

Unidad 2A

“Diseño Lógico de una Base de Datos”

**Modelo Conceptual: Modelo Entidad_Relación
de una Base de Datos**

Gestión de Bases de Datos

Bases de Datos

IES Teis

MODELO CONCEPTUAL DE DATOS

1 Introducción

En este tema vamos a comenzar realizando un modelo conceptual de los datos. En el modelo conceptual de datos debe aparecer toda aquella información del mundo real que es de interés para la aplicación. El objetivo de este modelo es representar en mundo real a través de entidades y relaciones.

La técnica que se emplean para representar gráficamente el modelo conceptual de datos son los DIAGRAMAS E/R.

2 Modelo Entidad-Relación

Diagrama de E/R es una técnica gráfica introducida por CHEN para el modelado conceptual de datos.

El modelo Entidad/Relación percibe el mundo real como una serie de objetos relacionados entre sí y pretende representarlos gráficamente, mediante un determinado **mecanismo de abstracción**.

Los elementos de este mecanismo de abstracción, que nos ayudan a representar el mundo real son:

- Entidades
- Atributos
- Relaciones
- Restricciones
- Claves

Cada uno de estos elementos tiene asociado un modo gráfico de representación o símbolo específico, que le distingue del resto de elementos. En los siguientes apartados se describe cada uno de ellos detalladamente.

2.1 Entidades

Es un objeto específico del mundo que queremos representar, puede ser una entidad personas, cosas, lugares, oficios, etcétera.

Las entidades representan tanto las cosas tangibles como las intangibles del mundo real. Por ejemplo, préstamo bancario es una entidad, vacaciones puede serlo del mismo modo, al igual que cliente o proveedor, transferencia bancaria puede ser una entidad.

Las entidades **se representan** como un **RECUADRO** con el nombre, que será el *identificador de la entidad*, en el centro del mismo. El nombre que se le da a una entidad suele ser un **SUSTANTIVO EN SIGULAR**.



Figura 1. Representación de una Entidad

Ejemplo: En un sistema bancario donde se realizan préstamos a clientes se pueden distinguir las siguientes entidades.



Figura 2. Ejemplo de Entidades

Asociado al concepto entidad surge el concepto *ocurrencia de entidad*. Una ocurrencia de entidad es una realización concreta de una entidad. Por ejemplo, si tenemos la entidad CLIENTE, una ocurrencia de entidad sería JOSÉ PÉREZ LÓPEZ. Es una instancia de Entidad. La entidad es una abstracción, cada una de las ocurrencias de entidad son las realizaciones, cada una de las concreciones de la abstracción. (Lo que realmente existe son las ocurrencias de entidad).

2.2 Atributos

Las entidades a su vez tienen una serie de **características o propiedades**. Los *atributos* serán cada una de las propiedades de la entidad. Por ejemplo, un atributo de la entidad Cliente será DNI, otro atributo será Nombre, Apellidos, fecha de nacimiento, etc..

Cada atributo de cada ocurrencia de entidad tendrá un *valor o dato* (esto es lo que se almacena o guarda en la BD) por ejemplo, el valor del atributo DNI puede ser “444444345F”.

Los atributos se suelen **representar** con una ELIPSE, en el medio de la cual se pone el identificador del atributo, ver Figura 3. Tres formas de representar un atributo normal:

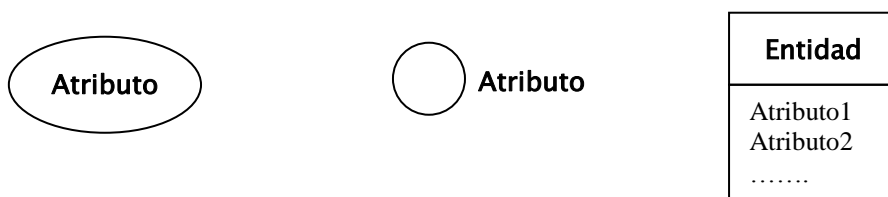


Figura 3. Tres formas de representar un atributo normal

Ejemplo:

Para la entidad CLIENTE, serán atributos por ejemplo, DNI, Nombre, Apellidos y teléfono.

Para cada entidad PRÉSTAMO, serán atributos cod_prestamo, plazo, capital e interés.

CLIENTE			
DNI	Nombre	Apellidos	Telefono
44458458G	Emilio	Pérez Pérez	918762345
79876362A	Encarna	López Hoyos	912347683

Figura 4. Valores de los atributos de una entidad

2.3 Tipos de atributos

Se pueden distinguir dos tipos de atributos: atributo descriptor de entidad y atributo identificador de entidad.

Todos los atributos definidos en nuestro diseño del modelo conceptual son del primer tipo, es decir, descriptores de entidad puesto que reflejan una propiedad o característica de la entidad. Algunos de estos atributos son atributos que sirven para identificar cada una de las ocurrencias de la entidad, los llamamos atributos identificadores de entidad.

