contiene el nombre de la interrelación:





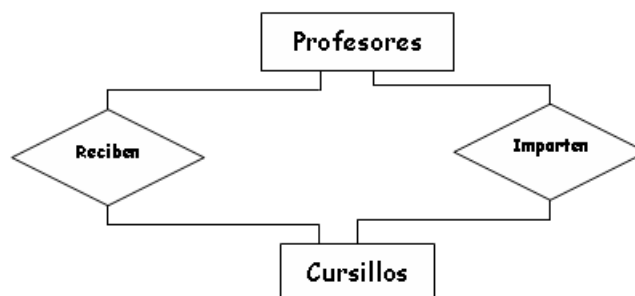
El tipo de interrelación Imparten, relaciona al conjunto de los Profesores con los Cursos que estos imparten, por otro lado, la relación entre una determinada entidad Profesores (por ejemplo el profesor Enrique) y una determinada entidad Cursos (por ejemplo el curso CASB) constituye una interrelación.

Podemos explicar mediante un diagrama, las interrelaciones y los tipos de interrelación.

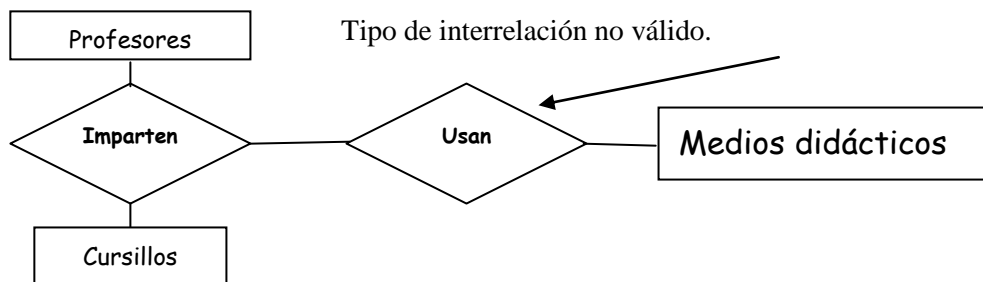


Una interrelación es una relación entre una entidad, (por ejemplo Ana) y otra (por ejemplo tenis) Tipo de interrelación se refiere al conjunto de interrelaciones.

Entre dos tipos de entidad puede haber más de un tipo de interrelación, por ejemplo, puede suceder que algún profesor además de impartir cursos, reciba algún curso.



Los tipos de interrelación, se establecen sobre entidades, no es válido por tanto establecer, por ejemplo, un tipo de interrelación entre un tipo de entidad y un tipo de interrelación.



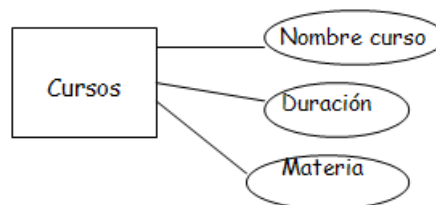
## 2.3 ATRIBUTOS

Cada una de las propiedades o características que tiene un tipo de entidad o un tipo de interrelación, se denomina **Atributo**, y éstos toman valores de los dominios. Cada tipo de entidad tendrá unas características o atributos.

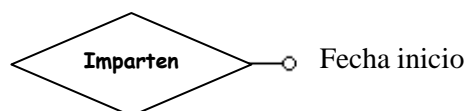
Los atributos los representamos por: —○



Algunos autores representan los atributos de la forma:



Los tipos de interrelaciones también pueden tener atributos, que se indican de la misma manera. Ver el fichero [Atributos interrelacion](#)

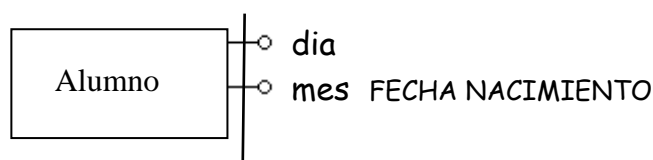


Podemos distinguir diferentes tipos de atributos:

### **-Simples y compuestos.**

Son atributos compuestos los formados por varios simples. Por ejemplo el atributo Fecha nacimiento, formado por los atributos simples día, mes y año.

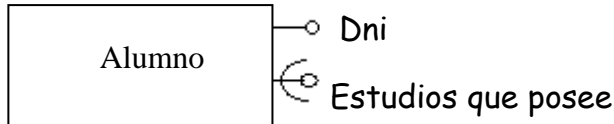
La utilización de atributos compuestos resulta de interés cuando nos interesa referirnos en unas ocasiones al atributo completo y en otras a solo una parte.



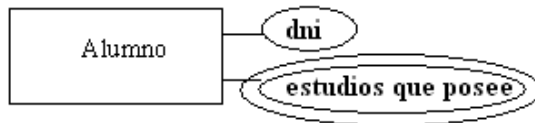
—○ año

### - Univaluados y multivaluados.

Un atributo multivaluado es aquel que puede tomar más de un valor para un ejemplar de una entidad. Por ejemplo para la entidad ALUMNO el atributo ESTUDIOS QUE POSEE puede tener más de un valor (bachillerato, formación profesional, etc.). Lo representamos de la siguiente forma:



También suele representarse de esta forma:



### - Elementales y calculados.

Son atributos calculados los que pueden obtenerse a partir de otros atributos elementales. Por ejemplo en la entidad GRUPO DE ALUMNOS el atributo número de alumnos puede obtenerse contando los alumnos el tipo de entidad ALUMNOS relacionada. Los atributos calculados no suelen formar parte de las bases de datos, (su valor se calcula cuando hace falta) aunque a veces lo hacen por razones de eficiencia.

### - Atributos con valor desconocido.

El valor de un atributo puede ser desconocido en un determinado momento, en ese caso se dice que el atributo permite valores nulos.

## 2.4 DOMINIOS

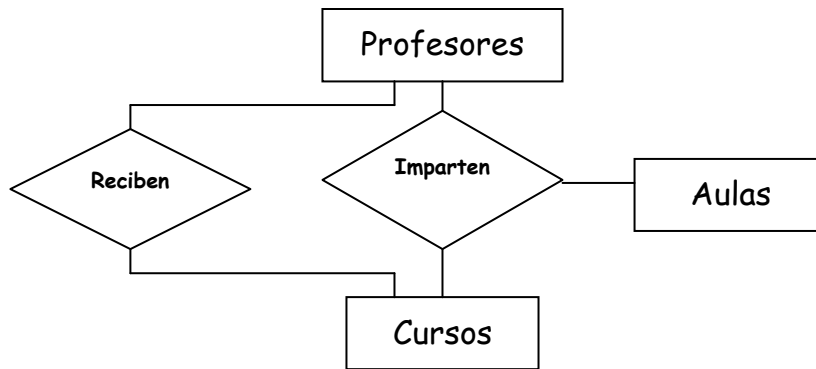
Cada tipo de entidad posee unas determinadas características, presentes en los ejemplares que la integran. Al conjunto de valores que puede tomar una característica, se denomina **Dominio**. Los dominios, al igual que los tipos de entidad y los tipos de interrelación tienen un nombre.

*Por ejemplo:* El tipo de entidad Profesor tiene unas características, (DNI, nombre, apellidos, fecha nacimiento, nacionalidad, etc.) cada una de estas características toma un valor para una determinada entidad (para un determinado profesor) de un conjunto de posibles valores (dominio).

Así, el valor, Española, para la característica nacionalidad corresponde al dominio Nacionalidades (Todas las nacionalidades posibles: Española, Francesa, Portuguesa etc.)

## 3. RESTRICCIONES DEL MODELO ENTIDAD/INTERRELACIÓN

I. Tiene como restricción inherente (Condición propia del modelo): sólo se pueden establecer tipos de interrelación entre tipos de entidad. En los extremos debe de haber un tipo de entidad.



No se pueden establecer por tanto interrelaciones entre una entidad y una interrelación o entre dos interrelaciones.

- II. El modelo obliga a que todas las entidades tengan un identificador, es decir un atributo clave (clave principal) que identifique a una entidad, diferenciándola del resto de entidades del mismo tipo.

Por ejemplo: La entidad Profesor puede tener como atributo clave el DNI.

Se señalan los atributos clave de esta manera: —●



- III. Los posibles valores que puede tomar un atributo, se establecen mediante los de dominios. La definición de un dominio, permite limitar los valores que puede tomar un atributo

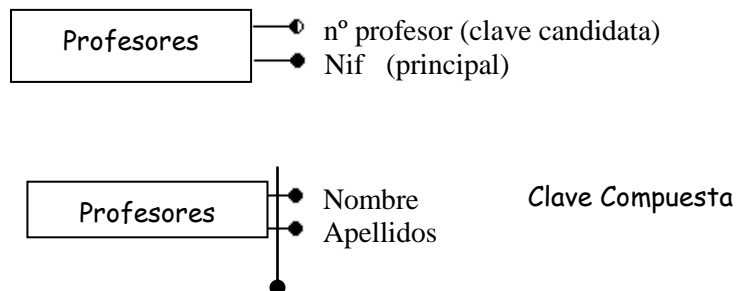
- IV. Entre los atributos de un tipo de entidad pueden existir uno o varios que identifiquen a cada uno de los ejemplares del tipo de entidad; a cada atributo que pueda distinguir inequívocamente a un ejemplar se le denomina **clave candidata**. Cuando una clave candidata es compuesta, estará formada por el número mínimo de atributos necesarios para identificar la entidad.

Por ejemplo para la entidad PROFESOR, podemos señalar como claves candidatas el Nif, el nº del profesor, su nombre y apellidos (suponiendo que no exista más de un profesor con el mismo nombre y apellidos)

- V. Entre las claves candidatas, se selecciona una como **clave principal** y el resto seguirán como claves candidatas.

