

# DISEÑO LÓGICO RELACIONAL

## Tabla de Contenidos

Bloque I.....	3
Modelo Conceptual.....	3
1.- Introducción.....	4
2.- Modelo E/R.....	4
2.1.- Entidades.....	5
2.2.- Atributos.....	7
2.2.1.- Tipos de atributos.....	7
2.2.2.- Claves.....	8
2.2.3.- Representación gráfica.....	9
2.2.4.- Dominio de un atributo.....	11
2.3.- Relaciones.....	13
2.3.1.- Grado.....	13
2.3.2.- Participación.....	14
2.3.3.- Cardinalidad.....	17
2.3.4.- Tipos de cardinalidad.....	18
2.3.5.- Cardinalidad en relaciones de grado distinto de 2.....	21
2.3.6.- Interrelaciones débiles.....	24
2.3.7.- Atributos de una interrelación.....	25
2.3.8.- Otras Representaciones.....	27
3.- Modelo E/R ampliado.....	27
3.1.- Restricciones en las relaciones.....	27
3.1.1.- Exclusividad.....	27
3.1.2.- Exclusión.....	28
3.1.3.- Inclusividad.....	29
3.1.4.- Inclusión.....	30
3.1.5.- Jerarquías de Generalización / Especialización.....	30
4.- Guía para la creación del modelo E/R.....	33

# BLOQUE I

## MODELO CONCEPTUAL

# 1.- Introducción

Cualquier desarrollo de un sistema de información parte de un proceso de análisis estructurado cuyo objetivo es identificar de forma precisa, exhaustiva y verificable las necesidades del sistema. Una vez que la abstracción conceptual del problema tome forma en papel, se procederá a implementarla como solución informatizada.

El modelo obtenido deberá contener la información más relevante de la misma para el campo de aplicación que se está estudiando así como las relaciones que se producen entre los datos. Por tanto, el objetivo es obtener una *foto* realista que sea una descripción fiel de la realidad que se quiere modelar y al mismo tiempo, lo bastante simple para poder implementarla en un sistema real de bases de datos.

Para crear el modelo conceptual emplearemos el modelo Entidad/Relación (E/R), una técnica propuesta por Peter Chen en 1976 junto con una notación bien definida para cada elemento del modelo. Aunque hoy en día existen muchas notaciones gráficas, para comenzar nuestro estudio del modelo E/R emplearemos la notación de Chen.

El primer paso será ver los diferentes elementos que tiene este modelo para representar la información.

# 2.- Modelo E/R

El modelo E/R es una técnica cuyo objetivo es la representación y definición de todos los datos que se introducen, almacenan, transforman y producen dentro de un sistema de información, sin tener en cuenta las necesidades de la tecnología existente ni otras restricciones.

Con esto se deduce el carácter de independencia del modelo E/R con respecto a la implementación final. Es un modelo semántico, ya que representa el significado de los datos y dará solución al problema planteado sin importar cuál sea el SGBD que se vaya a utilizar.

El modelo entidad-relación utiliza los conceptos abstractos de entidad, atributo y relación.

## 2.1.- Entidades

El primer paso para elaborar nuestro modelo será descubrir las entidades.

*Una entidad es cualquier objeto concreto o abstracto del cual podremos almacenar información.*

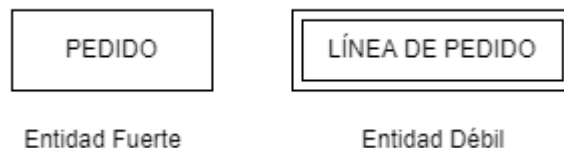
Ejemplo de entidad concreta puede ser un coche, un libro, un cliente,... y de entidad abstracta puede ser profesión, asignatura, departamento,...

Cada elemento concreto de una entidad es una **ocurrencia o instancia**. Así, para la entidad EMPLEADO, cada uno de los empleados es una ocurrencia de dicha entidad.

El modelo E/R distingue dos tipos de entidades:

- **Fuertes**, también llamadas propias o regulares, tienen existencia por sí mismas y sus ocurrencias no dependen de otra entidad. Corresponde a la inmensa mayoría de las entidades y se representan mediante un rectángulo con el nombre en medio.
- **Débiles**, la existencia de sus ocurrencias depende de la existencia en las ocurrencias en otra entidad. Se representan mediante un doble rectángulo.

En el ejemplo tenemos como entidad fuerte un PEDIDO y como entidad débil cada una de las LÍNEAS DEL PEDIDO, pues una línea de pedido no puede existir por sí sola, depende de la existencia previa de un pedido al que pertenezca.



**EJERCICIO:**

*Indica al menos cinco entidades en cada uno de los siguientes contextos:*

- Un instituto
- Una liga de fútbol
- Una agencia de viajes
- Un supermercado
- Una empresa de alquiler de coches

**SOLUCIÓN EJERCICIO:**

*En el ejercicio anterior elegimos al menos cinco entidades en cada uno de los contextos que indicamos más abajo. Ahora busca las relaciones que pueden existir entre las diferentes entidades que has encontrado e indica el grado correspondiente para cada relación encontrada. Si no has encontrado la entidades, aquí te sugerimos algunas posibles (por supuesto no son las únicas, seguro que tu has encontrado más, algunas iguales o similares y otras distintas.)*

- Un instituto  
Posibles entidades: profesores, estudios, cursos, asignaturas o módulos, alumnos, exámenes,...
- Una liga de fútbol  
Posibles entidades: entrenadores, equipos, partidos, jugadores, goles, árbitros, tarjetas,...
- Una agencia de viajes  
Posibles entidades: clientes, tipos de viajes, destinos, medios de transporte, hoteles, empresas de traslado, seguros,...
- Un supermercado  
Posibles entidades: productos, empleados, departamentos, horarios de trabajo, tickets de compra, envíos a domicilio,...
- Una empresa de alquiler de coches  
Posibles entidades: gamas de vehículos, coches, revisiones, seguros, clientes, precios, temporadas,...

## 2.2.- Atributos

Los atributos son las propiedades o características que deseamos guardar de *una entidad o de una relación*. Se definen en minúscula con un nombre único que hace referencia a su contenido.

Por ejemplo, algunos de los atributos que puede tener la entidad EMPLEADO pueden ser DNI, Nombre, Domicilio, Email y Teléfono. Su representación será:



### 2.2.1.- Tipos de atributos

Según la característica que se tenga en cuenta los atributos se clasifican en:

- **Simples / Compuestos**

Los atributos simples contienen un valor simple (número, fecha, etc), mientras que los compuestos contienen otros valores (por ejemplo. Dirección contendría calle, número, escalera, etc.).

- **Únicos / Múltiples o multivaluados**

Un atributo único puede contener un sólo valor mientras que uno múltiple puede contener más de uno (por ejemplo, un atributo Teléfono).

- **Obligatorios / Opcionales**

Un atributo obligatorio debe tener un valor siempre, mientras que en uno opcional se permite que pueda haber instancias de la entidad en las que el atributo no esté definido o no tenga valor.

- **Derivado**

Cuando el valor del atributo se puede obtener a partir del valor o valores de otros atributos relacionados. Por ejemplo, la edad de una persona se puede calcular a partir de la fecha de nacimiento y la fecha del sistema.

- **Clave,**

Si el valor es único para cada ocurrencia de la entidad y por tanto permite identificar de manera única los ejemplares de la entidad. Un atributo clave no puede ser nulo.

## 2.2.2.- Claves

Los **atributos clave** son aquellos atributos o conjuntos de atributos que son únicos para cada una de las ocurrencias de una entidad. Es decir un atributo clave no puede tener un valor que se repita en varias ocurrencias y tampoco puede ser nulo.

Puede ocurrir que en una entidad encontremos varios campos que sean claves bien de forma aislada o bien en conjunto con otros campos (clave compuesta). Por ejemplo, para un empleado podríamos tener un número de registro que la empresa da a los empleados al contratarlos, sería diferente para cada empleado y puede ser una clave. También al contratar a un empleado se le da de alta en la seguridad social y el empleado recibe un número de la seguridad social que es único para cada empleado, esta sería otra posible clave. Otro atributo evidente que también puede ser clave es el DNI que será diferente para cada empleado.

Todas las claves encontradas para una entidad se denominan **claves candidatas** y de todas ellas debemos seleccionar una (generalmente será la que más se utilice en el contexto en el que estamos trabajando) que será la que utilizaremos como clave principal.

La **clave principal** se distinguirá del resto de los atributos porque el nombre del atributo o atributos que forman la clave principal aparecerá subrayado. El resto de los atributos que podían haber sido elegidos como clave pero no lo han sido, se conocen como **identificador alternativo o clave alternativa**.