2.3.1 Identificador de entidad o Clave

Es aquel o aquellos atributos que identifican de manera unívoca cada ocurrencia de una entidad, es decir, no existe ninguna ocurrencia de la entidad con valor repetido para el identificador de entidad. Por ejemplo, dada la entidad cliente, no pueden existir dos ocurrencias con el mismo DNI. **El valor del atributo DNI es único para cada ocurrencia de entidad.** De esta forma se puede decir que el atributo DNI es identificador de entidad (no pasaría lo mismo con nombre, para el que podría haber varios nombres repetidos).

Nos podemos encontrar con la existencia de más de un atributo identificador de entidad. Una restricción del modelo conceptual es que sólo nos permite señalar o definir uno de ellos como Clave o Clave Primaria.

Por el contrario, puede ocurrir para una determinada entidad que no encontremos un atributo identificador de entidad, pues nos lo tendremos que inventar, diseñar un código identificativo para cada ocurrencia de entidad. No proviene del mundo real, no es un dato existente previamente al diseño.

Al atributo identificador de entidad se le conoce más comúnmente con el nombre de **CLAVE**.

En nuestro ejemplo, la clave para la entidad CLIENTE sería el DNI, y la clave para la entidad PRÉSTAMO sería el atributo cod_prestamo.

A la hora de elegir la CLAVE de una entidad puede suceder que tengamos varias claves posibles, por ejemplo, supongamos la entidad ALUMNO con los siguientes atributos (dni, num_matricula, nombre, apellidos y direccion). En este caso podrían ser claves:

- DNI
- num_matricula

Como en una entidad no puede haber más de una clave, hay que seleccionar entre las distintas claves cual será la que identifica de forma única a la entidad, es decir, de estas 2 posibles claves tendríamos que elegir una (por ejemplo, el num_matricula).

Aparecen por tanto 3 conceptos que tendremos que tener claros:

- **Claves candidatas:** Todas las claves que pueden identificar a la entidad (dni y num_matricula). Todos los atributos identificadores de entidad.
- **Clave primaria:** Aquella clave candidata que se ha elegido para identificar a la entidad (en nuestro ejemplo num_matricula).
- **Claves alternativas o secundarias:** El resto de claves que no hemos elegido como primaria. (En nuestro ejemplo sería: dni).

Para representar las claves primarias existen las siguientes notaciones:

Existen otras formas de representar el identificador de entidad:



ENTIDAD
Clave_primaria# Atributo

La clave primaria se subraya. Se añade #.

Figura 5. Formas de representar un Atributo de Identificación de Entidad

Las claves alternativas o secundarias **NO es obligatorio representarlas**. Nosotros las alternativas las representaremos como atributos normales **subrayado quebrado** (descriptores de entidad). De todas formas, algunas notaciones contemplan representar las claves alternativas.

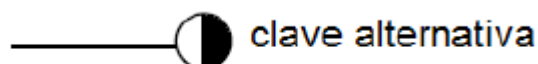


Figura 6. Forma de representar una clave alternativa

2.3.2 Atributo Descriptor de Entidad

Representa una característica de la entidad, pero esta característica no las distingue de las distintas ocurrencias de la entidad. Ejemplo, para CLIENTE los descriptores de entidad serían en nuestro caso: nombre, apellidos y teléfono, ya que pueden existir varios clientes con el mismo nombre (Cliente1 : Juan, Cliente2: Juan) o con los mismos apellidos y el mismo teléfono.

El ejemplo del banco quedaría representado en el diagrama de E/R de la siguiente manera:



2.4 Dominios. Dominio de un atributo.

Asociado al concepto de atributo surge el concepto de *dominio*. El **DOMINIO** es el conjunto de valores posible que puede tomar un atributo.

El dominio de un atributo se define mediante el tipo de dato elegido para representar o almacenar el valor del atributo. O mediante una enumeración de valores.

Por ejemplo:

ATRIBUTO	DOMINIO
Edad	Números positivos
Dni	Cadenas de 8 números y una letra final
Nombre	Cadena de letras mayúsculas y minúsculas
Sexo	Hombre, Mujer
Color_pelo	Rubio, moreno, castaño, pelirrojo

2.5 Relaciones e interrelaciones

Una relación o interrelación es una asociación entre entidades.

Se representan mediante un **ROMBO**. El nombre de la relación suele ser un **VERBO**.

El verbo utilizado para identificar o dar nombre a la relación puede ponerse en voz activa o en voz pasiva. Lo importante es que nos ayude a analizar bien la relación.



Figura 7. Representación de una Relación

En nuestro ejemplo del banco:

Por ejemplo se puede establecer una relación entre el Cliente, Fernando Torres y el Préstamo P14. Por tanto obtenemos que existe una relación entre la entidad CLIENTE y entidad PRESTAMO, a la que podemos llamar “tener concedido” o “estar concedido”.