Representaremos las claves candidatas de la siguiente manera: —●

Por ejemplo:



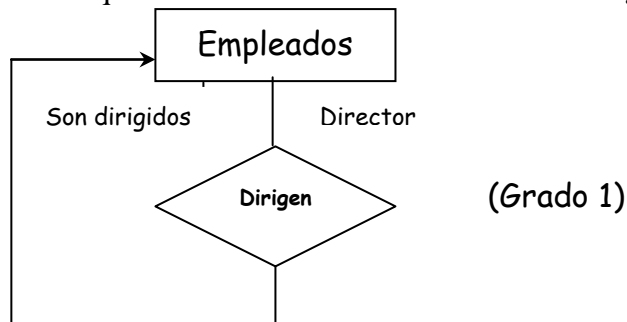
## 4. ELEMENTOS DE UN TIPO DE INTERRELACIÓN

### 4.1 GRADO DE UNA INTERRELACIÓN

Es el número de entidades que participan en el tipo de interrelación.

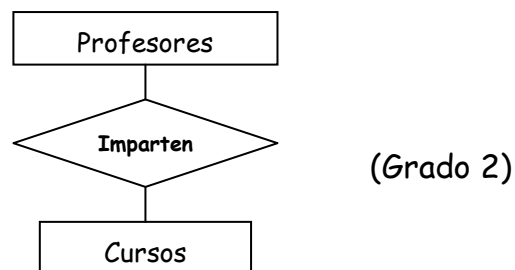
- **Interrelaciones de grado 1 (unarias):** Interviene una única entidad, son las llamadas interrelaciones reflexivas o recursivas.

Ejemplo: Empleados que tienen la condición de directores dirigen a otros empleados.

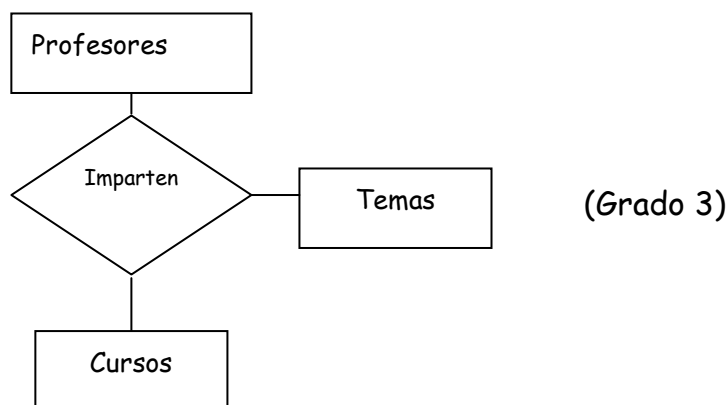


En ocasiones es conveniente para aportar una mayor claridad al modelo, especialmente en las interrelaciones reflexivas, indicar el papel que juega cada tipo de entidad en la interrelación, en el ejemplo expresamos el papel con las etiquetas “Son dirigidos” y “Director”.

- **Interrelaciones de grado 2 (binarias):**



- **Interrelaciones de grado superior a 2:**





## 4.2 TIPO DE CORRESPONDENCIA

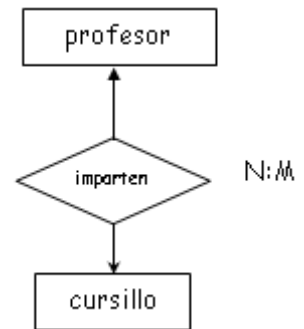
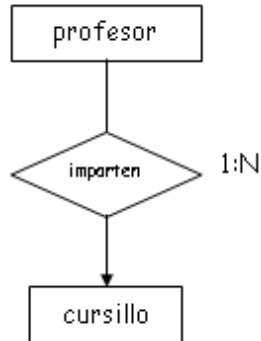
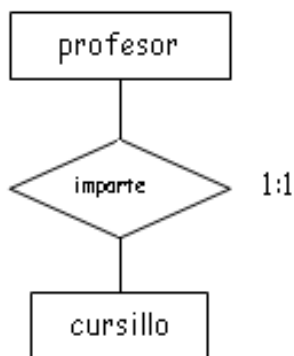
En un tipo de interrelación, llamamos tipo de correspondencia, al número máximo de ejemplares de un tipo de entidad que pueden estar relacionados con un ejemplar del otro tipo de entidad.

Diferentes tipos de correspondencia, suponen diferentes significados en una interrelación, por ejemplo, sea la interrelación *imparte* que relaciona las entidades *cursillo* y *profesor*:

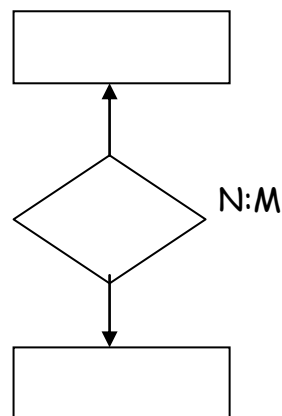
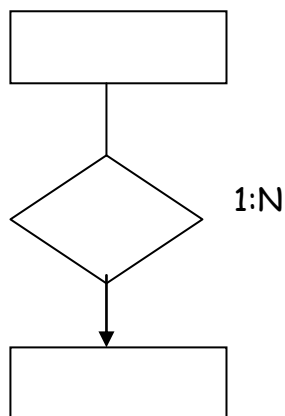
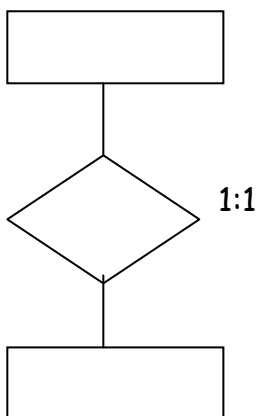
**Interrelación 1:1.** - Significa que un cursillo solo lo puede impartir un único profesor y un profesor imparte solo puede impartir un único cursillo. (Es posible no obstante que un profesor no imparte curso alguno, o que un cursillo no tenga asignado ningún profesor).

**Interrelación 1:N** .- Significa que un profesor puede impartir varios cursillos, y por otra parte que un cursillo puede ser impartido por un único profesor.

**Interrelación N:M** .- Significa que un profesor puede impartir varios cursillos, y por otra parte que un cursillo puede ser impartido por varios profesores



El tipo de correspondencia lo representamos mediante una etiqueta o con una flecha.



Dibuja, siguiendo la notación del modelo ER, las siguientes situaciones, indicando relaciones, entidades, atributos (claves primarias, candidatas)...

- Ejercicio 1.- Representar la relación existente entre editoriales y los libros que editan, de los editoriales nos interesa conocer, su nombre, dirección y nif. De los libros nos interesa conocer su ISBN, título y edición.
- Ejercicio 2.- Representar la relación entre clientes (nos interesa su nif, nº cliente, nombre y dirección) y los productos que compran (nos interesa el código de producto, su nombre y su precio).
- Ejercicio 3.- Representar la relación entre conferenciantes (Nif, dirección, Telf.) que imparten temas (nombre tema, horas) en instituciones (nombre institución, dirección). Cada conferenciante sólo imparte temas en una institución y un tema lo pueden impartir varios conferenciantes.
- Ejercicio 4.- Un curso (Código curso, nombre) tiene un tutor (nif, nombre).
- Ejercicio 5.- Un jugador de fútbol (nº dorsal, nombre puesto) capitanea a otros jugadores.
- Ejercicio 6.- Igual que en el caso anterior, pero considerando que un capitán lo es en determinados partidos.
- Ejercicio 7.- Se prestan libros (código libro, título, editorial) a alumnos (DNI, nº matrícula, nombre, curso) y se desea saber la fecha de préstamo y de devolución del libro).
- Ejercicio 8.- Un profesor (Código, nombre, DNI y Tfno de contacto) puede impartir varios cursos (Edición del curso, denominación, Fecha impartición) en diferentes fechas. Un mismo curso lo pueden impartir varios profesores, en distintas fechas.
- Ejercicio 9.- Un científico (Código, Dni, Nombre, Especialidad) pertenece a un único departamento (Código, Nombre – no hay 2 departamentos con el mismo nombre-, ubicación y horario). A un departamento pertenecen varios científicos.
- Ejercicio 10.- Un químico puede dirigir un departamento, en el caso de que lo haga, sólo dirigirá uno. Todo departamento tiene que tener un director.
- Ejercicio 11.- Un matrimonio es la unión entre un hombre y una mujer. No todos los hombres ni todas las mujeres están casados/as.
- Ejercicio 12.- Toda localidad (Código, nombre) pertenece a un única provincia (Número, nombre y puede ser su capital; una provincia tendrá 1 ó varias localidades y una sólo localidad como capital.
- Ejercicio 13.- Un jugador juega en un único equipo, y el equipo es entrenado por un sólo entrenador; pero un entrenador puede entrenar varios equipos, y un equipo está formado por varios jugadores. Del jugador nos interesa su Dni, número de dorsal y nombre; del equipo el nombre (único) y la ciudad de dónde es; del entrenador se almacenará su código de entrenador, nombre y la edad.

- Ejercicio 14.- Un soldado (Dni, nombre, rango, fecha ingreso) pertenece a una determinada compañía (número, nombre y actividad). El soldado está en un único cuartel (número de cuartel, nombre, dirección y teléfono) y en un cuartel puede haber varios soldados.
- Ejercicio 15.- Se desea almacenar información sobre buques petroleros y las refinerías donde éstos realizan operaciones de descarga de crudo. Un buque puede descargar combustible en cierta cantidad y en una determinada fecha en una de varias refinerías. En una misma refinería pueden descargar varios buques. Los buques se identifican mediante una matrícula naval y las refinerías mediante un código.
- Ejercicio 16.- Se desea almacenar información sobre personas y sus viviendas en propiedad. Supondremos que una vivienda tan solo puede pertenecer a una persona y que no toda persona debe ser obligatoriamente propietaria de al menos una vivienda
- Ejercicio 17.- Vamos a modelar unas pequeñas situaciones referentes a un hospital:
  - Los pacientes que son ingresados se curan en las camas (un paciente sólo puede ocupar una cama y en una cama sólo puede estar un paciente, en una fecha concreta) Del paciente interesa su DNI, Nº de historial, nombre y dolencia; de la cama un número.
  - El personal sanitario atiende a los pacientes. Un paciente puede ser atendido por varios sanitarios y un sanitario, normalmente, atenderá a varios pacientes. Del personal sanitario se guardará su número de colegiado, dni, nombre, especialidad y antigüedad. De la interrelación paciente-sanitario es interesante almacenar la fecha de ingreso y fecha de alta.
- Ejercicio 18.- En un aeropuerto, los técnicos de mantenimiento (Código de empleado, nombre, DNI, fecha de alta, puesto de trabajo) supervisan a los aviones (código del avión, nombre comercial, lugar de origen, lugar de destino, fecha y hora de salida, fecha y hora de llegada). Como un técnico puede supervisar varios aviones y un avión será supervisado por varios técnicos hay que almacenar la fecha y hora de la supervisión y el nombre del vuelo. A los aviones también hay que guardar el número de plazas que tienen.

