

## **Esquemas relacionales derivados del modelo entidad/relación**

Hay quien los llama **esquemas entidad/relación relacionales**. De hecho es una mezcla entre los esquemas relacionales y los entidad/relación.

Hoy en día se utiliza mucho, en especial por las herramientas CASE de creación de diseños de bases de datos.

Las tablas se representan en forma de rectángulo que contiene una fila por cada atributo y una fila inicial para la cabecera en la que aparece el nombre de la tabla. Después aparecen líneas que muestran la relación entre las claves y su cardinalidad. Uno de los más utilizados actualmente es éste:

## **Transformación de un esquema E-R a un esquema relacional**

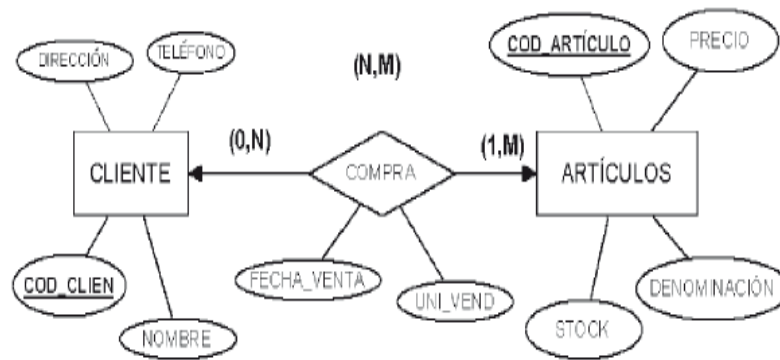
Una vez obtenido el esquema conceptual mediante el modelo E-R, hay que definir el modelo lógico de datos.

Las reglas básicas para transformar un esquema conceptual E-R a un esquema relacional son las siguientes:

- Toda entidad se transforma en una tabla.
- Todo atributo se transforma en columna dentro de una tabla.
- El identificador único de la entidad se convierte en clave primaria.
- Toda relación N:M se transforma en una tabla que tendrá como clave primaria la concatenación de los atributos clave de las entidades que asocia.

## **Ejemplo:**

Dado el esquema que se muestra a continuación, en el que se representan las compras de artículos que hacen los clientes, convierte el esquema E-R en relacional.



1. Cada entidad se convierte en una tabla y los atributos de las entidades se convierten en columnas de las tablas. Lo representamos así:

CLIENTE (**COD\_CLIEN**, NOMBRE, DIRECCION, TELEFONO)  
ARTICULOS (**COD\_ARTICULO**, PRECIO, STOCK, DENOMINACION)

2. La relación N: M se convierte a tabla. El nombre que se le da es el que pongamos a la relación, en este caso COMPRA. La clave estará formada por la concatenación de claves de las tablas anteriores. Estas a su vez pasan a ser claves ajenas y referencian a las tablas CLIENTE y ARTICULO.

En esta relación, además de añadir las claves de las entidades anteriores, se añaden los atributos que intervienen en la relación. La tabla nos queda así:

COMPRA (**COD\_CLIEN (FK)**, **COD\_ARTICULO(FK)**, UNIDAD, FECHA\_VENTA)

En la transformación de relaciones 1: N existen dos soluciones:

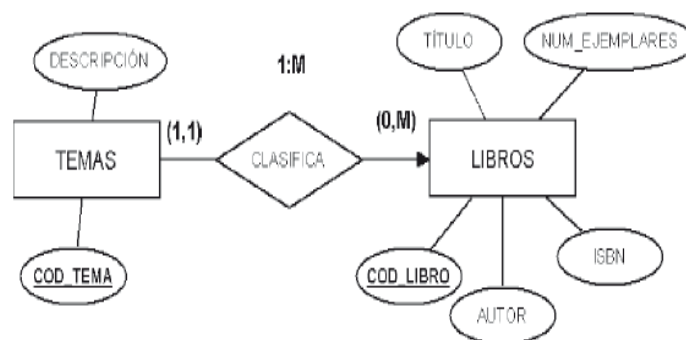
- **Transformar la relación en una tabla.** Se hace como si se tratara de una relación N:M. Esta solución se realiza cuando se prevé que en un futuro la relación se convertirá en N:M y cuando la relación tiene atributos propios. También se crea una nueva tabla cuando la cardinalidad es opcional, es decir, (0,1) y (0,M).