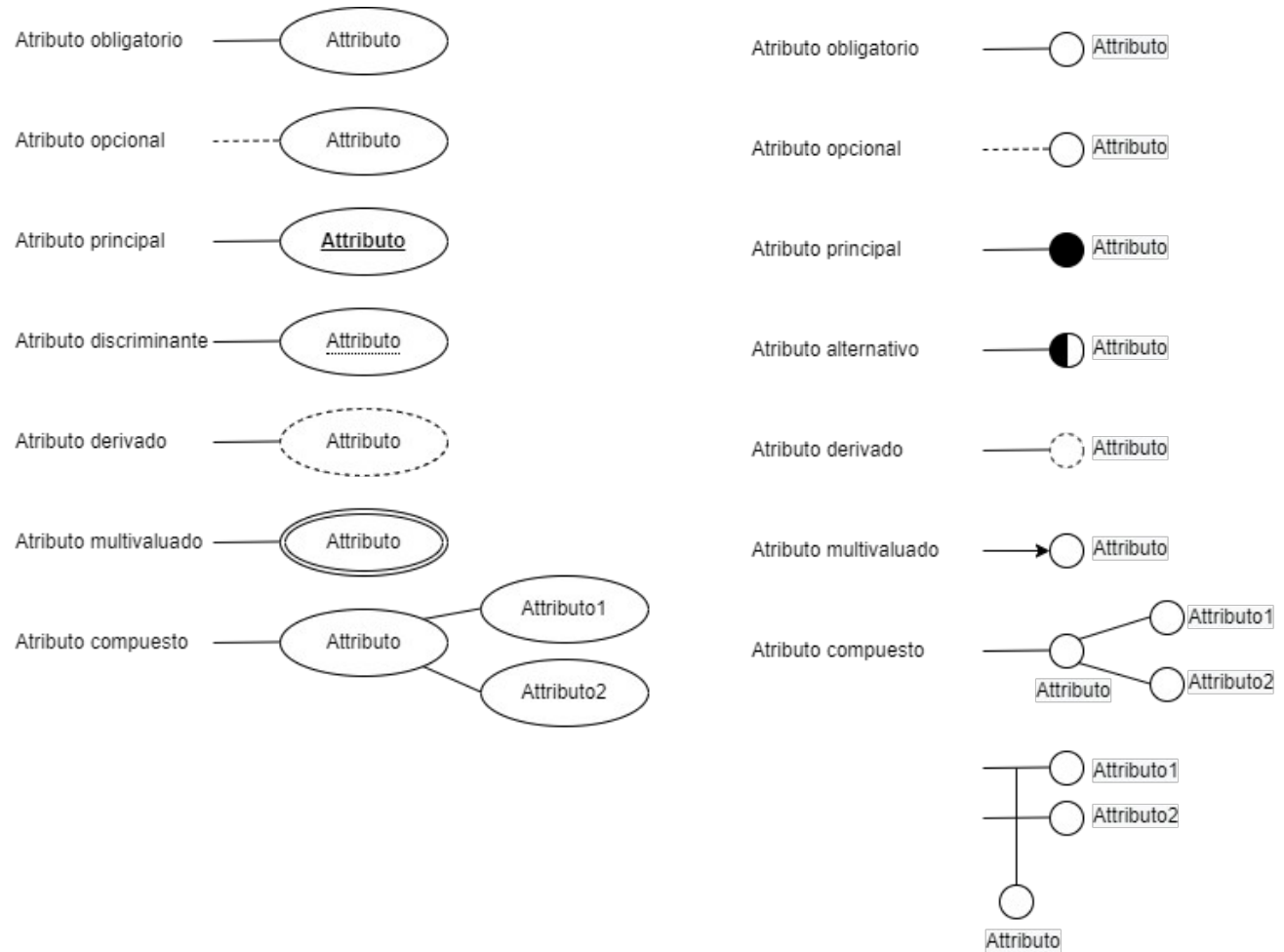
Por lo tanto podemos concluir que la clave principal es aquel atributo o conjunto de atributos que permite identificar de forma unívoca cada una de las ocurrencias de una entidad, y que las claves alternativas son aquellos atributos o conjunto de atributos que a pesar de poder identificar de forma unívoca cada una de las ocurrencias de una entidad, no han sido elegidos ya que hay otro más idóneo.








La **clave parcial** es aquel discriminante que se usa para identificar a las entidades débiles. En las notaciones más clásicas, se representaba dentro de un círculo subrayado con línea discontinua.



### 2.2.3.- Representación gráfica

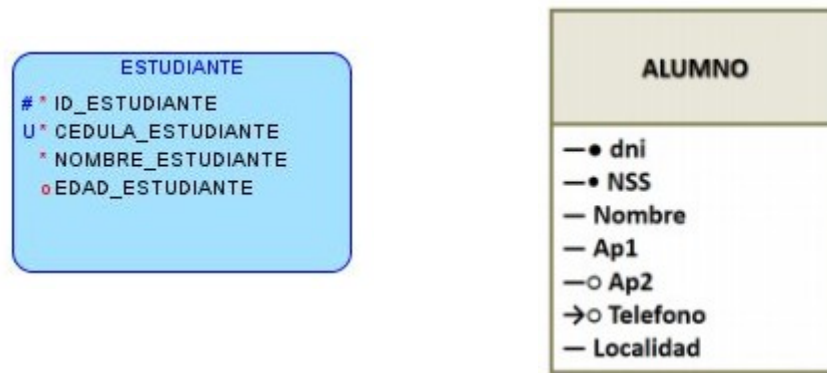
La representación varía según la notación elegida.



ELEMENTO DEL MODELO E/R	REPRESENTACIÓN GRÁFICA	DESCRIPCIÓN
<b>Entidad</b>		Cosa u objeto con identidad propia de la que necesitamos guardar información.
<b>Identificador principal</b>		Identifica de manera única los ejemplares o ejemplares de una entidad
<b>Identificador alternativo</b>		Distingue de manera única los ejemplares o ejemplares de una entidad
<b>Atributo obligatorio</b>		Indica que el atributo siempre debe tomar un valor para cada ejemplar de la entidad o interrelación a la que pertenece
<b>Atributo opcional</b>		Indica que el atributo puede no tomar valor para cada ejemplar de la entidad o interrelación a la que pertenece
<b>Atributo multivaluado</b>		Indica que el atributo puede tener cero o más valores
<b>Interrelación</b>		Asociación o relación que existe entre entidades.

Es fácil intuir que realizar un modelo que requiera cierta complejidad utilizando la representación gráfica anterior para describir los atributos de las relaciones será complicado de dibujar. Afortunadamente, existen otras notaciones que arrojan mayor claridad y que se asoman al diseño de bases de datos orientadas a objeto.

Por lo general, estas representaciones incorporan en un mismo rectángulo a la entidad (cuyo nombre se indica en la parte superior) y sus atributos. Las restricciones de los atributos se representan mediante algún símbolo que lo acompaña o alguna abreviatura.

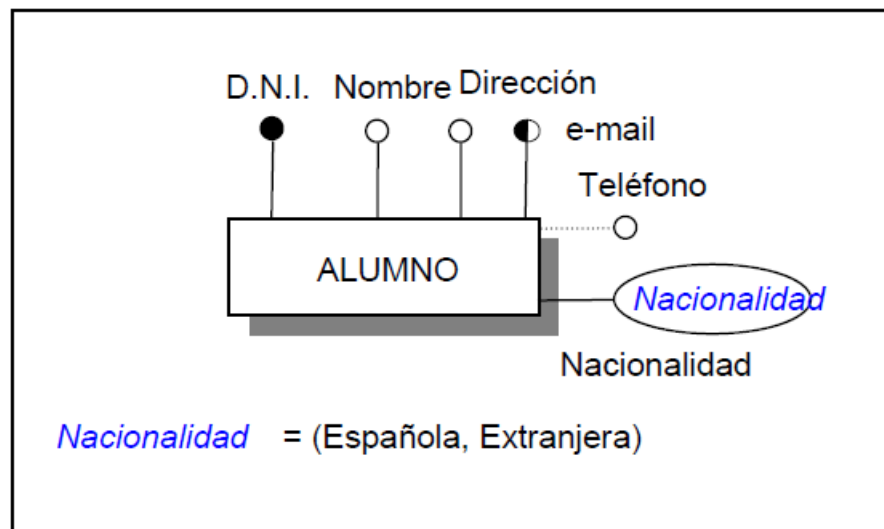
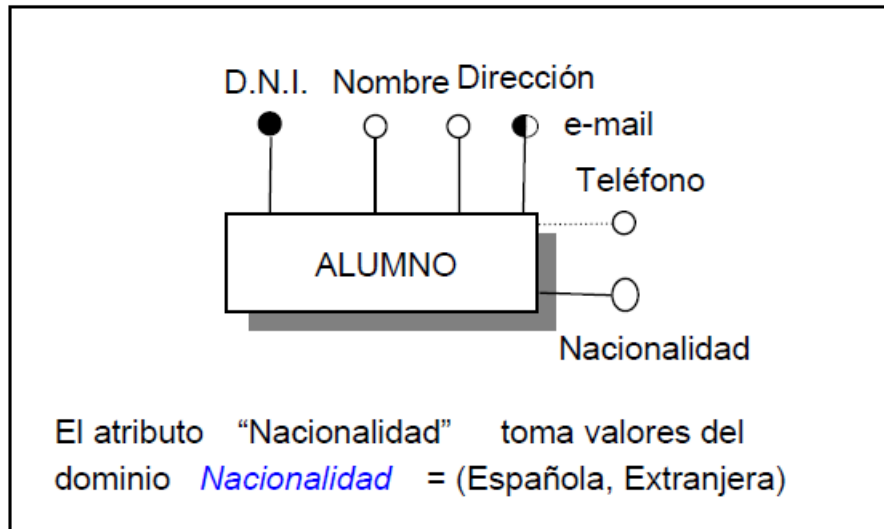