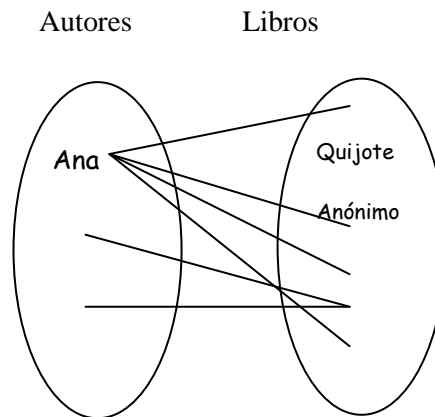
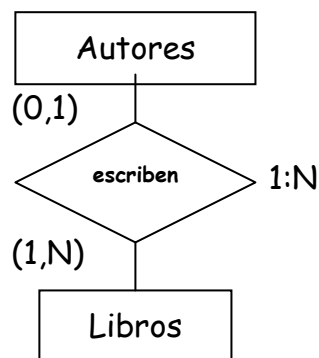
### 4.3 CARDINALIDAD DE UN TIPO DE ENTIDAD

El concepto de cardinalidad, es un poco más amplio, que el de tipo de correspondencia, dado que además de tener en cuenta el máximo de ejemplares de otra entidad que pueden relacionarse con un ejemplar de una entidad, tiene también en cuenta el mínimo número de ejemplares.

Podemos definirlo como el número mínimo y máximo de ejemplares de un tipo de entidad que pueden estar interrelacionados con un ejemplar del otro (u otros), tipo de entidad que participa en la interrelación. Lo representamos entre paréntesis, “( )”, por ejemplo, (1,1), (0,1), (0,N) y (1,N). El primer número entre paréntesis, representa la cardinalidad mínima (mínimo número de ejemplares relacionados) y el segundo representa la cardinalidad máxima, ésta coincide con el tipo de correspondencia. Podemos, por tanto, considerar redundante expresar el tipo de correspondencia, si expresamos las cardinalidad.

Diferentes cardinalidades, suponen diferentes significados de la realidad que se representa, por ejemplo, sea la interrelación:

Autores escriben Libros:

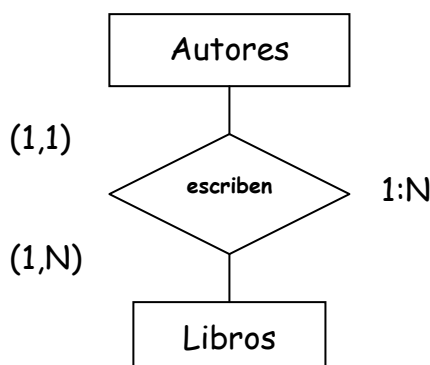


Lo que expresa la cardinalidad (0,1) para Autores, es que un Libro será escrito como mínimo por cero autores y como máximo por un autor. (Por lo tanto expresa que puede haber libros anónimos y que en cambio no puede haber libros escritos por varios autores.

Lo que expresa la cardinalidad (1,N) para Libros, es que un autor debe tener escrito al menos un libro y puede tener escritos varios.

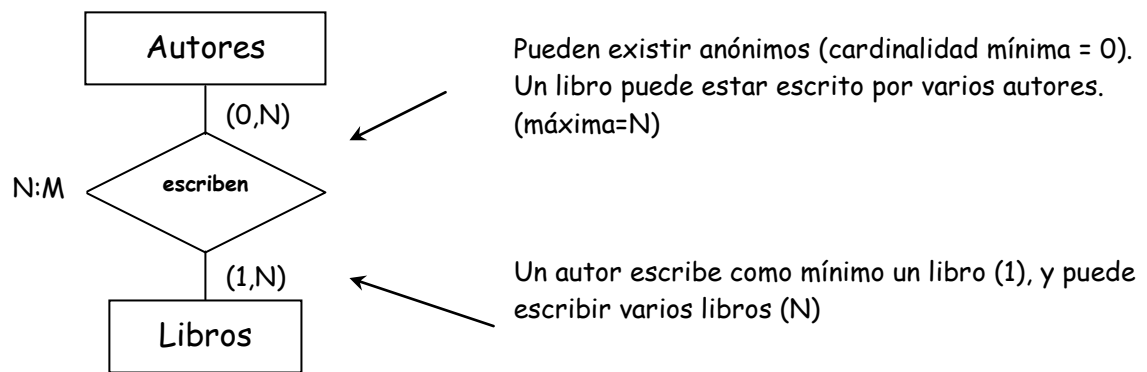
Se puede observar que las cardinalidades máximas de autores (1) y de libros (N), se corresponden con el tipo de correspondencia.

Si la realidad a representar, fuera diferente, por ejemplo, si no puede haber libros anónimos, la cardinalidad mínima de libros sería 1.



Un libro es escrito como mínimo por un autor y como máximo por un autor.

Para expresar la posibilidad de que un libro pueda estar escrito por varios autores, y considerando también la posible existencia de libros anónimos, tendríamos las siguientes cardinalidades:



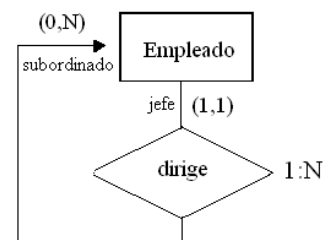
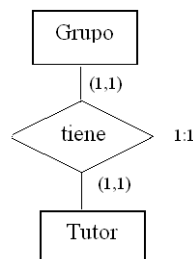
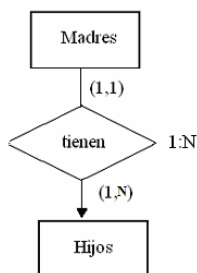
Como siempre sucede, el valor máximo de la cardinalidad corresponde con el tipo de correspondencia.

### OTROS EJEMPLOS:

1.- Madres tienen hijos.

2º.- Grupos de alumnos tienen tutor.

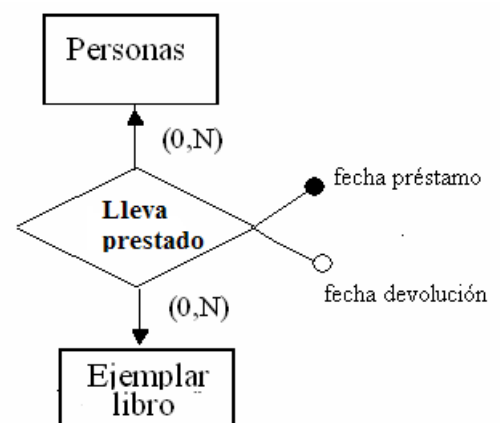
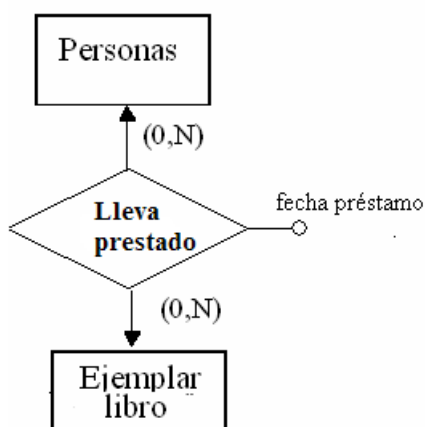
3º.- Empleados, con funciones de jefe, dirigen a empleados subordinados.



El transcurso del tiempo, que hay que considerar con atención en los diagramas del modelo entidad-relación, puede cambiar las cardinalidades entre las entidades, por ejemplo: sea una biblioteca, en la que se prestan libros.

- Si la base de datos debe reflejar los libros prestados en un momento dado.

- Si la base de datos debe reflejar todos los libros prestados.  
(Un libro se puede devolver y se presta a otra persona)



Observar además, que dado que un libro puede ser prestado en diferentes ocasiones a la misma persona, es necesario considerar la fecha de préstamo como parte de la clave principal.

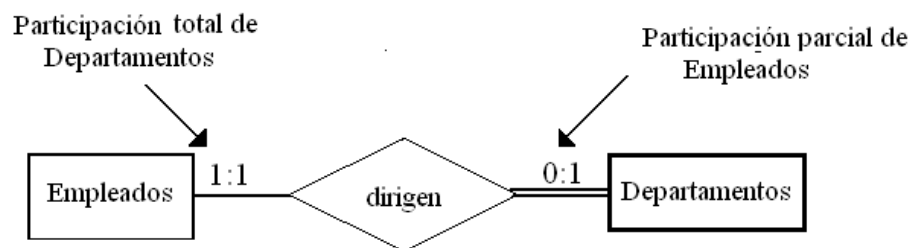
**Participación total o parcial de una entidad en una interrelación.** - Decimos que una entidad participa de forma total en una interrelación cuando todos sus ejemplares participan en la interrelación con al menos un ejemplar de la otra entidad, en caso contrario decimos que la participación es parcial.

Ejemplo: Supongamos el caso de una empresa en la que cada departamento tiene un empleado que lo dirige.

Todas las ocurrencias de Departamentos participan en la interrelación, (todos los departamentos son dirigidos por un empleado) por tanto el tipo de entidad Departamentos participa de forma total.