La clave de esta tabla es la de la entidad del lado *muchos*.

- **Propagar la clave.** Este caso se aplica cuando la cardinalidad es obligatoria, es decir, cuando tenemos cardinalidad (1,1) y (0,M) o (1,M). Se propaga el atributo principal de la entidad que tiene de cardinalidad máxima 1 a la que tiene de cardinalidad máxima N, desapareciendo el nombre de la relación. Si existen atributos propios en la relación, estos también se propagarán.

### Ejemplo:

Dado el esquema que se muestra en la Figura , en el que se representa la clasificación de los libros en temas, convertir el esquema E-R en relacional.



1. Se convierten a tabla las dos entidades:

TEMAS (**COD\_TEMA**, DESCRIPCION)

LIBROS (**COD\_LIBRO**, AUTOR, ISBN, TITULO, NUM\_EJEMPLARES)

2. Se propaga la clave, de la entidad TEMAS a la entidad LIBROS.

La entidad LIBROS quedará así:

LIBROS (**COD\_LIBRO**, AUTOR, ISBN, TITULO, NUM\_EJEMPLARES, **COD\_TEMA(FK)**)

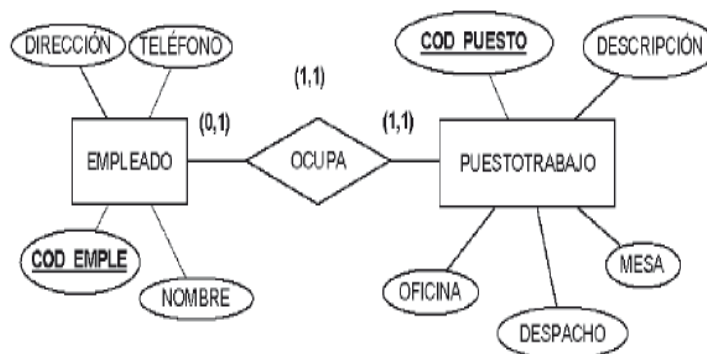
En la transformación de relaciones 1:1 se tienen en cuenta las cardinalidades de las entidades que participan. Existen dos soluciones:

- **Transformar la relación en una tabla.** Si las entidades poseen cardinalidades (0,1), la relación se convierte en una tabla.
- **Propagar la clave.** Si una de las entidades posee cardinalidad (0,1) y la otra (1,1), conviene propagar la clave de la entidad con cardinalidad (1,1) a la tabla resultante de la entidad de cardinalidad (0,1). Si ambas entidades poseen cardinalidades (1,1), se puede propagar la clave de cualquiera de ellas a la tabla resultante de la otra.

En este caso, también se pueden añadir los atributos de una entidad a otra, resultando una única tabla con todos los atributos de las entidades y de la relación, si los hubiera, eligiendo como clave primaria una de las dos.

Ejemplo:

Consideramos la relación EMPLEADO-OCUPA-PUESTOTRABAJO. Un empleado ocupa un solo puesto de trabajo, y ese puesto de trabajo es ocupado por un solo empleado o por ninguno. El esquema E-R que se muestra, transformarlo al modelo relacional.



En este caso, la clave se propaga desde la entidad PUESTOTRABAJO, con cardinalidad (1,1), a la entidad EMPLEADO, con cardinalidad (0,1). Las tablas las representaremos así:

PUESTOTRABAJO (COD\_PUESTO, DESCRIPCION, OFICINA, DESPACHO, MESA)

EMPLEADO (COD\_EMPLE, NOMBRE, DIRECCION, TELEFONO, COD\_PUESTO(FK))

### Relaciones reflexivas o recursivas

Son relaciones binarias en las que participa un tipo de entidad. En el proceso de convertir una relación reflexiva a tabla hay que tener en cuenta sobre todo la cardinalidad.