## 2.2.4.- Dominio de un atributo

El dominio de un atributo es el conjunto de valores permitidos para un atributo en particular y hace referencia al tipo de datos con el que se almacenará (cadena de caracteres, número entero, fecha, ...) o a restricciones en los valores que el atributo puede tomar. En el primer caso el dominio queda definido de forma implícita y en el segundo de forma explícita. Por ejemplo, el atributo `dni` se define implícitamente indicando que puede tomar 9 dígitos numéricos mientras que el atributo `localidad` se definiría en el conjunto explícito Málaga, Granada, Jaén, Huelva, Cádiz, Sevilla, Córdoba, Almería.

Cualquier atributo de una entidad quedará definido por el par (atributo, valor). Sin embargo, los dominios no se suelen representar en el modelo por problemas de espacio y se añaden como descripción textual adicional.

En los siguientes ejemplos, veremos cómo se representaría para las dos notaciones vistas:



En general, los dominios no se suelen representar en el modelo por problemas de espacio, pero para tener constancia de los valores que puede tomar un atributo se suele anotar después de la representación gráfica una representación textual.

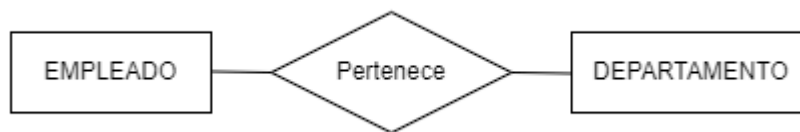
## 2.3.- Relaciones

También llamadas *interrelaciones*, una relación representa una asociación o correspondencia entre entidades. Es el elemento que nos permitirá relacionar las ocurrencias de las diferentes entidades.

Sin las interrelaciones las bases de datos carecen de sentido. Es el mecanismo empleado para cambiar información y obtener resultados de dicha información. Establecen el modo en que las ocurrencias de una entidad se relacionan con las ocurrencias de otra u otras entidades.

En la notación de Chen, las relaciones se representan mediante un rombo. En su interior se escribe el nombre de la relación que debe ser un verbo o una acción verbal.

Veamos un ejemplo que aparece en la gran mayoría de las empresas en las que existen varios departamentos y cada uno de los empleados pertenece a un determinado departamento. Tendríamos dos entidades, por un lado EMPLEADO y por otro lado DEPARTAMENTO. La asociación que utilizamos en este caso es Pertenece: los empleados pertenecen a departamentos.



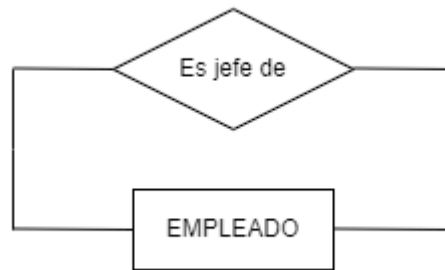
### 2.3.1.- Grado

Se denomina **Grado** de una relación al número de entidades que participan en esa relación.

En el ejemplo anterior hay dos entidades que están asociadas por la relación, en este caso estaríamos hablando de una relación de grado 2. Lo más habitual es encontrar relaciones de grado 2 (también llamadas relaciones binarias), sin embargo también podemos encontrar otros grados como:

- **Relaciones de grado 1 o Reflexivas**, en las que una relación crea una correspondencia entre unas ocurrencias de una entidad con otras ocurrencias de la misma entidad.

Por ejemplo, la relación Es jefe de con la entidad EMPLEADO. Algunos empleados son jefes de otros empleados.



- **Relaciones de grado 3 o Ternarias.** En estas relaciones intervienen tres entidades.



- **Relaciones n-arias.** Aunque es muy poco frecuente, podemos encontrarnos relación que asocien cuatro entidades, en este caso sería una relación de grado 4 y así sucesivamente hasta grado n.

### 2.3.2.- Participación

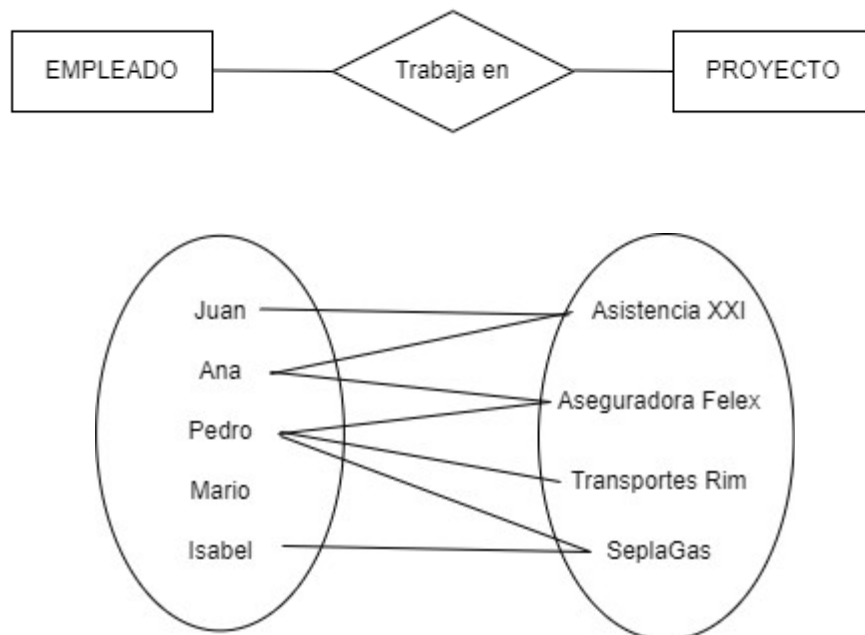
Es el mínimo y máximo número de veces que una ocurrencia de una entidad puede aparecer relacionada con otras ocurrencias de la otra entidad dentro de una relación determinada. En la representación gráfica, la modalidad se indica a ambos lados de la relación, y su valor máximo coincide con el valor de la cardinalidad correspondiente al lado de la relación en la que se encuentra.

Supongamos que tenemos la entidad EMPLEADO y la entidad PROYECTO asociadas por la relación Trabaja en. La participación nos mostrará el número mínimo y máximo de proyectos en los que un empleado puede trabajar y por otro lado indicará, para un proyecto dado, cual es el número mínimo y máximo de empleados que pueden trabajar en él.

Los valores que se emplean son 0, 1 y N. Los valores 0 y 1 se emplean para indicar el mínimo y el 1 y la N para indicar el máximo. Siempre se presentarán los dos valores elegidos entre paréntesis y separados por una coma (mínimo, máximo). Los pares posibles son (0,1), (0,N), (1,1) y (1,N).

Supongamos que preguntamos en la empresa cuáles son los empleados y nos dan 5 nombres (Juan, Ana, Pedro, Mario e Isabel) y por otro lado preguntamos cuántos proyectos tienen y nos dan 4 nombres de proyectos (Asistencia XXI, Aseguradora Felex, Transportes Rim y SeplaGas).

Para ver la participación de forma sencilla preguntaremos al cliente en que proyecto trabaja cada uno de los empleados y dibujamos los dos conjuntos dibujando las líneas que muestran la correspondencia de la relación Trabaja en.