Hay ocurrencias de Empleados que no participan en la interrelación, por ello decimos que participa de forma parcial (no todos los empleados dirigen algún departamento).

Algunos autores indican la participación total con una línea doble, como aparece en la figura (en realidad la participación total o parcial nos lo indican las cardinalidades mínimas).



**Ejercicio 1.-** Se desea diseñar una bdd para una Universidad que contenga información sobre los alumnos (Número de expediente, DNI, Nombre y apellidos, dirección y un teléfono de contacto), las asignaturas que pueden cursarse (código, nombre, número de horas) y las carreras que se pueden estudiar (nombre, duración, proyecto (sí o no)).

Construir el modelo E-R correspondiente teniendo en cuenta las siguientes restricciones:

- un alumno puede estar matriculado en varias asignaturas.
- Una asignatura sólo puede pertenecer a una carrera
- Una carrera estará formada por muchas asignaturas
- Se quiere almacenar la nota que obtiene un alumno en cada asignatura.

**Ejercicio 2.-** Se desea diseñar una base de datos para una Universidad que contenga información sobre los alumnos (Número de expediente, DNI, Nombre y apellidos, dirección y un teléfono de contacto), las asignaturas (código, nombre, número de horas) y los profesores (Número de registro, Dni, nombre completo, dirección y teléfono). Construir un modelo E-R teniendo en cuenta las siguientes restricciones:

- una asignatura puede estar impartida por varios profesores
- 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.
- No existen asignaturas con el mismo nombre
- Un alumno no puede estar matriculado en la misma asignatura con dos profesores distintos.

**Ejercicio 3.-** Supongamos el siguiente universo del discurso sobre municipios, viviendas y personas.

- Cada persona sólo puede habitar en una vivienda
- Una vivienda sólo puede estar en un municipio
- Una persona puede ser dueña de varias viviendas
- En los municipios puede haber casas abandonadas y viviendas con varias personas
- Todos los municipios, objeto de este estudio, tienen al menos una vivienda.

**Ejercicio 4.-** A partir del siguiente enunciado se desea realizar el modelo Entidad-Relación:

“Una empresa vende productos a varios clientes. Se necesitan conocer los datos personales de los clientes (nombre, apellidos, dni, dirección y fecha de nacimiento, así como un teléfono de contacto). Cada producto tiene un nombre y un código concretos, además de un precio unitario y de la fecha de caducidad. Un cliente puede comprar varios productos a la empresa, y un mismo producto puede ser comprado por varios clientes. En la compra de un producto interesa saber la cantidad comprada por el cliente.

Los productos son suministrados por diferentes proveedores. Se debe tener en cuenta que un producto sólo puede ser suministrado por un proveedor, y que un proveedor puede suministrarnos diferentes productos. De cada proveedor se desea conocer su Nif, nombre, dirección, teléfono de contacto, así como la cantidad que le habíamos pedido y la que finalmente nos suministró, y cuando nos la proporcionó.

**Ejercicio 5.-** Interesa recoger información sobre películas (título, fecha de realización, código que la identifica, país e idioma, y lugares en los que se rodó), actores que trabajan en las películas (nombre del actor, fecha de nacimiento, teléfono, lugar de nacimiento, idiomas que habla) y sobre los directores que dirigen las películas (nombre, teléfono, dirección, nacionalidad).

Además se tienen en cuenta estas consideraciones:

- Suponemos que recogemos información sobre las películas sin que dispongamos de los datos de los actores que trabajan en ellas
- Se guardan los datos de las películas aunque no sepamos quienes las han dirigido.
- Se podrán almacenar actores sin disponer de datos sobre sus películas
- No recogemos información sobre los directores a menos que registremos información sobre alguna de sus películas.
- Un actor realiza un papel concreto en cada película en la que actúa

**Ejercicio 6.-** Se desea diseñar la base de datos de un instituto. En la bdd se van a guardar los datos de los profesores del Instituto (DNI, nombre, dirección, teléfono, titulación y fecha de incorporación). Los profesores imparten módulos, y cada módulo tiene un código, un nombre y un número de horas.

Los alumnos que se matriculan en los módulos (un alumno puede matricularse en uno o varios módulos) deberán reconocerse a través del número de expediente, además tienen estos otros datos: el dni, nombre completo, fecha y lugar de nacimiento, dirección, teléfono y dirección de correo electrónico.

Un profesor puede impartir varios módulos, pero un módulo sólo puede ser impartido por un profesor.

Un alumno puede o no ejercer de delegado del resto de sus compañeros.

**Ejercicio 7.-** A partir del siguiente supuesto diseñar el modelo ER correspondiente:

“Se desea diseñar una bdd para almacenar y gestionar la información manejada por una empresa dedicada a la venta de automóviles, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- La empresa dispone de una serie de coches para su venta. Se necesita conocer la matrícula, marca y modelo, el color y precio de venta de cada coche, así como su stock actual.
- Los datos que interesa conocer de cada cliente son el Nif, nombre, dirección, ciudad y número de teléfono; además, los clientes se diferencian por un código interno que la empresa les asocia y que se incrementa automáticamente cuando un cliente se da de alta por 1ª vez en ella.
- Un cliente puede comprar tantos coches como desee a la empresa. Un coche determinado sólo puede ser comprado por un único cliente.
- El concesionario también se encarga de llevar a cabo las revisiones que se realizan a cada coche. Cada revisión tiene asociado un código que se incrementa automáticamente por cada revisión que se haga. De cada revisión es necesario saber si se ha hecho cambio de filtro, cambio de aceite, cambio de frenos u otros.
- Un coche puede pasar varias revisiones en el concesionario, si bien hay que guardar la fecha de cada una de esas revisiones y el resultado obtenido.

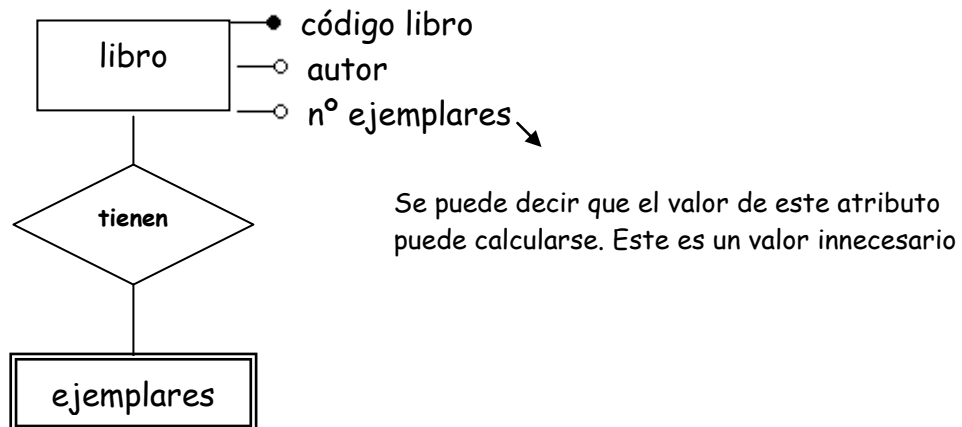


## 5. REDUNDANCIAS EN EL MODELO ENTIDAD/INTERRELACIÓN

Debemos eliminar en nuestro esquema Entidad/interrelación todos aquellos elementos que resulten redundantes, es decir información duplicada que pueda ser suprimida sin pérdida de información.

Podemos hablar de dos tipos de Redundancias:

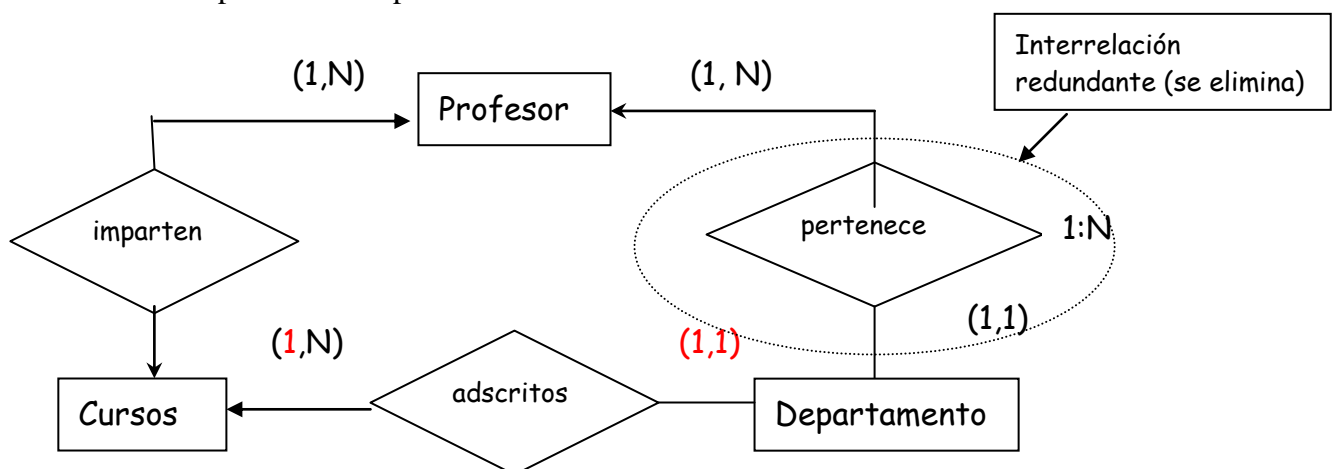
- ✚ **Atributos derivados o calculados:** Son aquellos que pueden obtenerse a partir de otros ya existentes. Si tenemos una relación:



Aunque en el modelo relacional se recomienda su eliminación, a veces por razones de eficiencia, se pueden mantener los atributos derivados, normalmente cuando son datos que se consultan mucho y que por el contrario no requieren ser actualizados a menudo.

- ✚ **Interrelaciones Redundantes:** Se dice que una interrelación es redundante cuando se puede suprimir sin pérdida de información. Para que una interrelación sea redundante, es necesario pero no suficiente que forme parte de un ciclo.