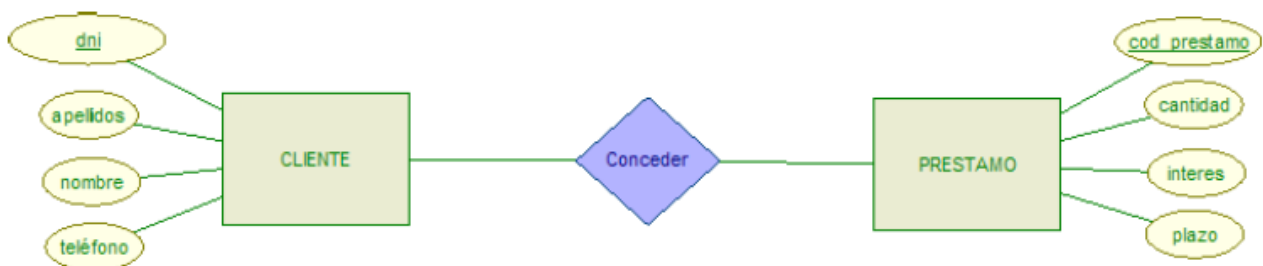


Figura 8. Ejemplo de una relación

Otros ejemplos de relaciones pueden ser cliente **compra** producto, futbolista **juega** en equipo, persona **posee** nacionalidad, etcétera.

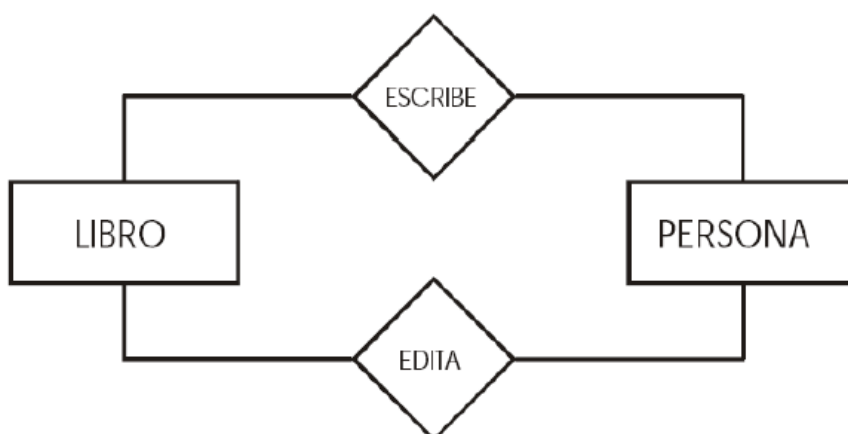
Al igual que en las entidades, se puede hablar de **ocurrencias de relación**, que serán cada una de las asociaciones concretas entre ocurrencias de entidad. Al igual que para la entidad y ocurrencia de entidad, la relación es una abstracción lo que realmente existe son cada una de las ocurrencias de relación que habrá que almacenar en la BD.

Lo que se almacenan son los valores o datos que constituyen las ocurrencias de entidad y las ocurrencias de relación.

Por ejemplo, en el cliente y el préstamo, una ocurrencia de relación será “Fernando Torres posee el préstamo P_14”, otra podría ser “Marta Fernández posee el préstamo P_17”, etcétera. Para representar las ocurrencias de una relación nosotros utilizaremos también una tabla, que tendrá como columnas la claves primarias de las entidades que relaciona:

CLIENTE				Conceder		PRESTAMO			
Dni	Apellidos	Nombre	Teléfono	Dni_cli	Cod_pre	Cod_prestamo	cantidad	Interés	plazo
34211	Blanco	Ana	67584	34211	P1	P1	15000	9	24
11321	González	Juan	75757	98117	P2	P2	30000	11	12
98117	Rivera	María	11182	34211	P3	P3	15000	9	24

Hay que tener en cuenta que **entre dos entidades puede haber más de una relación**, tal y como se puede ver en el siguiente ejemplo:



Y también una entidad puede establecer varias relaciones con distintas entidades o consigo misma.

Figura 9. Ejemplo de varias relaciones distintas entre las mismas entidades

Una relación queda caracterizada por dos propiedades:

- **Grado de la relación:** Número de entidades que participan en la relación. Pueden ser de grado 1, grado 2, grado 3, grado n.
- Por ejemplo, la relación “Posee” asocia a las entidades “Prestamo” y “Cliente”, por lo tanto será una relación binaria (grado 2).
- **Correspondencia de la relación:** Participaciones máximas. La correspondencia de una relación puede ser de tres tipos: (1:1) “Uno a Uno”, (1: N) “Uno a Muchos” o bien (N: M) “ Muchos a Muchos”. Esta característica determinará la forma en que se deberá almacenar o guardar la relación en la BD.