Como podemos observar Juan trabaja en un proyecto, Ana en dos, Pedro en tres, Mario en ninguno e Isabel en uno. Por otro lado en Asistencia XXI trabajan dos empleados, en aseguradora Felex otros dos empleados, en Transportes Rim un empleado y en SeplaGas dos empleados.

Una vez analizado el resultado debemos realizar las siguientes preguntas (las responderemos nosotros con los conocimientos adquiridos de nuestras conversaciones con el cliente, pero en caso de duda hay que preguntar al cliente, ver cómo ha funcionado la empresa durante los años anteriores, etc.):

*¿Un empleado tiene que estar siempre trabajando en un proyecto o puede estar sin trabajar en ninguno?*

En este caso podemos observar cómo existe un empleado (Mario) que no trabaja en ningún proyecto. Siempre que realicemos estas preguntas debemos fijarnos en la escala temporal, no solo tenemos que preguntarnos por el momento actual, también por el pasado y por el futuro. Por ejemplo, *¿al crear un nuevo empleado tendrá o no tendrá ya un proyecto en el que trabajar?* *¿Cuando finalice un proyecto los empleados de ese proyecto ya estarán trabajando en otro o podrá haber un tiempo mientras son reasignados a otro proyecto?*, etc. De esta forma obtendremos la participación mínima, un 0 si el empleado puede estar en algún momento sin estar trabajando en un proyecto, y un 1 si un empleado siempre va a estar trabajando en un proyecto como mínimo.

Para obtener la participación máxima debemos preguntarnos *¿un empleado puede trabajar como máximo en un proyecto o puede trabajar en más de un proyecto?*

En nuestro diagrama está claro que Ana y Pedro están trabajando en más de un proyecto. Para obtener la participación máxima seleccionaremos un 1 si un empleado puede trabajar como máximo en un proyecto o N si puede trabajar en más de un proyecto.

Después de estas preguntas obtendremos la participación de los empleados, en este caso será (0,N).

Ahora realizaremos unas preguntas similares para los proyectos. *¿En un proyecto siempre tiene que haber al menos un empleado que trabaja en él?* En nuestro caso, consideraremos que después de hablar con los clientes, nos han dicho que siempre antes de crear un proyecto se ha asignado un responsable que va a trabajar en él. Esto nos indica que todo proyecto siempre tendrá al menos un empleado que trabaja en él. La participación mínima en este caso será un 1.

*¿En un proyecto solamente puede estar trabajando un empleado o puede haber proyectos en los que trabajen varios empleados?* Como podemos apreciar en nuestros conjuntos hay proyectos en los que están trabajando varios empleados. La participación máxima en este caso será N.

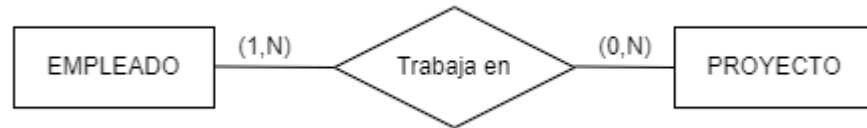
Con la respuestas de estas preguntas obtendremos la participación de los proyectos, en este caso será (1,N).

Añadiremos esta información a nuestro diagrama E/R. La participación de los empleados respecto a los proyectos se colocará junto a la entidad PROYECTOS, y la participación de los proyectos respecto a los empleados se colocará junto a la entidad EMPLEADOS.

Aunque parece que lo estamos colocando al revés, no es así. Se hace así para que su lectura sea sencilla. De esta forma podemos leer de izquierda a derecha que un EMPLEADO Trabaja en 0 ó



N PROYECTOS. Y de derecha a izquierda podemos leer que en un PROYECTO Trabajan de 1 a N EMPLEADOS.



A modo de esquema, podemos resumir que podemos encontrarnos con los siguientes tipos de participación:

- **(0,1)** Cada ocurrencia de la primera entidad puede relacionarse con una o ninguna de la segunda entidad.
- **(1,1)** Cada ocurrencia de la primera entidad debe relacionarse obligatoriamente con una y solo una de la segunda entidad.
- **(1,N)** Cada ocurrencia de la primera entidad debe relacionarse con al menos una ocurrencia de la segunda entidad, pero también puede relacionarse con varias.
- **(0,N)** Cada ocurrencia de la primera entidad no tiene limitada su relación con ocurrencias de la segunda entidad. Puede relacionarse con una, varias o ninguna.

### 2.3.3.- Cardinalidad

Indica el número de relaciones en las que una entidad puede aparecer. Se anota en términos de:

- **Cardinalidad mínima.** Número mínimo de asociaciones en las que aparecerá cada ejemplar de la entidad. El valor que se anota es de cero o uno.
- **Cardinalidad máxima.** Número máximo de relaciones en las que puede aparecer cada ejemplar de la entidad. Puede ser uno o muchos.

La cardinalidad será obtenida a partir de la participación.

Siguiendo con el ejemplo del punto anterior, para obtener la cardinalidad tomaremos el valor máximo de cada uno de los pares de las participaciones obtenidas.

- Para la primera vemos cual es el valor máximo de  $(1, N)$ , en este caso será  $N$ .
- Para la segunda vemos cual es el valor máximo de  $(0, N)$ , en este caso será  $N$ .
- El valor de la cardinalidad serán los valores obtenidos separados por el símbolo dos puntos,  $N:N$ , pero si dejamos los dos valores con  $N$  puede dar lugar a error suponiendo que la cardinalidad debe ser la misma en toda correspondencia, por ello en estos casos una de las  $N$  se cambia por  $M$  y la cardinalidad sería  $N:M$ .

El resultado sería:

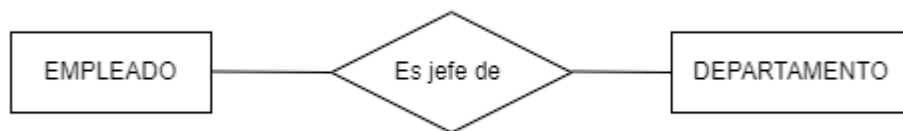


### 2.3.4.- Tipos de cardinalidad

Podemos encontrar varios tipos de cardinalidad

#### ***Primer tipo. Cardinalidad 1:1***

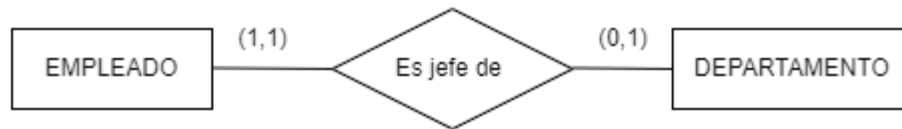
Partiendo de las entidades vistas anteriormente EMPLEADO y DEPARTAMENTO, vamos a analizar la relación Es jefe de.



*Primero buscamos la participación.*

Un empleado puede ser jefe de un departamento o no serlo. Pero vamos a suponer que no puede ocurrir que un empleado sea jefe de más de un departamento. La participación será  $(0, 1)$ .

Por otro lado un departamento siempre tendrá asignado un jefe de departamento y en un departamento no puede haber más de un jefe. La participación en este caso será (1,1).



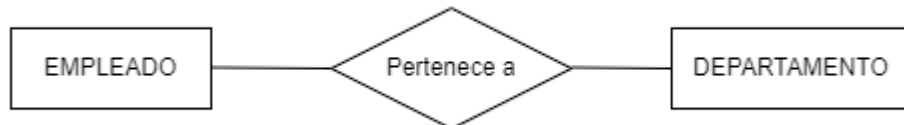
Por último, obtenemos la cardinalidad con el valor máximo de cada participación.

El máximo de (1,1) es 1 y el máximo de (0,1) es 1. Luego la cardinalidad que obtenemos será 1:1



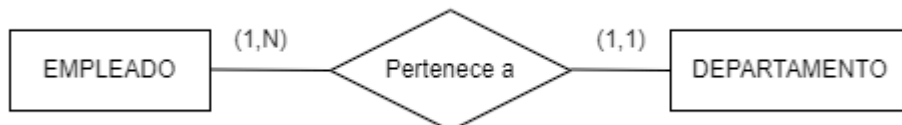
### Segundo tipo. Cardinalidad 1:N

Seguimos con las entidades EMPLEADO y DEPARTAMENTO y con la relación Pertenece a.



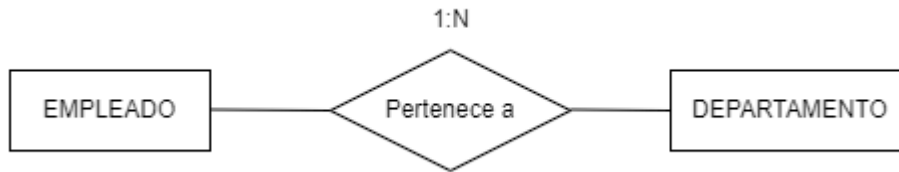
Buscamos la participación.