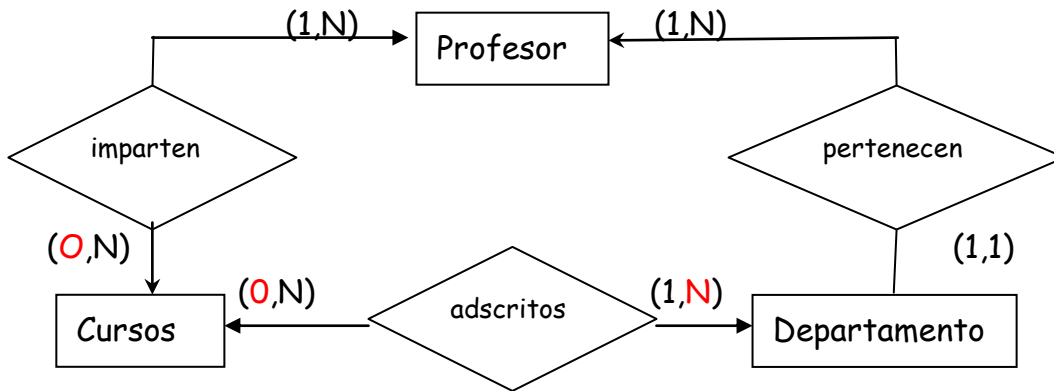
Ejemplo: Un profesor solo puede impartir cursos de doctorado, que están adscritos al departamento al que pertenece. Todos los profesores imparten cursos.



Esto es un ciclo y hay determinada información que se puede eliminar, si todos los profesores imparten cursos y los cursos pertenecen a un determinado departamento, esa información es redundante, si sabemos que curso imparte un profesor, sabemos a que departamento pertenece.

En el siguiente caso no hay redundancias, pues al suprimir la relación pertenecen, habría pérdida de semántica. En este ejemplo no se sabría que profesor pertenece a cada departamento, pues:

- No todos los profesores imparten cursos.
- Los cursos no se adscriben a un departamento concreto.
- Un departamento puede no tener adscrito curso alguno.



## 6. TRATAMIENTO DE LAS RELACIONES SUPERIORES A GRADO 2

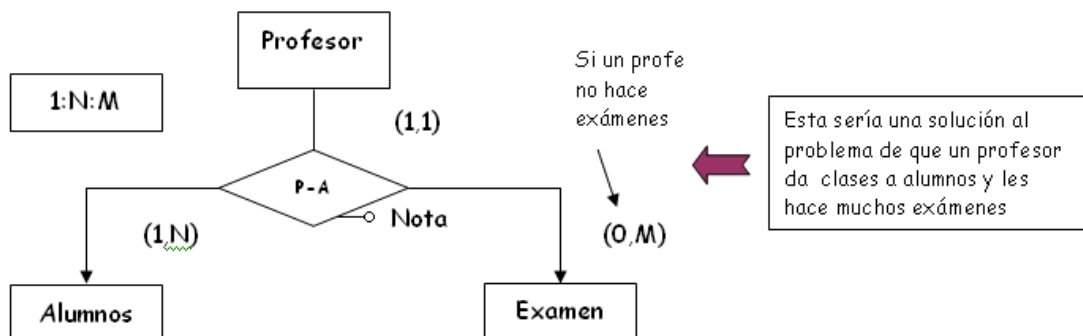
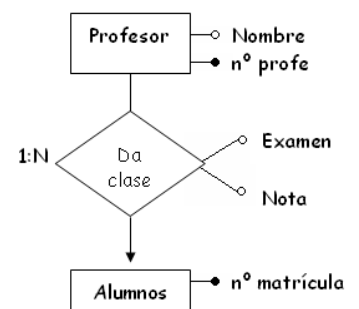
En ocasiones las relaciones de grado superior a 2, pueden tratarse como interrelaciones de grado 2.

Consideremos el caso de un profesor que da clase a varios alumnos, mientras un alumno tiene un único profesor:

Si nos interesa saber también el examen y la nota, podríamos resolverlo poniendo atributos en la interrelación y podemos recoger información de un examen y una determinada nota.

Si existen muchos exámenes y notas para cada examen, necesitamos crear una nueva interrelación de grado superior a dos, concretamente de grado 3.

Considerando como entidades: alumnos, profesores y examen; y la nota puede considerarse como un atributo de la interrelación.



Las cardinalidades del ejemplo nos indican:

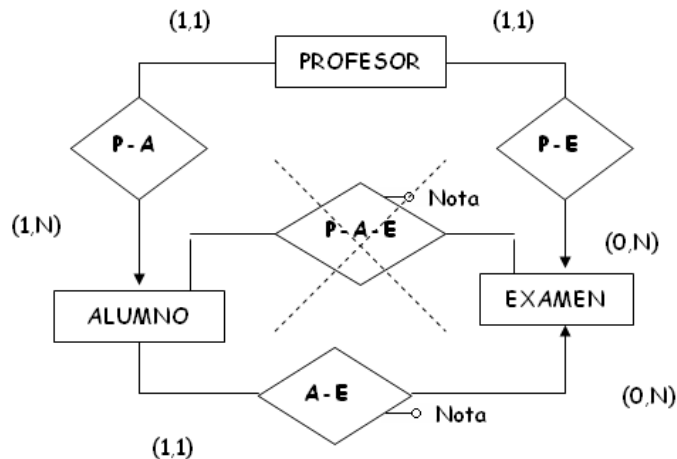
- Para la entidad profesor: Un alumno hace un examen concreto con un único profesor y siempre con un profesor.
- Para la entidad alumnos: Un profesor pone un examen como mínimo a un alumno, o puede ponerlo a varios.
- Para la entidad examen: Un profesor a un alumno puede no hacerle ningún examen o puede hacerle varios.

## Descomposición de relaciones de grado 3 a grado 2

Los profesores tienen relación con los alumnos, un profesor tiene muchos alumnos y un alumno tiene un único profesor.

Con estas interrelaciones, sabemos toda la información que nos interesa sobre: alumnos, profesores y exámenes.

La nota es un atributo de la interrelación A-E.



## 7. EL MODELO ENTIDAD-RELACIÓN EXTENDIDO (EER).

El modelo entidad-relación mejorado o extendido (EER), consiste en una ampliación del modelo entidad relación que incorpora algunos conceptos nuevos como son:

- Nuevas restricciones de las interrelaciones.
- Concepto de Especialización y Generalización.
- Agregación.

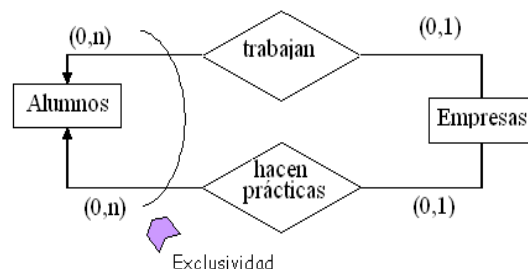
### 7.1 NUEVAS RESTRICCIONES SOBRE LAS INTERRELACIONES

Su establecimiento, pretende contemplar determinados aspectos de la realidad que quiere representar el modelo entidad relación.

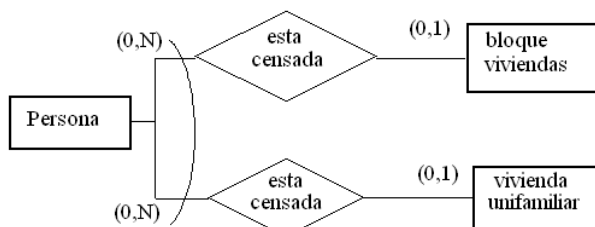
#### 7.1.1.- INTERRELACIONES EXCLUSIVAS

Las interrelaciones que relacionan entidades, no siempre son independientes, decimos que existe exclusividad, cuando un determinado ejemplar de un tipo de entidad se relaciona con otro exclusivamente a través de un tipo de interrelación, excluyendo otros tipos de interrelación.

P.ej., supongamos el caso de alumnos que trabajan o realizan las prácticas en empresas. Podemos expresar que un alumno solo puede trabajar o bien hacer prácticas en empresas (nunca las dos cosas a la vez) mediante la exclusividad. La representamos mediante un arco que une las interrelaciones afectadas por la exclusividad.



También puede haber exclusividad, en interrelaciones de una entidad con otras entidades diferentes:

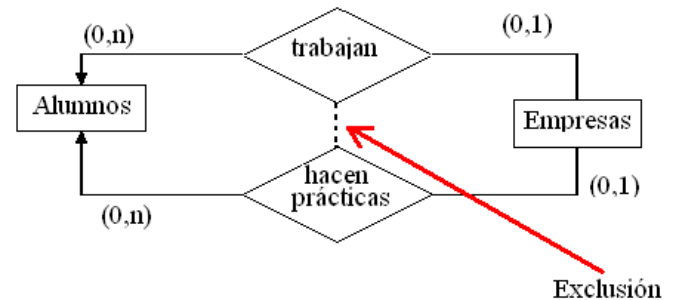


Se indica aquí que una persona puede estar censada en un bloque de viviendas o en una vivienda unifamiliar, hay una relación de exclusividad, por tanto no está permitido que una persona pueda estar censada simultáneamente en los dos tipos de entidad.

### 7.1.2.- EXCLUSIÓN

Indica que un ejemplar de una entidad puede participar en dos interrelaciones, pero un ejemplar de una entidad solo puede participar en una de las interrelaciones con un determinado ejemplar de la otra entidad.

Ejemplo: Un alumno puede trabajar en una empresa y al mismo tiempo puede hacer prácticas en una empresa (no existe pues exclusividad) pero no puede trabajar y hacer las prácticas en la misma empresa. Lo representaríamos con ----- uniando las interrelaciones.