2.6 Restricciones

Existen una serie de restricciones que se deben de reflejar en el diagrama entidad/relación, se explican a continuación.

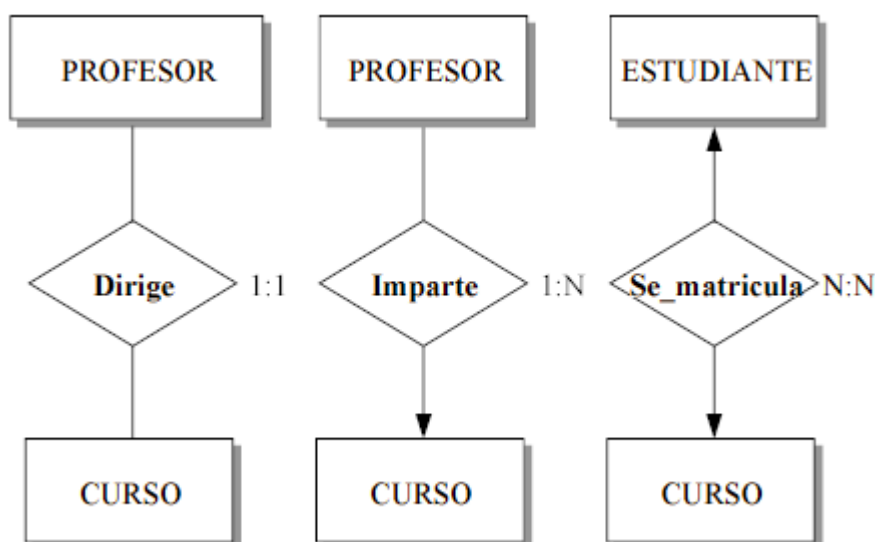
2.6.1 Correspondencia de una relación

El concepto de tipo de correspondencia es una característica de la relación y va a determinar como se almacena dicha relación en la BD. Se obtiene de las participaciones máximas.

Se define la correspondencia de una relación como el número máximo de ocurrencias de una entidad que pueden intervenir en la relación.

Para una relación entre dos entidades, A y B, existen tres tipos posibles de correspondencia:

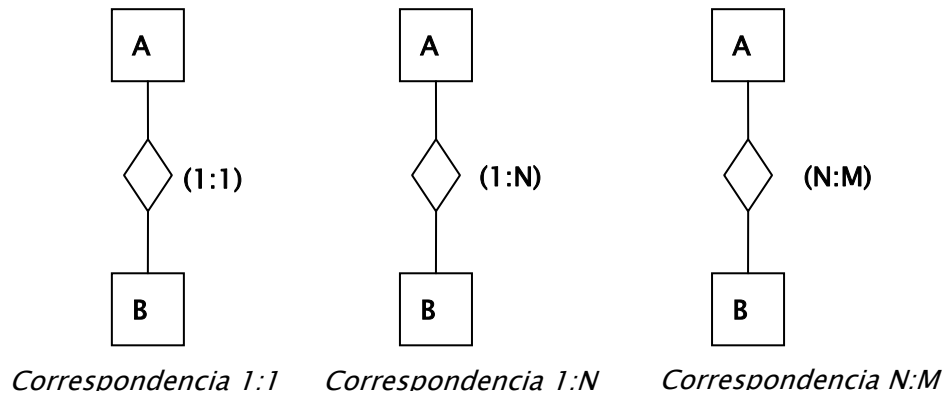
- Uno a uno (**1:1**)
- Uno a muchos (**1:N**)
- Muchos a muchos (**N:M**)



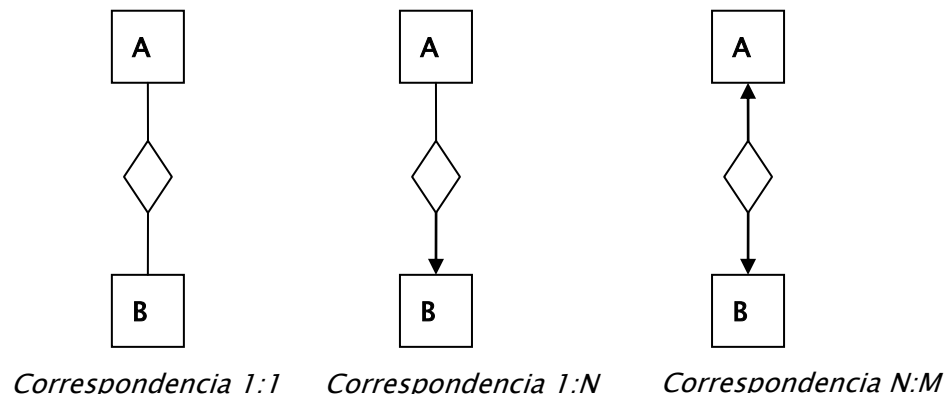
Representación Correspondencias

Existen diversas formas de representar la correspondencia, se muestran todas ellas a continuación.