Un empleado debe pertenecer a un departamento y solo a un departamento. La participación será (1,1). Por otro lado, un departamento siempre tendrá al menos un empleado aunque lo más normal es que en un departamento trabajen varios empleados. La participación en este caso será (1,N).



Por último obtenemos la cardinalidad con el valor máximo de cada participación.

El máximo de  $(1,1)$  es 1 y el máximo de  $(1,N)$  es N. Luego la cardinalidad que obtenemos será  $N:1$  (que es lo mismo que  $1:N$ , sólo depende desde el lado de la relación que se mire).



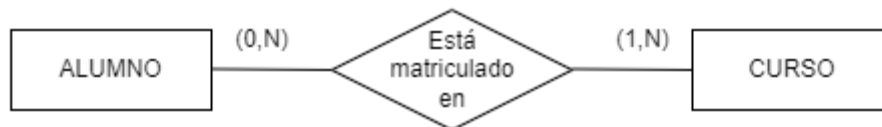
### ***Tercer tipo. Cardinalidad N:M.***

En este caso vamos a utilizar las entidades ALUMNO y CURSO y la relación Está matriculado en.



*Calculamos la participación.*

Un alumno debe estar matriculado en un curso o en varios. Luego la participación será  $(1,N)$ . Por otro lado, en un curso puede no haber alumnos matriculados (por ejemplo es un curso nuevo) o puede haber varios alumnos que lo estén realizando. La participación será  $(0,N)$ .



Por último *obtenemos la cardinalidad* con el valor máximo de cada participación.

El máximo de  $(0,N)$  es N y el máximo de  $(1,N)$  es N. Luego la cardinalidad que obtenemos sería  $N:N$  y lo representaremos como  $N:M$ .



### 2.3.5.- Cardinalidad en relaciones de grado distinto de 2

El grado más común en las relaciones es el 2 pero existen ocasiones en las que son necesarios el uso de relaciones de grado distinto. En esta sección revisaremos ese tipo de relaciones y la aplicación de la cardinalidad.

#### **Relaciones de grado 1**

El procedimiento es el mismo que ya se ha descrito anteriormente, la única diferencia es que en ambos extremos de la relación la entidad es la misma.

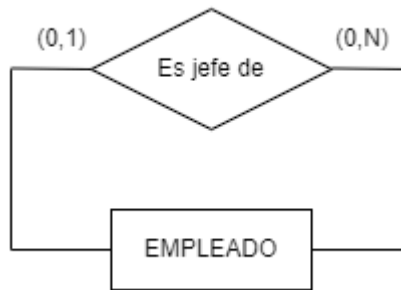
Disponemos de la entidad EMPLEADO y la relación con ella misma Es jefe de.



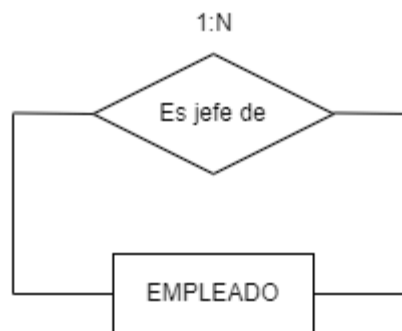
*Buscamos la participación de esta relación.*

Un empleado es jefe de ningún empleado (cuando no es jefe) o de N empleados (cuando es jefe) Luego la participación será  $(0, N)$ .

Por otro lado, un empleado siempre tendrá un jefe, excepto el jefe máximo que no tendrá nadie de quien dependa. La participación será  $(0, 1)$ .



Obtenemos la cardinalidad a partir de los valores máximos de sus pares, en este caso será 1 y N, quedando 1:N.



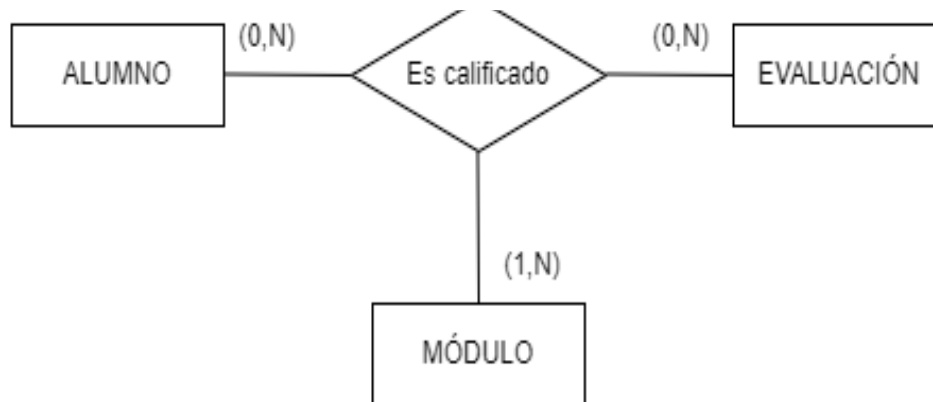
### Relaciones de grado 3

La participación en una relación de grado tres no es tan fácil de averiguar como en las de grado 2 o grado 1. Para ello debemos tomar una pareja determinada de dos entidades y ver la participación que tiene la tercera con esa pareja determinada. Después tomamos otra pareja y por último la que queda.

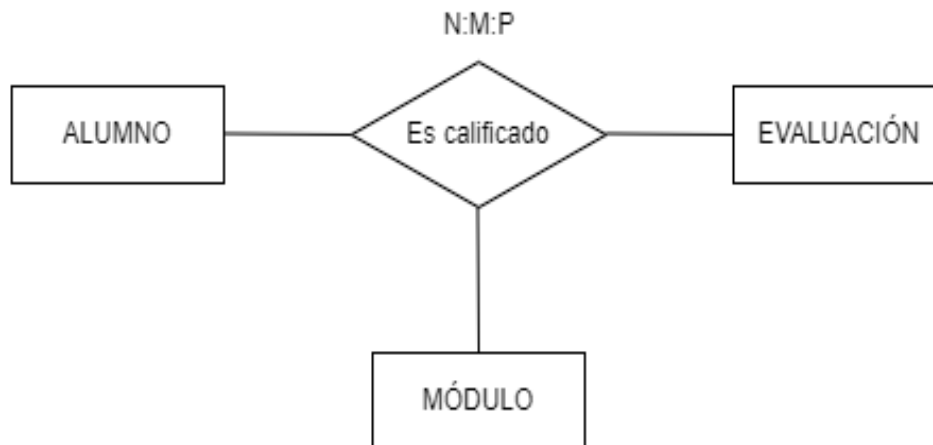
Veamos un ejemplo, supongamos que tenemos una relación de grado tres llamada Es calificado que relaciona a ALUMNO, con MÓDULO y con EVALUACIÓN. Las preguntas son:

- Para un alumno y un módulo determinados, ¿en cuantas evaluaciones se puede calificar? Puede ser 0 (si aún no se ha calificado) y un máximo de 3 ó 4, dependiendo de los estudios. Para simplificar vamos a dejarlo en indeterminado (N). Por lo tanto será  $(0,N)$ .

- Para una evaluación y un alumno determinados, ¿en cuantos módulos se califica?. Está claro que, por lo menos se calificará en un módulo (si no, qué está estudiando) y como máximo será N (los módulos que cursa). Por lo tanto será  $(1, N)$ .
- Y por ultimo, para una evaluación y un módulo determinados, ¿cuántos alumnos se califican? Aquí hay alguna duda porque no sabemos si hay asignaturas sin alumnos. Si las hubiera, el mínimo sería 0. Si no las hubiera, entonces sería 1. Vamos a tomar como hipótesis que se permiten asignaturas sin alumnos. En ese caso el mínimo sería 0. ¿Y el máximo? N. Por lo tanto sería  $(0, N)$ .



Para *obtener la cardinalidad* obtendremos el máximo de cada uno de los pares: máximo de  $(0, N)$  es N, máximo de  $(1, N)$  es N y por último máximo de  $(0, N)$  también es N. Quedaría  $N:N:N$ , al igual que en las de grado 2, para indicar que no tiene que ser el mismo número de ocurrencias las que se correspondan cambiaremos las letras quedando  $N:M:P$ .



Por último, cuando trabajamos con participaciones en relaciones de grado 2, la participación de una entidad se coloca al otro lado de la relación, sin embargo cuando el grado es 3 o superior eso no se puede hacer, pues la participación es respecto de las otras dos entidades combinadas, por ello se deja junto a la misma entidad.