Lo normal es que toda relación reflexiva se convierta en dos tablas, una para la entidad y otra para la relación. Se pueden presentar los siguientes casos:

– Si la relación es 1:1, la clave de la entidad se repite, con lo que la tabla resultante tendrá dos veces ese atributo, una como clave primaria y otra como clave ajena de ella misma. No se crea la segunda tabla.

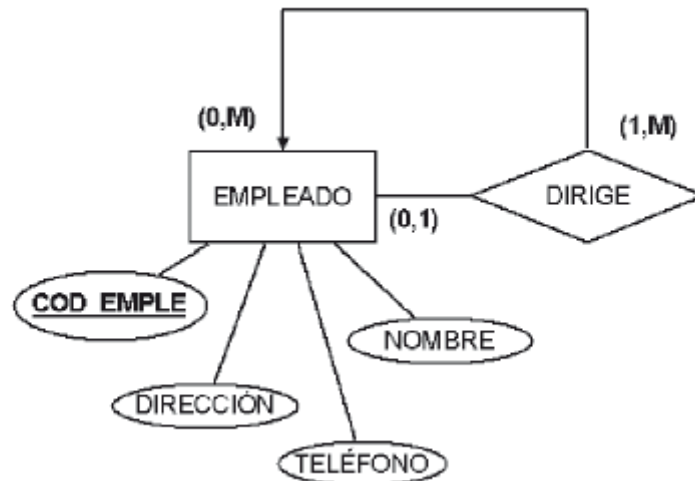
– Si la relacion es 1:M, podemos tener dos casos:

a) Caso de que la entidad muchos sea siempre obligatoria se procede como en el caso 1:1.

b) Si no es obligatoria, se crea una nueva tabla cuya clave será la de la entidad del lado muchos, y además se propaga la clave a la nueva tabla como clave ajena.

Consideramos la relación EMPLEADO-DIRIGE-EMPLEADO. Un empleado puede dirigir a muchos empleados o a ninguno si es el que dirige. Y un empleado es dirigido por un director o por ninguno si el es el que dirige.

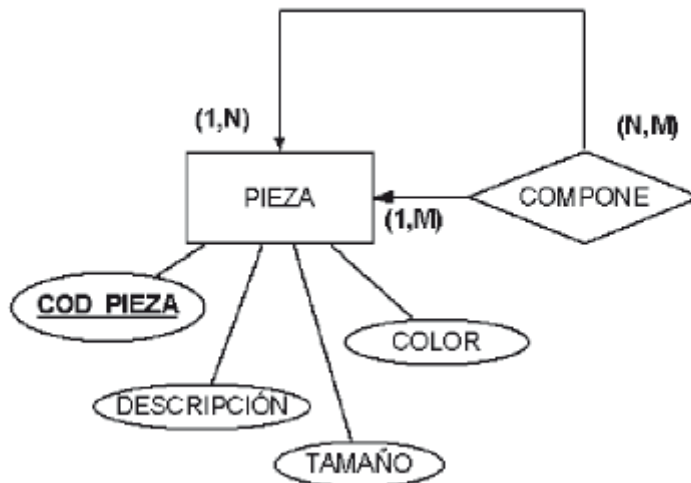
En este caso no hay obligatoriedad en la entidad muchos. El esquema E-R que se muestra, transformarlo al modelo relacional.



La tabla DIRIGE tiene como clave primaria el código de empleado, que a su vez será clave ajena. Además se le añade el código de empleado pero, en este caso, tendrá el papel de director, que a su vez será clave ajena a la tabla EMPLEADO. El resultado será el siguiente:

EMPLEADO (COD\_EMPLE, DIRECCION, TELEFONO, NOMBRE)  
DIRIGE (COD\_EMPLE(FK), COD\_DIREC(FK))

Si es N:M, se trata igual que en las relaciones binarias. La tabla resultante de la relación contendrá dos veces la clave primaria de la entidad del lado muchos, mas los atributos de la relación si los hubiera. La clave de esta nueva tabla será la combinación de las dos.