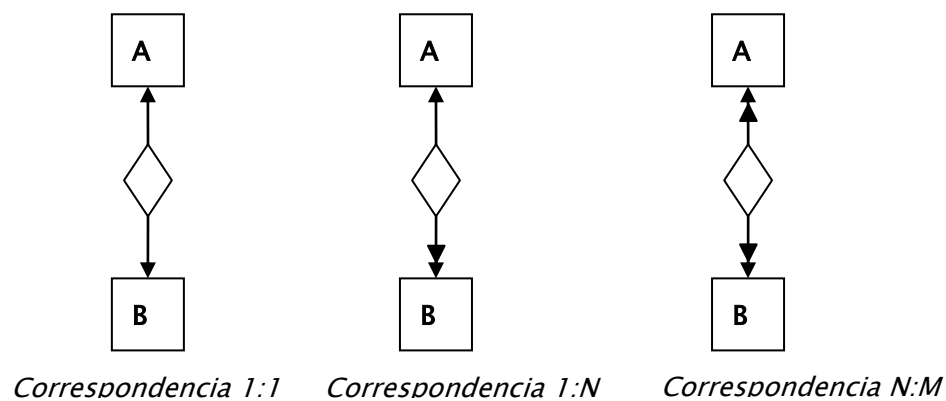
a) Indicándolo en número al lado de la relación



b) Reflejándolo con una flecha en el lado N



c) Reflejándolo con una flecha simple en el lado 1 y con una flecha doble en el lado N



Para una relación entre dos entidades, A y B, existen tres tipos posibles de correspondencia:

Correspondencia 1 a 1 (1:1)

En la relación, cada ocurrencia de la entidad A se **asocia como máximo** con una única ocurrencia de la entidad B y viceversa, una ocurrencia de la entidad B se asocia como máximo una vez con una ocurrencia de la entidad A, tal y como se muestra en el siguiente ejemplo.

Ejemplo: un profesor es tutor de un curso y un curso tiene un único tutor.



Figura 10. Ejemplo de relación con Correspondencia 1:1

De esta forma la relación entre las entidades sería del siguiente modo:

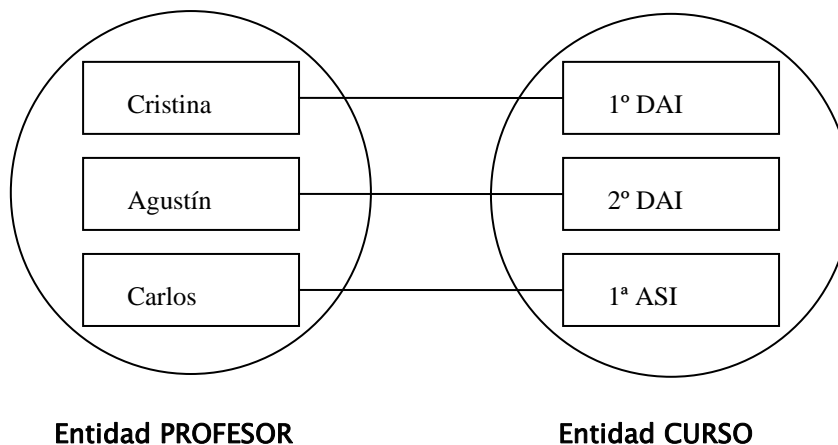


Figura 11. Ejemplo de Correspondencia 1:1 entre dos entidades

Correspondencia 1 a N (1:N)

En la relación cada ocurrencia de la entidad A se asocia como máximo un *número indeterminado* de veces (N) con ocurrencias de la entidad B. Cada ocurrencia de la entidad B se asocia como máximo una vez con una ocurrencia de la entidad A.

Ejemplo: Siguiendo con el ejemplo de los profesores, podríamos decir también que un profesor puede impartir muchas asignaturas y una asignatura es impartida por un único profesor.