### 2.3.6.- Interrelaciones débiles

Cuando las relaciones se establecen entre entidades fuertes y débiles, la interrelación que se forma es diferente a la vista al principio del apartado, entre dos entidades fuertes.

Las **interrelaciones regulares** relacionan **tipos de entidades regulares o fuertes**. Las **interrelaciones débiles** relacionan **un tipo de entidad regular y un tipo de entidad débil**.

Además, en las **interrelaciones débiles** podemos distinguir:

- **Dependencia en existencia:** Este tipo de interrelación refleja que los ejemplares del tipo de entidad débil que se relacionan con un determinado ejemplar del tipo de entidad regular dependen de él y, si éste desaparece, ellos también.
- **Dependencia en Identificación:** Este tipo de interrelación complementa a la anterior en que, además de que los ejemplares del tipo de entidad débil dependen de la existencia de un ejemplar de la entidad regular, también necesitan para su identificación el IP de la entidad regular.

Vamos a ver unos ejemplos que clarifiquen estas definiciones:

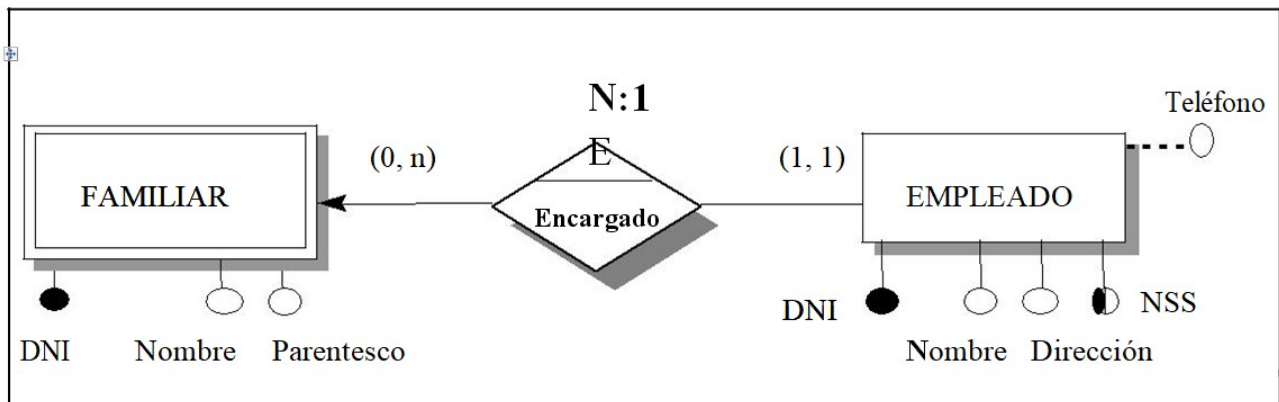
#### Dependencia de existencia

Supongamos que la empresa INTERFAZ necesita conocer los datos de los familiares que están a cargo de cada empleado de la empresa (cónyuge, hijos, etc.) para de esta manera apoyar a aquellos cuya carga familiar sea numerosa.

Para saber los familiares que dependen de cada empleado debemos crear un nuevo tipo de entidad, que denominaremos FAMILIAR, cuyos atributos podrían ser el DNI (como IP), el nombre completo y parentesco con el empleado. Como se puede observar, la existencia de un miembro de la familia depende plenamente de que ese miembro tenga a una persona de su familia trabajando en la empresa, o lo que es lo mismo que exista un ejemplar de EMPLEADO que este relacionado con él; es decir, los familiares sólo existen en la base de datos si existe un empleado con el que se relacionen y si un determinado EMPLEADO se va de la empresa, entonces se eliminarán todas los

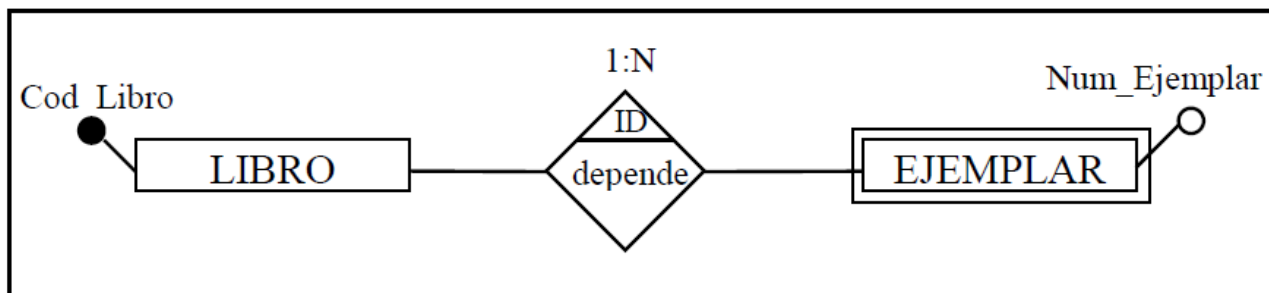


ejemplares de FAMILIAR que dependan de él. Así, tenemos una interrelación de dependencia en existencia entre EMPLEADO y FAMILIAR representada como muestra la siguiente figura:



### Dependencia de identificación

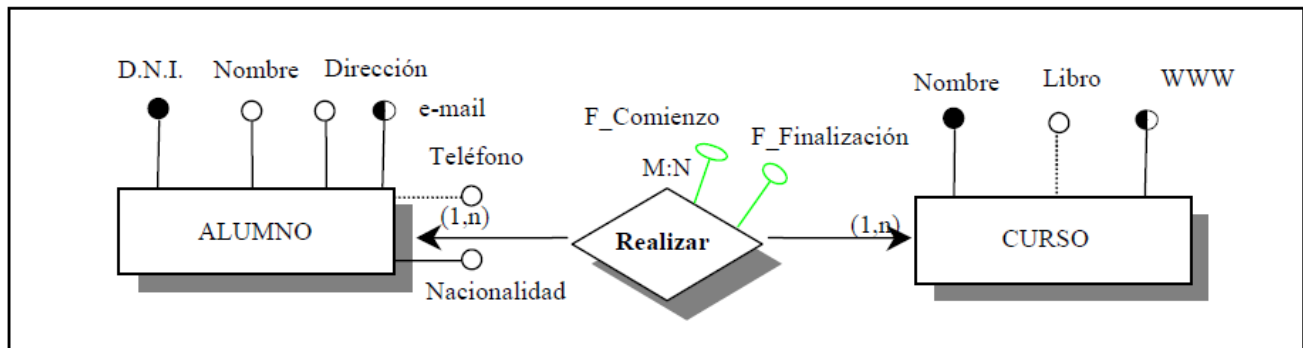
En la siguiente figura puede apreciarse un ejemplo de este tipo de dependencia. En este caso, el atributo Num\_Ejemplar por sí solo no permite distinguir cada una de las ocurrencias de la entidad EJEMPLAR (porque sus valores se repitan para ejemplares de libros distintos pues para cada libro habrá varios ejemplares numerados: 1, 2, 3,...), es decir, Num\_Ejemplar no es el AIP de la entidad EJEMPLAR. Será Cod\_Libro como AIP de la entidad fuerte LIBRO más Num\_Ejemplar como discriminador de la entidad EJEMPLAR.



### 2.3.7.- Atributos de una interrelación

Los atributos no solo están referidos a los tipos de entidad, sino que las interrelaciones también pueden tener atributos propios. Estos serían atributos cuyos valores tienen sentido únicamente en el caso de que se establezca la relación entre los tipos de entidad que las une, como pueden ser las

fechas de comienzo y de finalización de un curso, que no tienen sentido si dicho curso no es realizado por al menos un alumno. Un ejemplo de estos atributos se muestra en la siguiente figura en color verde.



¿Cómo serían los ejemplares de la interrelación “Realizar”? Si pensamos en el mundo real, los valores nos vienen dados de la siguiente forma: Juan ha realizado el curso de “Iniciación a Internet” durante el periodo de 12-02-96 al 05-06-96. Algo parecido ocurre en el modelo E/R, los elementos que se encuentran en la interrelación “Realizar” son de la siguiente forma:

{(DNI, 7515458), (Nombre, Inciación a Internet), (F\_Comienzo, 12-02-96), (F\_Finalización, 05-06-96)}.

{(DNI, 856593), (Nombre, Access Avanzado), (F\_Comienzo, 02-12-96), (F\_Finalización, 15-03-97)}.

Todos estos ejemplares se corresponden con los valores de los atributos identificadores de los tipos de entidad ALUMNO y CURSO que están relacionados, junto con los atributos propios de la interrelación. La interpretación o lectura que tienen estos elementos es la siguiente: el alumno con DNI 7515458 ha realizado el curso “Iniciación a Internet” durante el periodo del 12-02-96 al 05-06-96; el alumno con DNI 856593 ha realizado el curso “Access Avanzado” durante el periodo del 02-12-96 al 15-03-97.