En este caso, obtenemos la segunda tabla COMPONE\_PIEZA en la que aparecerá repetido el código de pieza y formará la clave de la tabla.

El atributo COD\_PIEZ\_CON representa la pieza que se compone de otras, y COD\_PIEZA tiene el papel de pieza que compone a otras piezas.

Ambos atributos son claves ajenas a la tabla PIEZA.

La representación quedara así:

PIEZA (COD\_PIEZA, DESCRIPCION, TAMANO, COLOR)

COMPONE\_PIEZA (COD\_PIEZ\_COM(FK), COD\_PIEZA(FK))

### Generalizaciones, transformación de jerarquías al modelo relacional

El modelo relacional no dispone de mecanismos para la representación de las relaciones jerárquicas, así pues, las relaciones jerárquicas se tienen que eliminar. Para ello hay que tener en cuenta:

- La especialización que los subtipos tienen respecto a los supertipos, es decir, los atributos diferentes que tengan asociados cada uno de los subtipos, que son los que se diferencian con el resto de atributos de los otros subtipos.
- El tipo de especialización que representa el tipo de relación jerárquica: *total* o *parcial exclusiva*, y *total* o *parcial solapada*.

- Otros tipos de relación que mantengan tanto los subtipos como el supertipo.
- La forma en la que se va a acceder a la información que representan tanto el supertipo como el subtipo.

Teniendo en cuenta los puntos señalados para pasar estas relaciones al modelo relacional se aplicara una de las siguientes reglas:

**A. Integrar todas las entidades en una única eliminando a los subtipos.** Esta nueva entidad contendrá todos los atributos del supertipo, todos los de los subtipos, y los atributos discriminativos para distinguir a que subentidad pertenece cada atributo.

Todas las relaciones se mantienen con la nueva entidad. Esta regla puede aplicarse a cualquier tipo de jerarquía. La gran ventaja es la simplicidad pues todo se reduce a una entidad. El gran inconveniente es que se generan demasiados valores nulos en los atributos opcionales propios de cada entidad.

**B. Eliminación del supertipo,** transfiriendo los atributos del supertipo a cada uno de los subtipos. Las relaciones del supertipo se consideran para cada uno de los subtipos. La clave genérica del supertipo pasa a cada uno de los subtipos. Solo puede ser aplicada para jerarquías totales y exclusivas. Inconvenientes que presenta esta transformación:

- Se crea redundancia en la información, pues los atributos del supertipo se repiten en cada uno de los subtipos.
- El número de relaciones aumenta, pues si el supertipo tiene relaciones, estas pasan a cada uno de los subtipos.

**C. Insertar una relación 1:1 entre el supertipo y cada uno de los subtipos.** Los atributos se mantienen y cada subtipo se identificara con la clave ajena del supertipo.

El supertipo mantendrá una relación 1:1 con cada subtipo. Los subtipos mantendrán, si la relación es exclusiva, la cardinalidad mínima 0, y si es solapada 0 o 1.