Figura 12. Ejemplo de relación de Correspondencia de 1:N

Visto en forma de relaciones entre las ocurrencias:

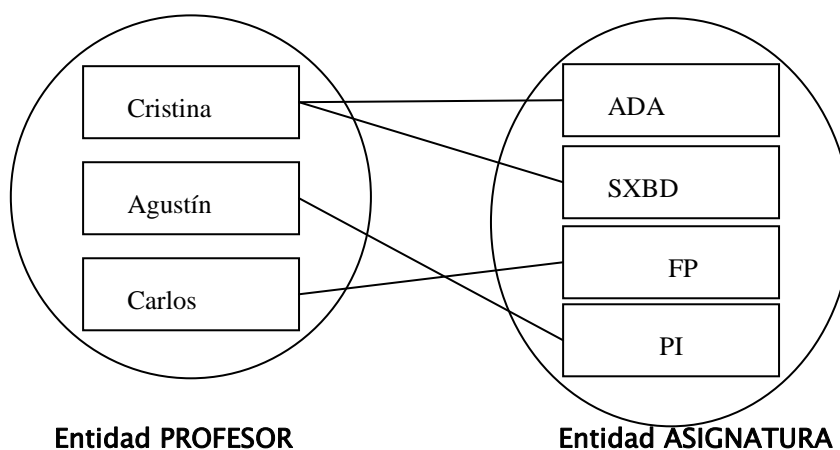


Figura 13. Ejemplo de Cardinalidad 1:N

Correspondencia M a N (N: M)

En la relación cada ocurrencia de la entidad A puede asociarse como máximo varias veces con las ocurrencias de la entidad B y cada ocurrencia de la entidad B puede asociarse como máximo varias veces con ocurrencias de la entidad A.

Ejemplo: un alumno se puede matricular de muchas asignaturas y en una asignatura pueden estar matriculados muchos alumnos.



Visto desde la perspectiva de relaciones entre las ocurrencias:

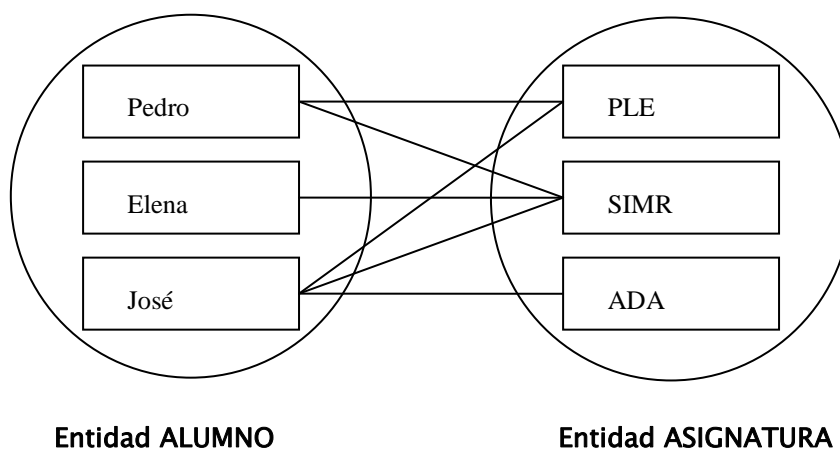


Figura 14. Ejemplo de Correspondencia M:N

2.6.2 Participación de una entidad en la relación.

Es el N° mínimo y máximo de veces que una ocurrencia de la entidad se puede relacionar con las ocurrencias de la otra entidad en la relación. Se representa entre paréntesis, en cada uno de los lados de la relación (min, max).

Min: VALORES POSIBLES REPRESENTADOS 0 Y 1.

Max: el valor máximo podrá ser cualquier valor mayor que cero (**cero nunca**). VALORES REPRESENTADOS 1 y el valor N para indicar un número indeterminado de ocurrencias.

De todas formas, aunque min y max podrían tener prácticamente cualquier valor numérico, los valores típicos que suelen aparecer son los siguientes estableciendo la “obligatoriedad” o no de la ocurrencia:

(1,1): Indica que a cada elemento de la entidad le corresponde otro en la otra entidad (obligatoriedad)

(0,1): Indica que a cada elemento de la entidad le puede corresponder uno o ningún elemento en la otra entidad (relación no obligatoriedad). Cada ocurrencia de la entidad se asocia cero o una vez máximo con las ocurrencias de la otra entidad.

(1,n): Indica que a cada elemento de la entidad le puede corresponder uno o más elementos en la otra entidad (relación obligatoriedad). Cada ocurrencia de la entidad se relaciona obligatoriamente como mínimo una vez y como máximo varias veces con las ocurrencias de la otra entidad.

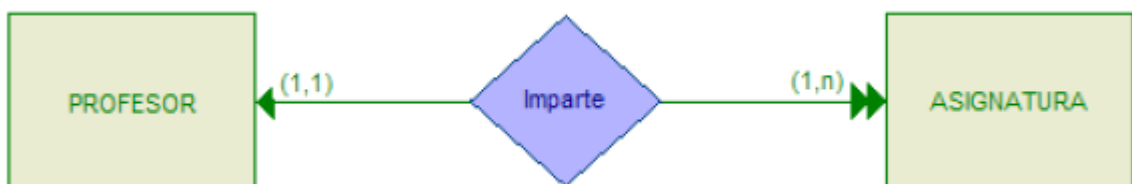
(0,n): Indica que a cada elemento de la entidad le puede corresponder ninguno, uno o más elementos en la otra entidad (no obligatoriedad). Cada ocurrencia de la entidad se relaciona como mínimo cero veces (no está obligada a relacionarse) y como máximo varias veces con las ocurrencias de la otra entidad.