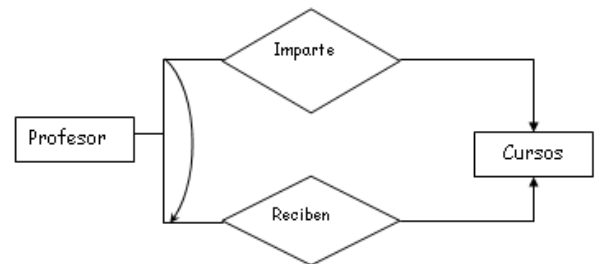


Paralelamente a la exclusividad y exclusión, podemos hablar de inclusividad e inclusión.

### 7.1.3.- INCLUSIVIDAD

Todos los ejemplares de entidades que participan en uno de los tipos de interrelaciones, tiene que necesariamente participar en el otro.

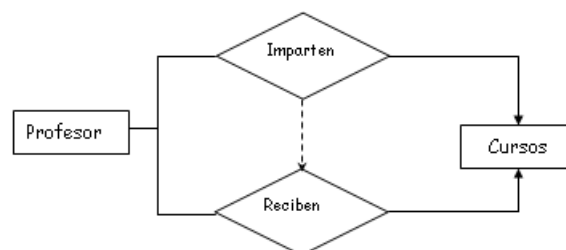
Ejemplo: Sólo pueden impartir cursos aquellos profesores que hayan realizado por lo menos un curso (no necesariamente el mismo). Se representará así:



### 7.1.4.- INCLUSIÓN

En el ejemplo representaría el caso en que un profesor que imparte un curso, tiene que haber recibido ese mismo curso.

Se representaría así:



## **7.2.- GENERALIZACIÓN/ESPECIALIZACIÓN**

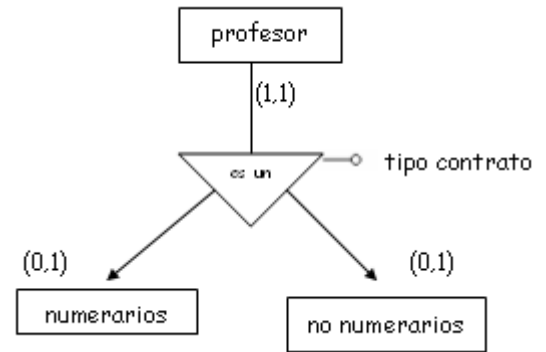
### **7.2.1.- Introducción.**

Un tipo de entidad, que podemos llamar Supertipo o Superclase, se puede considerar en ocasiones, formada por agrupamientos de ejemplares, con características comunes, a cada uno de estos agrupamientos les llamaremos Subtipo o Subclase.

Por ejemplo: Si tenemos Profesores y queremos destacar que hay profesores numerarios y no numerarios. La entidad Profesor sería el supertipo, y Profesor-numerario o Profesor-No numerario serían los subtipos.

La Generalización/especialización, lo podemos considerar como un caso especial de interrelación entre el supertipo y sus subtipos. El supertipo tendrá las características comunes y los subtipos las características específicas de cada subtipo.

La interrelación que se establece entre los Subtipo y los Supertipo, se corresponde a la noción de “es un” y la se representamos mediante un triángulo de esta manera



Las cardinalidades son siempre (1,1) para el supertipo y (0,1) para los subtipos.

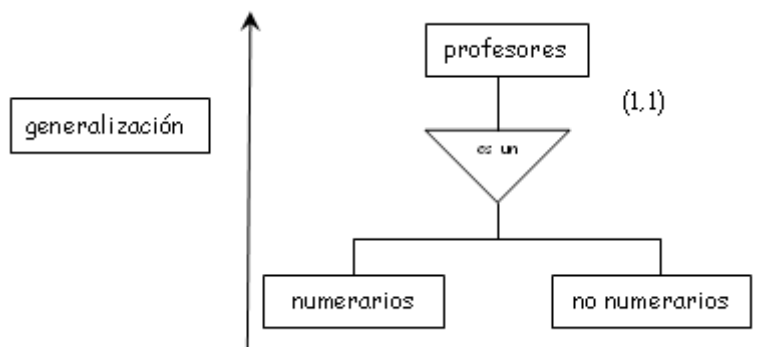
La especialización/generalización permite la representación de las estructuras de tipo jerárquico que existen en la realidad.

### 7.2.2.- Procesos de generalización y especialización.

La aparición de la estructura jerarquía que representa la especialización/generalización puede surgir de dos formas distintas:

**1º) Por un proceso de generalización.** Nos referimos al proceso de diseño a través del que se observa que dos o más tipos de entidad comparten atributos e interrelaciones y se deduce la existencia de una entidad de nivel superior (Supertipo).

En el ejemplo anterior, tenemos dos tipos de profesores: numerarios y no numerarios, mediante el proceso de generalización, deducimos que hay un Supertipo, lo hacemos, observando la existencia de unos atributos (o interrelaciones) que son comunes a todos los ejemplares y otros específicos de cada subtipo.

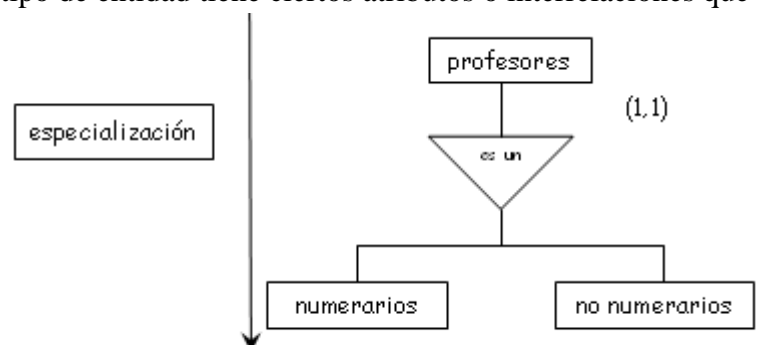


Creamos el Supertipo, tomando los atributos comunes de los Subtipos.

La generalización se corresponde por tanto con un tipo de diseño de abajo-arriba ( Bottom-up).

**2º) Proceso de Especialización.** Se trata aquí de un tipo de diseño contrario al de la generalización, surge cuando se observa que un tipo de entidad tiene ciertos atributos o interrelaciones que son característicos para unos ejemplares, pero no para otros. En este caso se pueden crear subtipos que contengan los atributos e interrelaciones específicos, y un supertipo que contendrá todos los atributos e interrelaciones comunes a todos los subtipos.

La generalización se corresponde por tanto con un tipo de diseño de arriba- abajo (top-down).



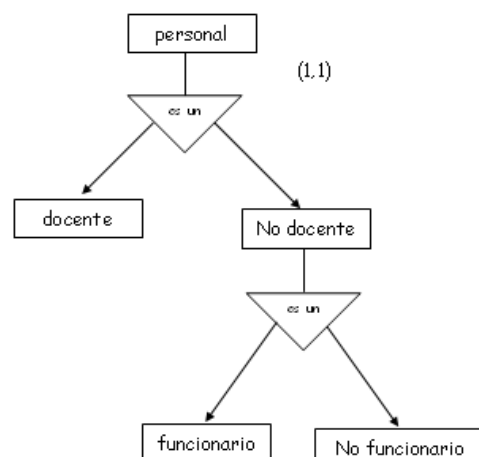
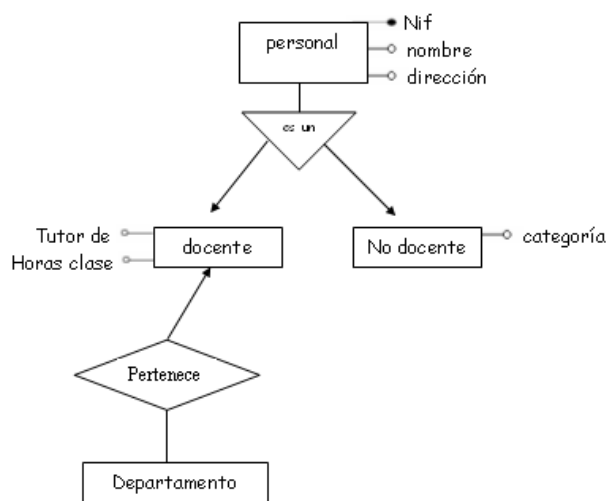
### 7.2.3.- Estructuras jerárquicas- herencia.

Los subtipos, a su vez pueden funcionar como supertipos de otras estructuras jerárquicas.

Como vemos, los supertipos contienen todas las características (atributos e interrelaciones) que son comunes a los subtipos. Podemos pues hablar de herencia, pues cualquier característica que añadamos al supertipo, es heredada por los subtipos.

A los subtipos se le asignaran los atributos e interrelaciones que les son específicos.

En este ejemplo, el supertipo personal, tiene atributos (Nif, nombre, dirección) que heredan los subtipos, docente (con características propias: tutor de, Horas de clase y la interrelación pertenece) y No docente (con atributo propio: categoría).

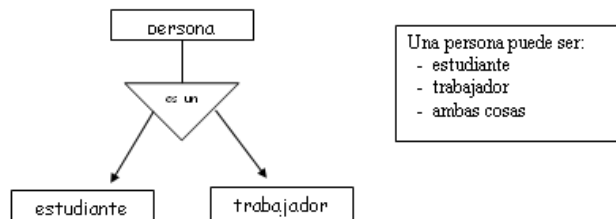



### 7.2.4.- Tipos de Generalización-especialización.

Podemos hablar de cuatro tipos de Generalización-especialización, en función de si existe solapamiento y de si hay totalidad.

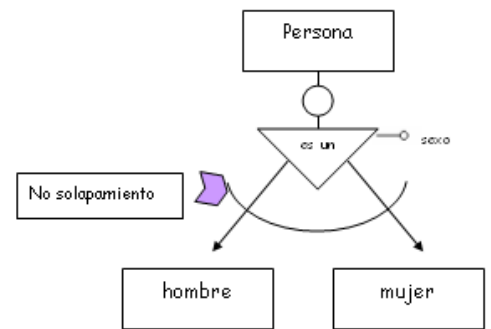
#### a) Según exista solapamiento:

- Existe **SOLAPAMIENTO** cuando un ejemplar de una entidad puede pertenecer a varios subtipos.