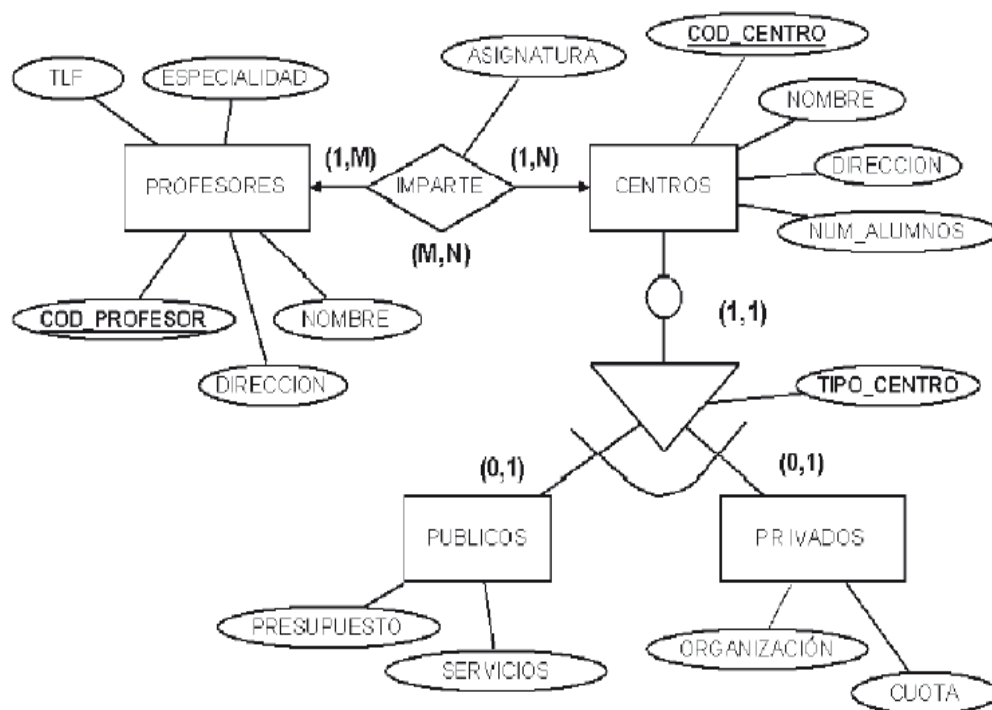


### Ejemplo:

Consideramos los profesores que imparten clases en dos tipos de centros educativos: públicos y privados. Un profesor puede impartir clase en varios centros, ya sean públicos o privados. Consideramos la asignatura como atributo de la relación entre profesor imparte en centro.

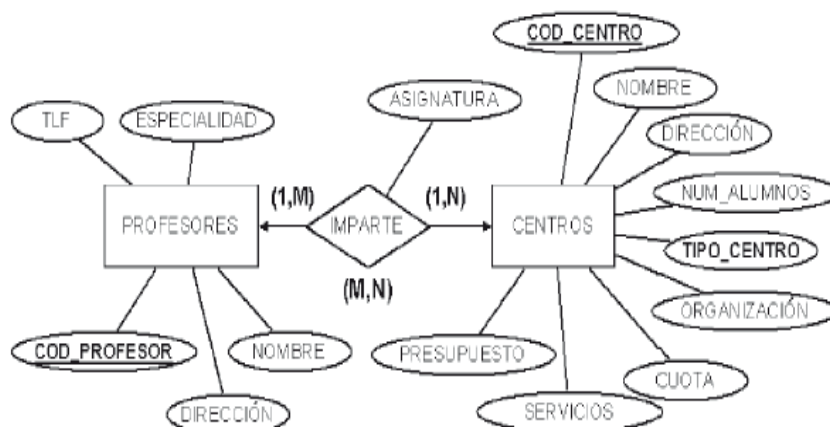
Los centros educativos solo pueden ser de estos dos tipos. Un centro público no puede ser a la vez privado.

Los atributos específicos para los centros públicos son el presupuesto y los servicios, para los privados la organización y la cuota. La jerarquía a representar es total y exclusiva.



Observa que se ha añadido el atributo TIPO\_CENTRO que no se ha dado en el enunciado, sin embargo en las generalizaciones conviene añadir un atributo que identifique el tipo del subtipo. Para la transformación podemos aplicar cualquiera de las tres reglas ya que se trata de una jerarquía total y exclusiva:

**Integramos los subtipos en el supertipo. El esquema E-R será el que se muestra**



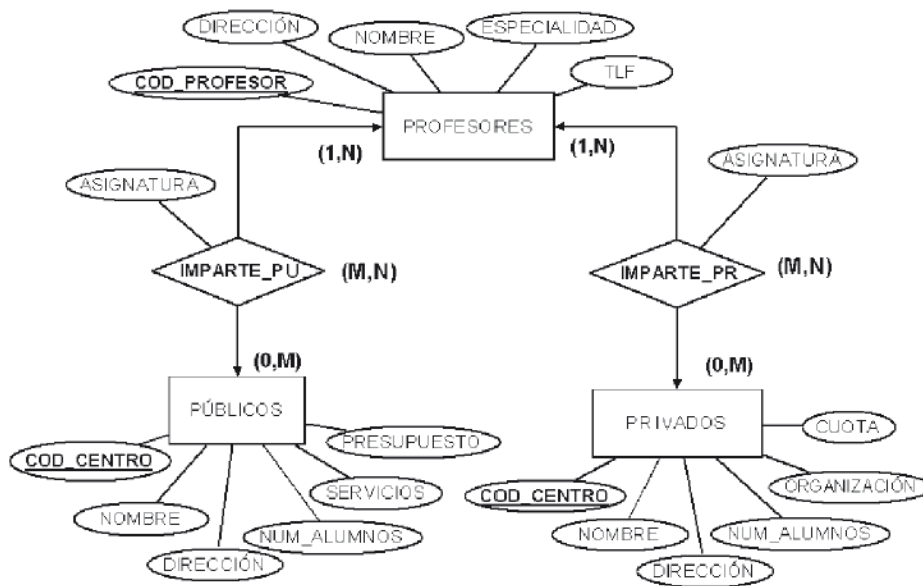
El resultado en el modelo relacional contará con las siguientes tablas:

**PROFESORES** (**COD\_PROFESOR**, DIRECCION, NOMBRE, TLF, ESPECIALIDAD)

**CENTROS** (**COD\_CENTRO**, NOMBRE, DIRECCION, NUM\_ALUMNOS, TIPO\_CENTRO, ORGANIZACION, CUOTA, SERVICIOS, PRESUPUESTO)

**IMPARTE** (**COD\_PROFESOR(FK)**, **COD\_CENTRO(FK)**, ASIGNATURA)

**Eliminación del supertipo, el esquema E-R se muestra así:**



El TIPO\_CENTRO se puede arrastrar a las subentidades pero no tendría mucho sentido, pues tomaría siempre el mismo valor, es decir, en un centro publico seria siempre publico y en uno concertado, concertado.

Así pues se elimina. El resultado en el modelo relacional contara con las siguientes tablas:

PROFESORES (**COD\_PROFESOR**, DIRECCION, NOMBRE, TLF, ESPECIALIDAD)

PUBLICOS (**COD\_CENTRO**, NOMBRE, DIRECCION, NUM\_ALUMNOS, SERVICIOS, PRESUPUESTO)

PRIVADOS (**COD\_CENTRO**, NOMBRE, DIRECCION, NUM\_ALUMNOS, ORGANIZACION, CUOTA)

IMPARTE\_PR (**COD\_PROFESOR**(FK), COD\_CENTRO(FK), ASIGNATURA)

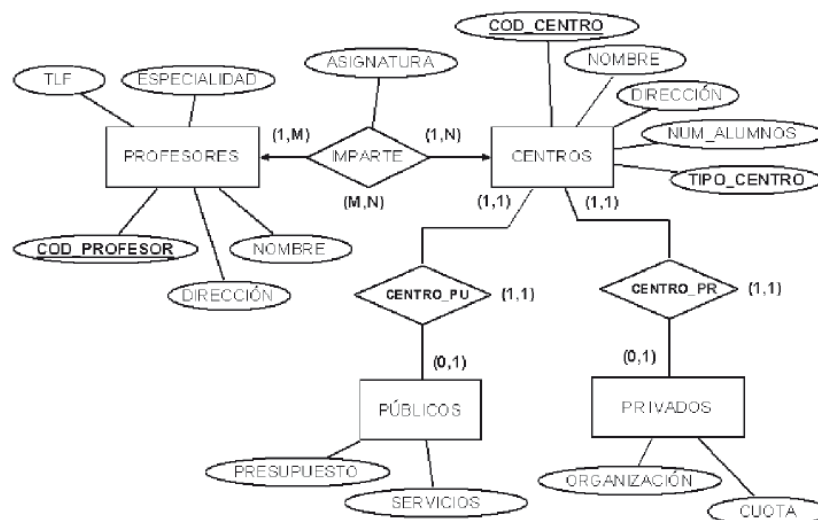
IMPARTE\_PU (**COD\_PROFESOR**(FK), COD\_CENTRO(FK), ASIGNATURA)