Hay que distinguir entre una ejemplar de un tipo de entidad y un tipo de interrelación, pues una ejemplar de un tipo de interrelación existe siempre y cuando existan ejemplares de los tipos de entidad que intervienen en la asociación. Los ejemplares no tienen representación gráfica en el

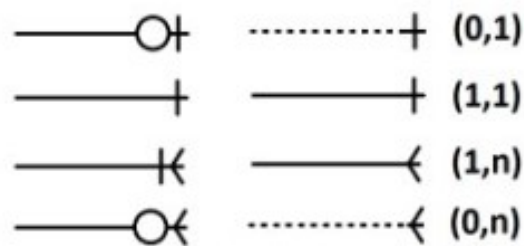
modelo E/R pues se corresponden con los datos que realmente se almacenarán en la base de datos y no con el diseño conceptual de ésta.

### 2.3.8.- Otras Representaciones

Para definir las restricciones de las interrelaciones se pueden utilizar diferentes nomenclaturas.

Existen varias notaciones para realizar un diagrama E/R: Chen, Barker, IDE1X, Crow, UML, notación de flechas,... El siguiente enlace puede servirte como punto de partida para profundizar sobre ellos y decantar tu elección: <https://www.vertabelo.com/blog/comparison-of-erd-notations/>

Una de las más utilizadas es la notación Crow, también conocida como *pata de gallos*, que usa símbolos en los extremos de las relaciones para representar la modalidad.



## 3.- Modelo E/R ampliado

El modelo original planteado por Peter Chen ha sido enriquecido con nuevas representaciones que ofrecen un mayor grado de abstracción para poder representar una semántica más amplia del universo del discurso. Este modelo se conoce como E/R Extendido.

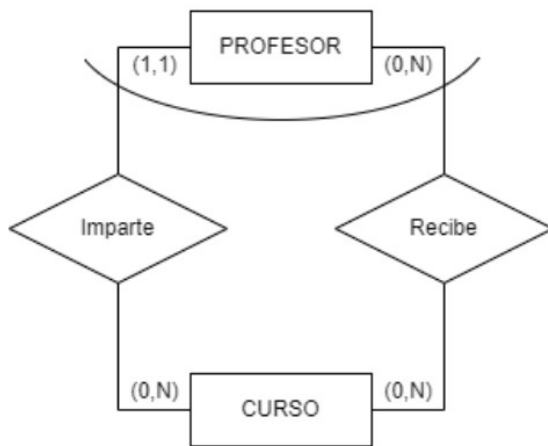
### 3.1.- Restricciones en las relaciones

#### 3.1.1.- Exclusividad

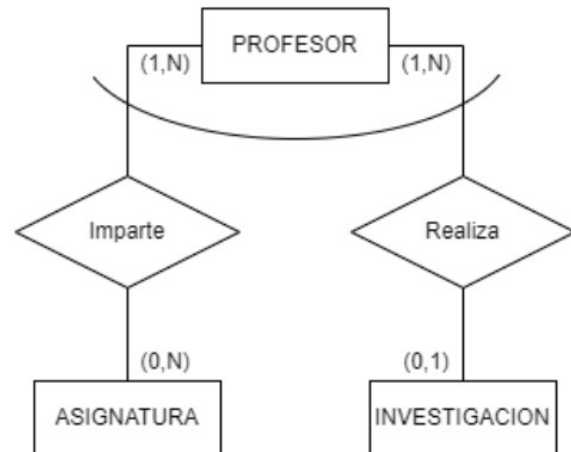
Dos o más tipos de relaciones tienen restricción de exclusividad con respecto a un tipo de entidad

que participa en ellas cuando cada ocurrencia de dicha entidad sólo puede pertenecer a uno de los tipos de relaciones, pero en el momento en que pertenezca a uno ya no podrá formar parte del otro. No es obligatorio que las relaciones exclusivas lo sean respecto al mismo tipo de entidad, sino que pueden serlo respecto a distintos tipos.

Se representa con un arco que engloba a todas aquellas relaciones que son exclusivas.



Un profesor o imparte o recibe un curso

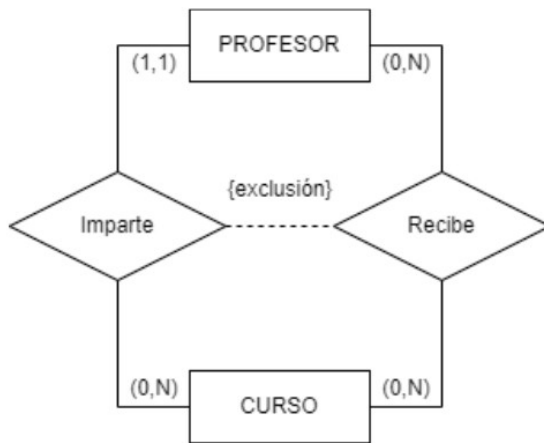


Un profesor o imparte una asignatura o realiza un trabajo de investigación

### 3.1.2.- Exclusión

Se produce cuando las ocurrencias de las entidades que se relacionan no pueden asociarse simultáneamente sino que deben asociarse utilizando una sola de las relaciones que las une.

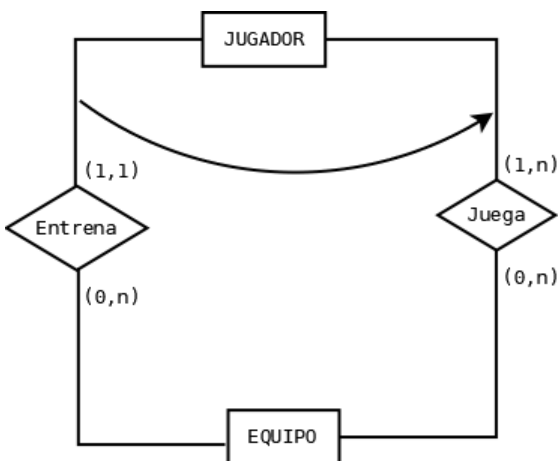
Se representa mediante una línea discontinua.



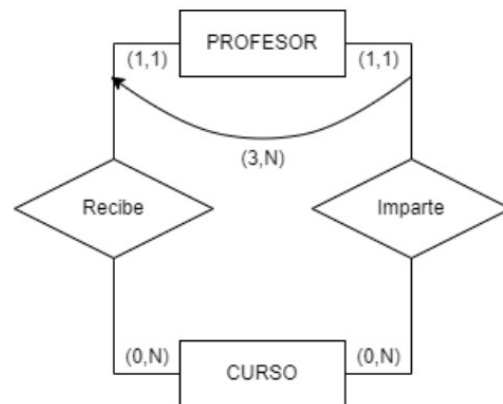
Un profesor que imparte un determinado curso no puede al mismo tiempo recibirlo, pero puede participar en otro que él no imparta.

### 3.1.3.- Inclusividad

Sea una entidad que se relaciona con otra a través de dos relaciones. Para toda ocurrencia de la entidad que participe en una de las relaciones tiene obligatoriamente que participar también en la otra. Se representa mediante una flecha arqueada que parte desde la relación que ha de cumplirse primero hacia la otra relación.



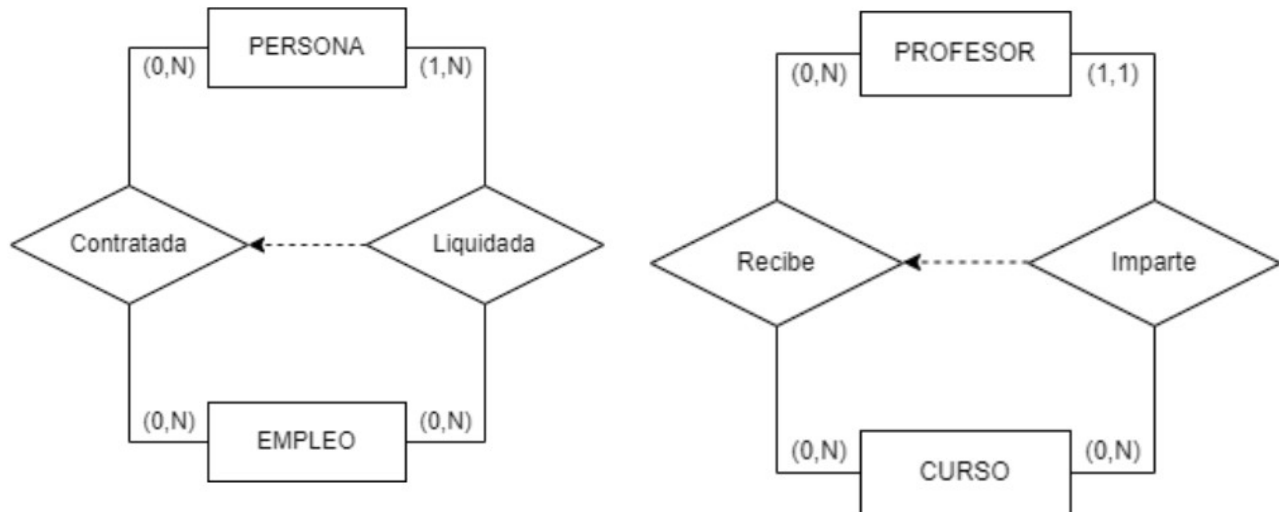
Un jugador, para entrenar un equipo, primero debe haber jugado el algún equipo.