Para los ejemplos que hemos ido viendo en el apartado de correspondencia, si indicamos la participación quedarían del siguiente modo:

→ 1 a 1



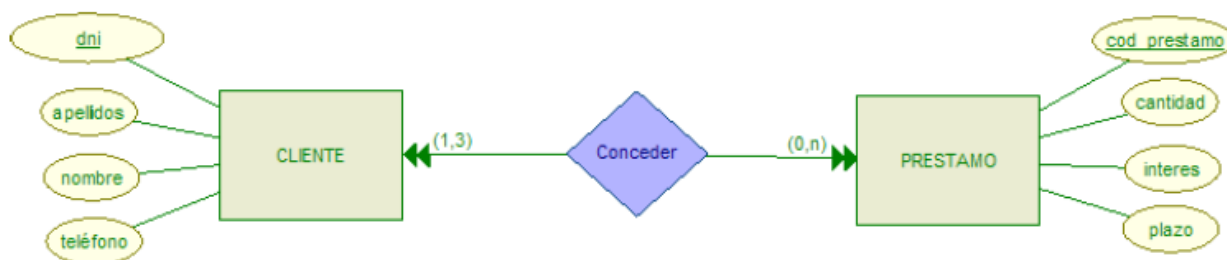
→ 1 a N



→ N a M



Para el ejemplo que estamos viendo a lo largo del tema (préstamos a clientes) vamos a suponer que el préstamo se puede conceder hasta un máximo de 3 personas (por ejemplo, un préstamo hipotecario muchas veces se concede a un matrimonio, es decir, 2 personas). Por tanto la correspondencia sería muchos a muchos (N:M) y las participaciones quedarían de la siguiente forma:



Fijarse que en este caso la cardinalidad del lado cliente es (1,3), esto representa la restricción semántica de que un préstamo se concede obligatoriamente como mínimo a 1 cliente, y que como máximo se puede conceder a 3 clientes.

2.7 Atributos propios de una relación

Las relaciones también pueden tener atributos y son aquellos **cuyo valor sólo se puede obtener en la relación**. Es una característica o propiedad de la relación. Existe un valor o dato para **cada ocurrencia de relación**. No es una característica de entidad. Pertenecen a cada ocurrencia de relación no a cada ocurrencia de entidad.

Ejemplo: En un comercio un cliente compra varios productos, y un producto puede ser comprado por varios clientes. Se quiere guardar además de los datos del cliente y del producto, **la cantidad de cada producto que compró el cliente**.

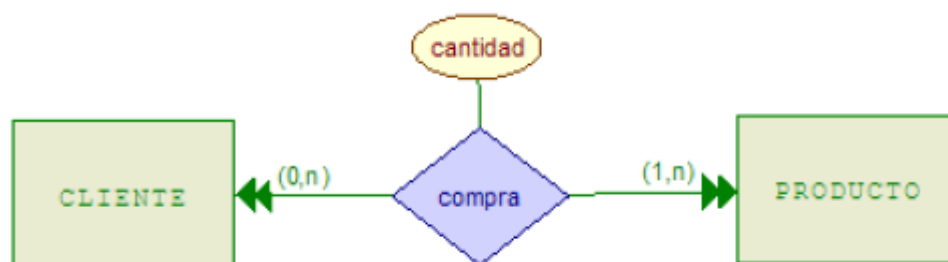


Figura 15. Atributos de una relación

En este caso el atributo cantidad pertenecería a la relación “compra” entre cliente y producto. No podría pertenecer a CLIENTE porque un cliente podría comprar varios productos, y de cada uno una cantidad distinta. No podría

pertenecer a PRODUCTO ya que un mismo producto lo pueden comprar varios clientes, y pueden adquirir distintas cantidades.

Un ejemplo de ocurrencias de las entidades y de la relación podrían ser:

CLIENTE				compra			PRODUCTO		
Dni	Apellidos	Nombre	Teléfono	Dni_cli	Cod_prod	Cantidad	Cod_producto	Nombre	stock
34211	Blanco	Ana	67584	34211	P1	4	P1	Pipas	24
11321	González	Juan	75757	98117	P1	2	P2	Yogur	12
98117	Rivera	María	11182	34211	P2	8	P3	Leche	24

2.8 GRADO de una relación

Número de entidades que participan en la relación. Puede ser de grado 1 (reflexivas), grado 2 (binarias), grado 3 (ternarias) o grado n.

2.8.1 Relaciones reflexivas. Relaciones de grado 1. Número de entidades que intervienen en la relación 1.

Se asocian entre sí ocurrencias de la misma entidad, de modo que entre las ocurrencias de la única entidad hay dos roles diferentes. Tenemos que “leer el rol” para analizar la relación.