Si nos fijamos en el esquema relacional resultante vemos que las tablas PUBLICOS y PRIVADOS tiene la misma clave, y

no existe ningún condicionante lógico que impida que un centro este en las dos tablas, algo que va en contra del enunciado del problema. Para controlar esta situación habrá que recurrir a los programas que manejen las tablas o a la creación de triggers asociados a cada una de las tablas.

Del mismo modo, podemos pensar que las tablas IMPARTE\_PR e IMPARTE\_PU, son iguales y podrían agruparse en una sola, sin embargo, habría problemas con el control de la integridad puesto que habría que definir la clave de esta tabla como clave ajena de las tablas PUBLICOS y PRIVADOS, y esto no sería correcto.

Inserta una relación 1:1 entre el supertipo y cada uno de los subtipos



El atributo TIPO\_CENTRO se incluye en el supertipo. El resultado en el modelo relacional contara con las siguientes tablas:

PROFESORES (**COD\_PROFESOR**, DIRECCION, NOMBRE, TLF, ESPECIALIDAD)

CENTROS (**COD\_CENTRO**, NOMBRE, DIRECCION, NUM\_ALUMNOS, TIPO\_CENTRO)

PUBLICOS (**COD\_CENTRO(FK)**, SERVICIOS, PRESUPUESTO)

PRIVADOS (**COD\_CENTRO(FK)**, ORGANIZACION, CUOTA)

IMPARTE (COD\_PROFESOR(FK), COD\_CENTRO(FK), ASIGNATURA)

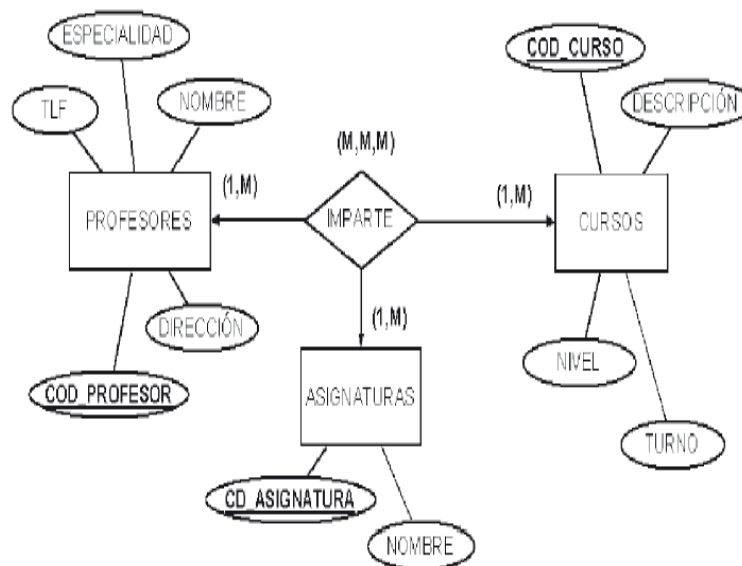
### Relaciones N-arias

En este tipo de relaciones se agrupan 3 o mas entidades, y para pasar al modelo de datos relacional cada entidad se convierte en tabla, así como la relación, que va a contener los atributos propios de ella más las claves de todas las entidades. La clave de la tabla resultante será la concatenación de las claves de las entidades. Hay que tener en cuenta:

- Si la relación es M:M:M, es decir, si todas las entidades participan con cardinalidad máxima M, la clave de la tabla resultante es la unión de las claves de las entidades que relaciona. Esa tabla incluirá los atributos de la relación si los hubiera.

### Ejemplo

Suponemos una relación ternaria entre las entidades PROFESORES-CURSOS-ASIGNATURAS, en la que un profesor imparte en varios cursos varias asignaturas, y además las asignaturas son impartidas por varios profesores en varios cursos. El esquema E-R que se muestra, transformarlo al modelo relacional.