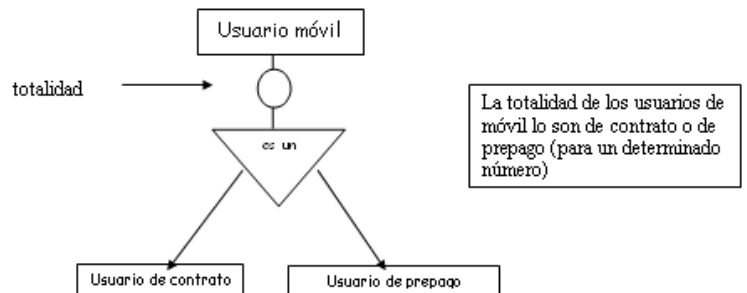
- **NO HAY SOLAPAMIENTO:**  cuando una entidad, sólo puede pertenecer a un subtipo. Los subtipos serían no solapados o Disjuntos.

(No existen hombres que puedan ser también mujeres)

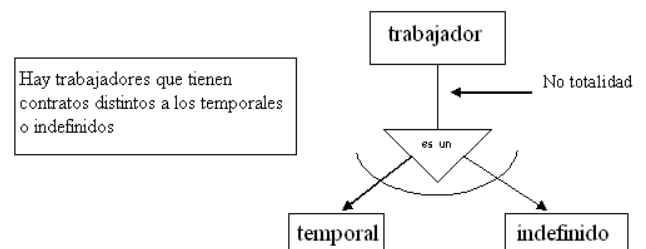


### b) Según exista o no totalidad:

- **TOTALIDAD:**  Hay totalidad cuando cualquier ocurrencia del supertipo tiene que pertenecer a un subtipo. Lo representamos mediante un círculo en el arco del Supertipo.



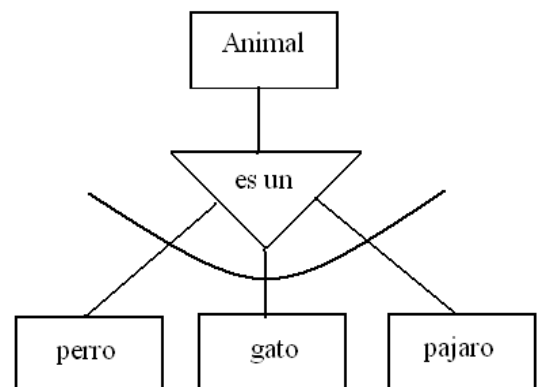
- **NO TOTALIDAD:** Puede haber ocurrencias del supertipo, que no pertenezcan a ninguno de los subtipos:



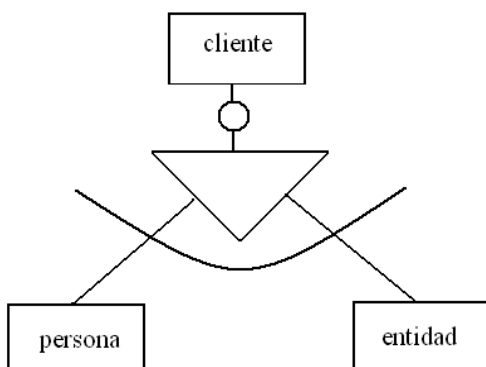
Algunos ejemplos:

### 1.- DISJUNTO Y NO TOTALIDAD

Un animal no puede ser perro y pájaro (disjunto), además puede haber animales que no sean ni perro, ni pájaro ni gato (no totalidad).



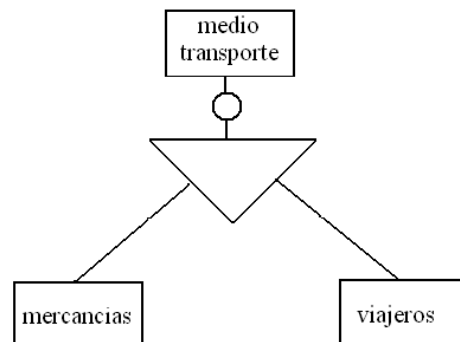
### 2.- DISJUNTO Y TOTALIDAD



Un cliente no puede ser a la vez, persona física y entidad (disjunto), por otra parte todos los clientes son personas o entidades (totalidad).

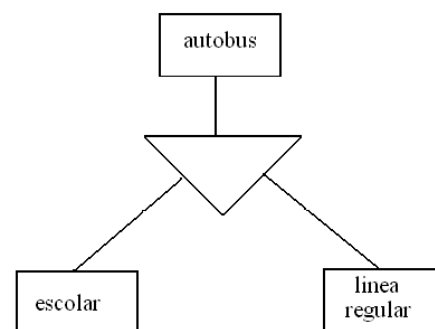
### 3.- TOTALIDAD - NO DISJUNTO.

Un medio de transporte transporta necesariamente o mercancías o viajeros (totalidad), por otro lado puede haber medios de transporte que se dediquen al transporte de mercancías y también al de viajeros (no disjunto).



### 4.- NO TOTALIDAD - NO DISJUNTO.

Se indica en este caso que un autobús puede dedicarse al transporte escolar y también en una línea regular (no disjunto) asimismo se indica que puede haber autobuses que no estén dedicados al transporte escolar ni a líneas regulares (no totalidad).



#### **7.2.5.- Algunas reglas de borrado e inserción de tuplas.**

La Especialización- Generalización debe seguir unas reglas de eliminación e inserción, veamos algunas:

- Al insertar un ejemplar en el supertipo, hay que insertar la tupla correspondiente en el subtipo que satisfaga la condición de pertenencia al subtipo.
- En el caso de que exista una relación jerárquica de totalidad, insertar una tupla en el supertipo supone una inserción obligatoria en al menos una de los subtipos.
- Borrar una tupla del supertipo implica el borrado automático en todos los subtipos a las que pertenezca.
- Borrar una tupla de un subtipo implica el borrado de la tupla correspondiente en el supertipo.

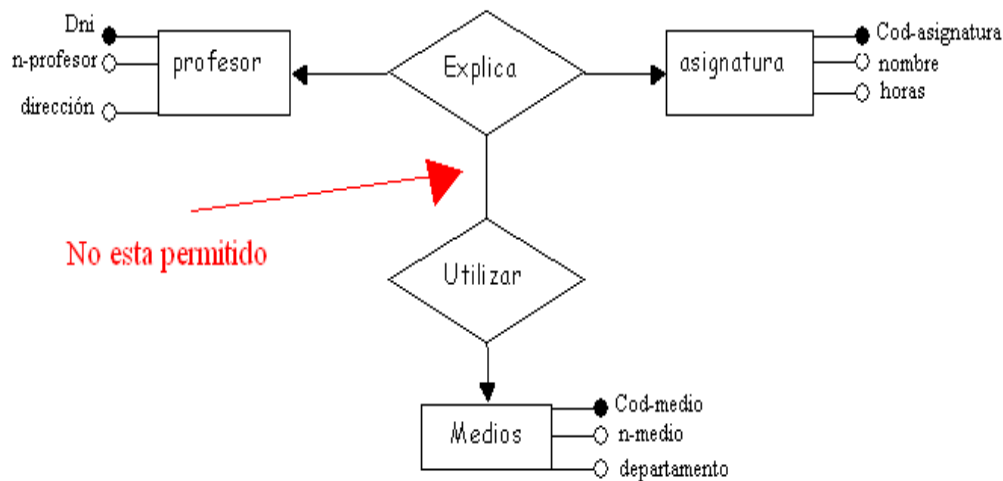
## **7.3 AGREGACIÓN**

En el modelo entidad relación solo están permitidas las relaciones entre entidades, nunca entre relaciones, para evitar este problema se recurre a la agregación que consiste en considerar una serie de elementos (entidades, relaciones) como una única entidad.

Lo representamos mediante un pequeño rombo:

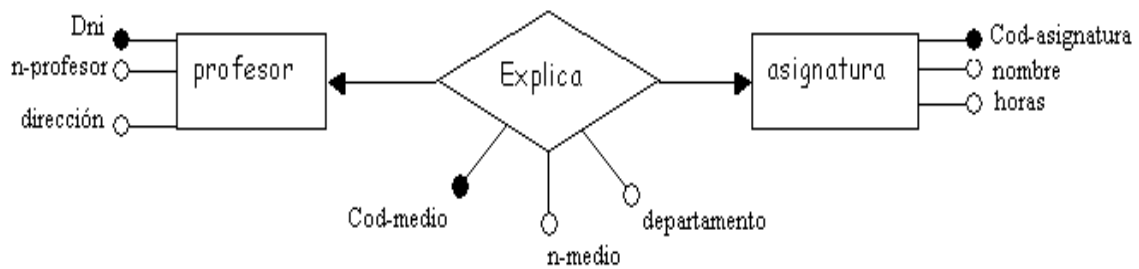
Si suponemos que un profesor explica una asignatura y en las explicaciones utiliza determinados medios.