Un profesor tiene que haber recibido al menos tres cursos para poder impartir él alguno.

### 3.1.4.- Inclusión

Cuando las ocurrencias que se asocian mediante una de las relaciones tienen también que asociarse mediante la otra. Se representa mediante una flecha recta de línea discontinua.



Para liquidar a una persona de un empleo previamente ha debido estar contratada en dicho empleo

Un profesor puede impartir un curso si previamente ha recibido dicho curso.

### 3.1.5.- Jerarquías de Generalización / Especialización

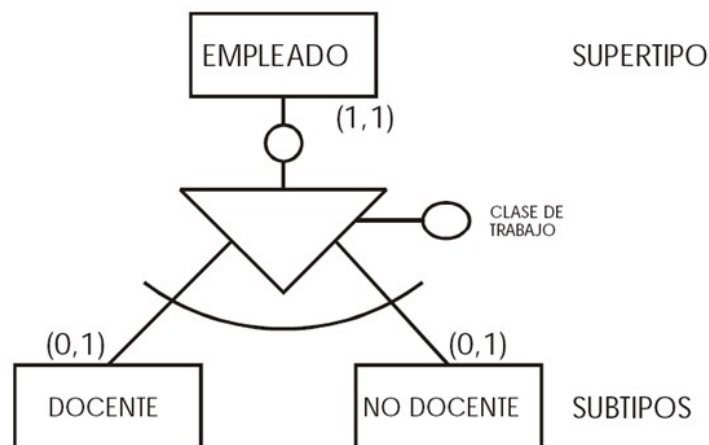
Son un caso especial de relación entre un tipo de entidad más general llamado **supertipo** y un conjunto de varios tipos de entidades que se denominan **subtipos**. Por su propia naturaleza este tipo de relación presenta una característica muy importante que es la **herencia**, ya que toda propiedad del supertipo (atributos, identificadores, participaciones) pasa a serlo también de los subtipos. La herencia nunca se da de los subtipos al supertipo.

La aparición de estas jerarquías en el modelo puede surgir de dos formas distintas:

- **Generalización:** Se observa que dos o más tipos de entidad comparten propiedades (atributos y/o relaciones) de donde se deduce la existencia de un tipo de entidad de nivel superior (supertipo) que contiene los atributos y los tipos de relaciones comunes a todos los subtipos.
- **Especialización:** Se observa que un tipo de entidad tiene ciertas propiedades (atributos y/o relaciones) que tienen sentido para unos ejemplares pero no para otros, por lo que es

conveniente definir uno o varios subtipos que contengan estas propiedades específicas, dejando en el supertipo los que son comunes. La división en subtipos puede estar condicionada por los valores que tome un atributo (**atributo discriminante**) definido previamente.

Se representa mediante un triángulo invertido, sobre él quedará la entidad superclase y conectadas a él a través de líneas rectas, las subclases. Si existe atributo discriminante se conectará con el triángulo que representa la jerarquía. No es necesario incluir el nombre de la relación ya que por defecto responde a la noción de “es un tipo de” (is a).

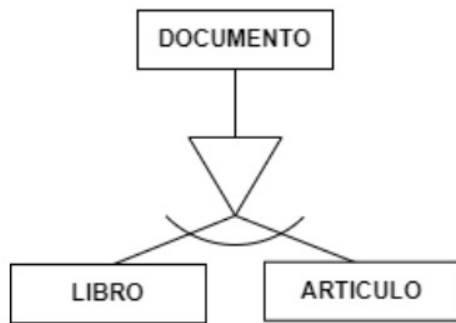


Como se puede observar, si nos movemos de los subtipos hacia el supertipo se trata de una generalización, mientras que si primero identificamos el supertipo y a partir de él llegamos a los subtipos se trata de una especialización. Puede ocurrir que se formen jerarquías de más de un nivel, donde un subtipo es a su vez supertipo de otras entidades.

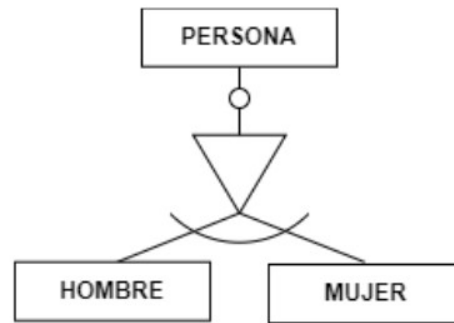
La generalización tiene una serie de **restricciones semánticas** atendiendo a si los subtipos se solapan son disjuntos y a si la unión de los subtipos recubre o no al supertipo:

- **Solapamiento / Exclusividad:** si un mismo ejemplar del supertipo puede pertenecer o no a más de un subtipo habrá solapamiento, y si sólo puede pertenecer a uno de los subtipos existirá exclusividad.
- **Totalidad / Parcialidad:** si todo ejemplar del supertipo tiene que pertenecer a algún subtipo tendremos totalidad y, si por el contrario, no tiene obligatoriamente que pertenecer a algún subtipo habrá parcialidad. De estas características se deduce que la modalidad del supertipo será siempre  $(1,1)$  y la de cada uno de los subtipos  $(0,1)$ .

La combinación de estas posibilidades da lugar a cuatro tipos de jerarquías, representando mediante un arco el hecho de que los subtipos sean disjuntos (exclusividad) y con un círculo el caso de jerarquía total.



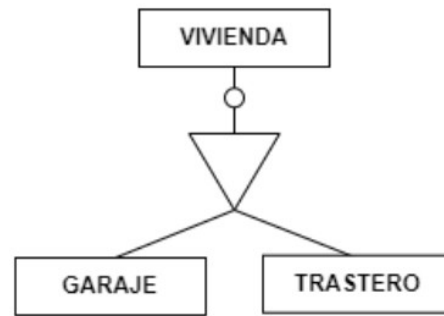
Exclusiva / Parcial



Exclusiva / Total



Solapada / Parcial



Solapada / Total

- **Exclusiva / Parcial:** un documento no es obligatoriamente libro o artículo (podría ser, por ejemplo, una revista), pero en caso de ser alguno de ellos lo es de solo uno.
- **Exclusiva / Total:** una persona debe ser obligatoriamente hombre o mujer, pero no ambos a la vez.
- **Solapada / Parcial:** un empleado no es obligatoriamente docente o investigador (podría ser, por ejemplo, becario), y en caso de ser alguno puede ser ambos a la vez.
- **Solapada / Total:** Una vivienda o tiene garaje, o tiene trastero o tiene garaje y trastero.



## 4.- Guía para la creación del modelo E/R

A partir de los requisitos de usuario, realizaremos varias lecturas para identificar los distintos elementos del modelo de menor a mayor dificultad:

1. Entidades, teniendo que especificar los atributos que las caracterizan y los que las identifican. También seleccionaremos los atributos multivaluados si los hubiera.
2. Relaciones que vinculan a varias entidades o a una entidad más de una vez. Estableceremos las cardinalidades (min,max) de cada entidad respecto de las relaciones en las que participa.
3. Posibles atributos de relaciones.
4. Posibles jerarquías, distinguiendo las características comunes del supertipo de las específicas de los subtipos.
5. Posibles entidades débiles y si son en existencia o en identificación.
6. Posibles restricciones entre distintas relaciones (inclusión, exclusión, inclusividad o exclusividad).
7. Posible relaciones de grado superior a dos. Comprobaremos si reflejan adecuadamente la semántica de los requisitos de usuario y pueden transformarse en relaciones binarias o en entidades asociativas.
8. Posible relaciones redundantes, eliminándolas según el caso. Si no se eliminan habrá que crear mecanismos o procedimientos para controlar dicha redundancia.