El resultado en el modelo relacional contará con las siguientes tablas:

PROFESORES (**COD\_PROFESOR**, DIRECCION, NOMBRE, TLF, ESPECIALIDAD)

CURSOS (**COD\_CURSO**, DESCRIPCION, NIVEL, TURNO)

ASIGNATURAS (**CD\_ASIGNATURA**, NOMBRE)

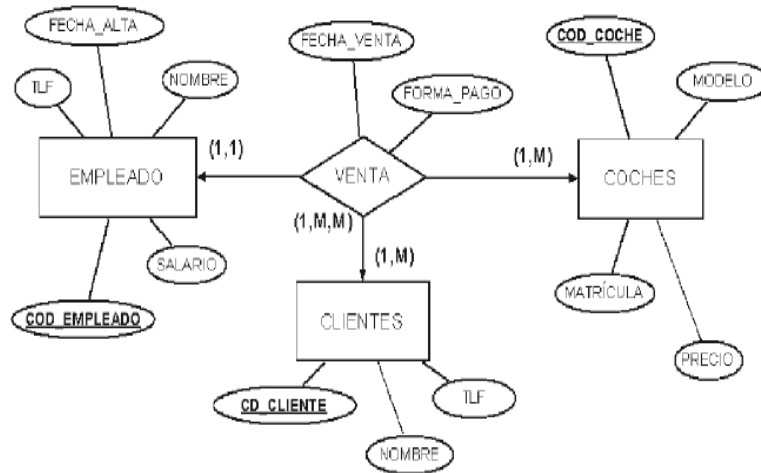
IMPARTE (**COD\_PROFESOR(FK)**, **COD\_CURSO(FK)**, **CD\_ASIGNATURA(FK)**)

Si la relación es 1:M:M, es decir, una de las entidades participa con cardinalidad máxima 1, la clave de esta entidad no pasa a formar parte de la clave de la tabla resultante, pero forma parte de la relación como un atributo más.

### Ejemplo

Suponemos el caso de una tienda de venta de coches, en la que un empleado vende muchos coches a muchos clientes, y los coches son vendidos por un solo empleado. En la venta hay que tener en cuenta la forma de pago y la fecha de venta. El

esquema E-R que se muestra, transformar al modelo relacional.



El resultado en el modelo relacional es:

CLIENTES (**CD\_CLIENTE**, NOMBRE, TLF)

EMPLEADO (**COD\_EMPLEADO**, NOMBRE, TLF, SALARIO, FECHA\_ALTA)

COCHES (**COD\_COCHE**, MATRICULA, MODELO, PRECIO)

VENTA (**COD\_COCHE(FK)**, **CD\_CLIENTE(FK)**, COD\_EMPLEADO, FORMA\_PAGO, FECHA\_VENTA)

## RESUMEN DE LAS TRANSFORMACIONES E-R A RELACIONAL :

Modelo Entidad-Relación (Chen)			Modelo relacional
Entidad			Tabla
Relaciones	Binarias	1:N	Propagar la clave: clave ajena (tabla con N), o bien otra tabla.
		1:1	Propagar la clave: clave ajena, o bien otra tabla o bien uniendo las dos entidades en una tabla.
		M:N	Otra tabla nueva, con clave primaria igual a la suma de las claves primarias de las dos tablas.
	Reflexivas	1:N	Clave ajena o bien otra tabla.
		1:1	Clave ajena o bien otra tabla.
		M:N	Otra tabla nueva, relación con clave principal igual a la clave principal de la entidad duplicada.
	Ternarias	Se crea una tabla nueva y a la hora de elegir la clave se tendrá en cuenta:	
		<div>1. Concatenación de claves primarias de las entidades, con grado diferente a 1 (M,M,M...)</div> <div>2. Si alguna tiene cardinalida máxima 1, al menos ha de haber (N-1) claves primarias de otras (N-1) entidades, y han de participar en la relación las claves primarias de las entidades con cardinalidad máxima 1.</div>	