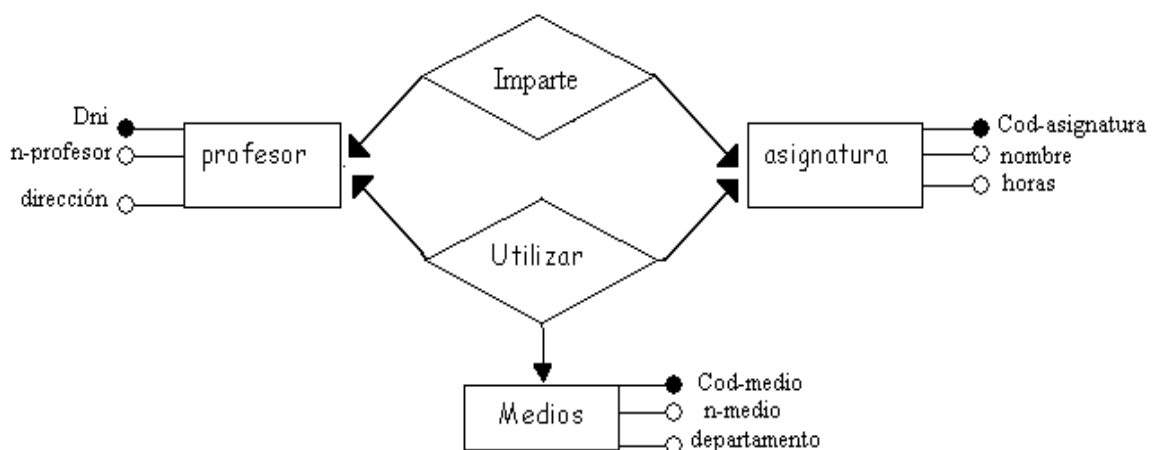
No está permitido relacionar dos interrelaciones, como se muestra en el dibujo anterior. Para solucionar el problema anterior, se podrían plantear dos soluciones:

*Primera solución:* Eliminar el tipo de entidad Medios, asignando sus atributos a la interrelación Explica.



Esta solución genera mucha redundancia (valores de atributos repetidos), en el caso de que un mismo Medio de explicación se utilice en muchas asignaturas y por muchos profesores.

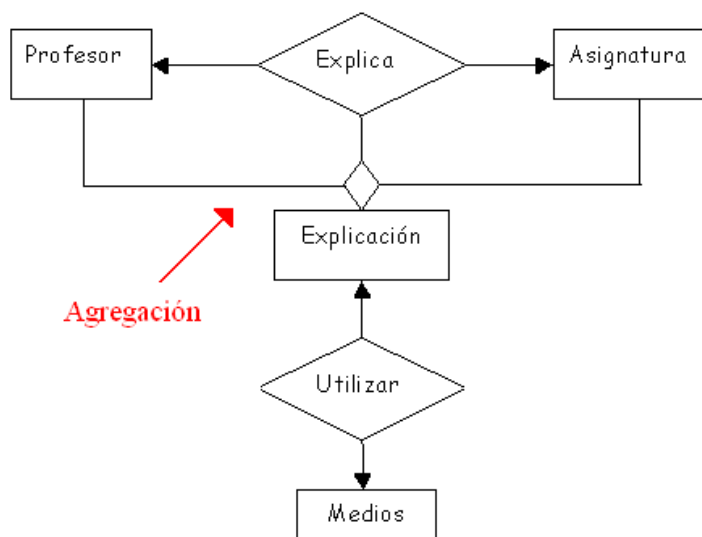
*Segunda solución:* Generar dos interrelaciones.



En este caso además de usar la interrelación Utilizar de grado 3, es necesario crear una nueva interrelación, Imparte que recogerá las relaciones entre asignaturas y profesores que no utilicen medios de explicación.

Dados los inconvenientes de estas dos soluciones, el modelo EER, propone la siguiente:

- agregar las entidades Profesor y Asignatura con la interrelación Explica en una nueva entidad Explicación.



Consideramos las entidades Profesor, Asignatura y la interrelación explica como agregadas en una nueva entidad Explicación.

(La entidad Explicación estaría formada por cada relación entre un ejemplar de Profesor con un ejemplar de Asignatura)

## **8.- CONSIDERACIONES SOBRE EL DISEÑO EN EL MODELO E/R.**

- 1º.- Identificar los tipos de entidad.
- 2º.- Identificar atributos.
- 3º.- Considerar si un tipo de entidad es necesario descomponerlo en subtipos (especialización) o bien realizar el proceso inverso (generalización).
- 4º.- Establecer interrelaciones entre entidades.
- 5º.- Establecer identificadores para las entidades.
- 6º.- Establecer tipos de correspondencia y cardinalidades.
- 7º.- Verificar que el modelo es correcto y que abarca la realidad que se quiere representar. Eliminar posibles redundancias.
- 8º.- Analizar la posibilidad de variantes del modelo que puedan resultar más eficientes.

1. Recuerda que **una entidad fuerte** es aquella que tiene existencia por sí misma sin depender de otra; en cambio, las **entidades débiles** son aquellas que su existencia depende de otras; Si la entidad débil puede ser identificada sin necesidad de identificar previamente la entidad de cuya existencia depende, diremos que la entidad débil lo es por **existencia** únicamente. Si la entidad débil no puede ser identificada independientemente, sino que previamente es necesario identificar a la entidad de cuya existencia depende, diremos que la entidad débil lo es por **identificación**. Idea para el reconocimiento de entidades débiles: Pensar qué sucede cuando se borra una instancia concreta de la entidad fuerte. Sabiendo esto representa las siguientes situaciones:
  - a. Un trabajo (NombreT, Descripción) está compuesto de varias tareas laborales (NomTarea, Descripción)
  - b. Un pedido (código de pedido y fecha) se compone de varias líneas de pedido (número de línea, cantidad, artículo, pvp, dto)
  - c. De un DVD (Código, Título, Idioma) hay uno o varios ejemplares (que tienen un número) Los ejemplares de los DVD comienzan a numerarse en 1 y lo hacen de forma correlativa, para cada DVD.
  - d. Un inventor (Dni, nombre y edad) realiza diferentes inventos (Número de invento de cada inventor, descripción y coste aproximado)
  - e. Se desea almacenar información sobre empresas (Cif, nombre y dirección) y sucursales (nombre y numero de la sucursal, dirección) de empresas. Una empresa puede tener varias sucursales repartidas geográficamente. Una sucursal determinada debe pertenecer a una y solo una empresa. Las sucursales se numeran correlativamente para cada empresa.
  - f. Un toro (numero – único entre todos los toros-, nombre y año) pertenece a una ganadería (código, nombre) determinada.
2. **Generalización – Especialización.** Representa los siguientes mini-enunciados, indicando para cada caso qué tipo de especialización se da:
  - a. En un instituto el único personal trabajador que hay puede ser Profesores, Bedeles y otros, no pudiendo realizar dos funciones.
  - b. Tenemos 2 tipos de vehículos, de entre los muchos que puede haber: coches y bicicletas
  - c. De los muchos tipos de jugadores, nos interesan estos 3 tipos: de tenis, de fútbol y de baloncesto; sabiendo que un jugador puede practicar varios de estos deportes.
  - d. Y si sólo existieran los 3 tipos de jugadores anteriores, y un jugador sólo pudiese practicar un único deporte.
  - e. En una determinada empresa, una persona puede desempeñar uno sólo de estos puestos: ser director (técnico o administrativo, no hay más opciones), secretaria o un simple empleado (pudiendo ser programador, empleado de ventas o empleado de publicidad, pero sólo de uno de estos tipos). No existe ningún otro tipo de personal.
  - f. La entidad que representa a un universitario tiene los subtipos profesor y estudiante. Un mismo universitario puede ser ambas cosas a la vez (p.e. un profesor puede estar matriculado como alumno en alguna facultad). No puede existir un universitario que no sea ni profesor ni estudiante.

3. Restricciones sobre las interrelaciones: **interrelaciones exclusivas, exclusión, inclusividad e inclusión.** Representa el tipo de restricción que creas que se da en cada situación:
- Un artículo puede publicar actas de congresos (una como máximo) o contener resúmenes (uno como máximo), pero sólo una de estas opciones. Las actas y los resúmenes deben aparecer en al menos un artículo.
  - Una persona para poder impartir un curso debe poseer al menos un título académico.
  - Los técnicos, en función de sus capacidades, o diseñan productos o los fabrican, no es posible que ningún técnico sea diseñador y fabricante a la misma vez. Tanto en el diseño como en la fabricación pueden intervenir varios técnicos.
  - Para que un técnico pueda diseñar un producto debe haber asistido, al menos, a dos cursos previamente.
  - Para que un hombre se divorcie de una mujer, previamente ha de haberse casado con ella.
  - Un profesor puede impartir o recibir cursos, pero no puede estar impartiendo y recibiendo el mismo curso a la vez.

### **Ejercicios. Realiza los modelos ER para cada supuesto:**

- \*A un concesionario de coches llegan clientes para comprar automóviles. De cada coche interesa saber la matrícula, modelo, marca, color y el número de bastidor. Un cliente puede comprar varios coches en el concesionario y el coche se venderá a una sola persona. Cuando un cliente compra un coche, se le hace una ficha en el concesionario con la siguiente información: dni, nombre, apellidos, dirección, teléfono, edad y fecha de obtención del permiso de conducir.

Los coches que el concesionario vende pueden ser nuevos o usados. De los coches nuevos interesa saber el número de unidades que hay en el concesionario, y de los coches viejos el número de kilómetros que lleva recorridos y si ha sufrido o no algún tipo de accidente.

El concesionario también dispone de un taller en el que los mecánicos reparan los coches. Un mecánico repara varios coches y un coche puede ser reparado por varios mecánicos. Los mecánicos tienen un dni, nombre y apellidos, fecha de contratación y sueldo. Se desea guardar también la fecha en la que se repara cada vehículo y el número de horas que se ha tardado en arreglar el coche.
- \*\* Se desea diseñar una base de datos para una agencia matrimonial que contenga información de hombres (dni, nombre completo, domicilio, teléfono, edad, profesión, aficiones), mujeres (lo mismo que para los hombres), empleados (divididos en 3 categorías: socios, directores y administrativos), citas realizadas (debiendo quedar constancia de la fecha, el nombre, la mujer y el director que la promovió) y matrimonios (fecha, hombre y mujer que se casan). Construir un modelo E-R teniendo en cuenta las siguientes restricciones:

  - Un hombre puede tener citas con varias mujeres
  - Una mujer puede tener citas con varios hombres
  - Un hombre puede casarse con varias mujeres ya que puede enviudar o divorciarse
  - Una mujer puede casarse con varios hombres ya que puede enviudar o divorciarse
  - Sólo los directores pueden promover citas de los hombres y las mujeres.
  - Un socio tiene a su cargo varios directores y éstos a su vez varios administrativos.