Podrán ser (1:1), (1:N) o (N:M), habitualmente son relaciones de correspondencia (1:N).

Ejemplo: Supongamos que una Pizzería quiere guardar los datos de los repartidores que tiene; si consideramos que existe un encargado de repartidores de pizza que además del papel de encargado también desempeña el papel de repartidor, estamos ante el caso de una relación reflexiva del siguiente modo:

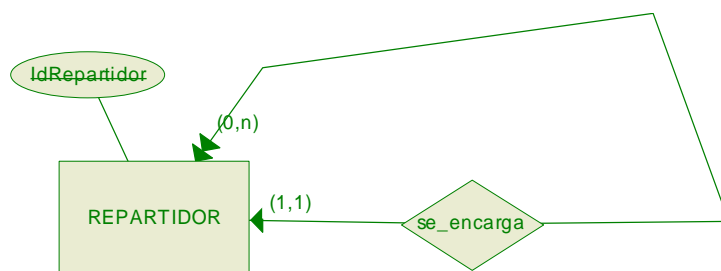


Figura 16. Ejemplo de Relación Reflexiva

ROL: es la función que desempeña cada ocurrencia de entidad en la relación. En las reflexivas es obligatorio el rol para saber como leerlas, ya que se asocian entre sí ocurrencias de una misma entidad, de forma que cada una de ellas tiene un significado diferente.

2.8.2 Relaciones binarias. Relaciones de grado 2. Número de entidades que interviene 2.

Son aquellas que relacionan a dos entidades.

Ejemplo: En el ejemplo de los repartidores de pizza, una relación binaria sería que un repartidor utiliza una moto, y una moto puede ser utilizada por varios repartidores.



Figura 17. Ejemplo de una relación binaria

2.8.3 Relaciones ternarias y n-arias

Relaciones ternarias: Son aquellas que relacionan a tres entidades.

Relaciones n-arias: Son aquellas que relacionan a más de tres entidades.

Ejemplo: Si queremos saber con qué moto y qué repartidor entregó un pedido concreto, obtendríamos una relación ternaria, del siguiente modo:

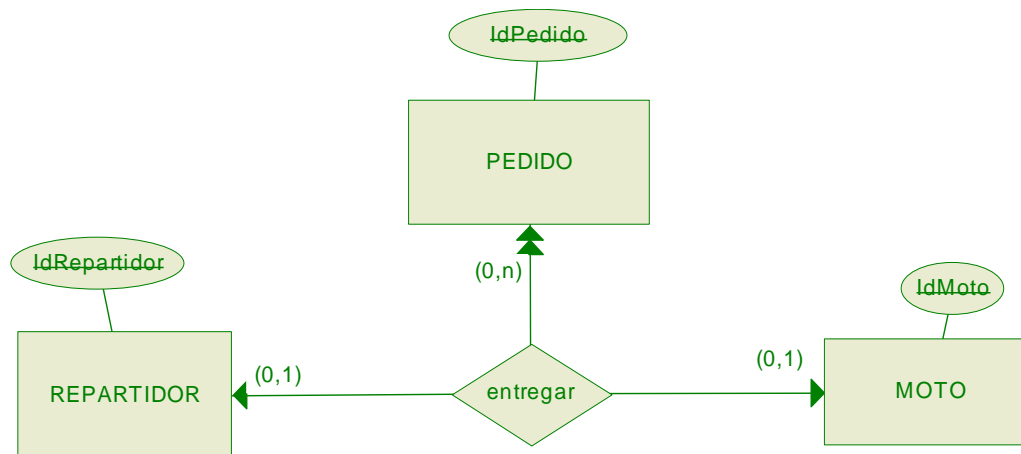


Figura 18. Ejemplo de una relación ternaria

Para obtener la correspondencia y la cardinalidad de una relación ternaria, se fija una ocurrencia del resto de entidades y se observa cuántas ocurrencias de la entidad en cuestión se corresponden. Así, para obtener las cardinalidades del ejemplo de la figura 17 formularíamos las siguientes preguntas:

- **Obtener cardinalidad de MOTO:** Un repartidor para servir un pedido ¿Cuántas motos utiliza?. Una, pero si nos fijamos en la posibilidad de que **Un** repartidor concreto emplee **una** moto concreta, la respuesta es que como mínimo 0, pues puede ser que esa combinación no se produzca. Como máximo si será 1, pues un repartidor no usará más de una moto para entregar un pedido. Por tanto la cardinalidad es $(0,1)$.
- **Obtener cardinalidad de REPARTIDOR:** Dado un pedido y una moto (utilizada para la entrega de ese pedido), ¿Cuántos repartidores entregan el pedido con esa moto?. La respuesta es similar a la anterior. Un pedido concreto puede que no se entregue con una moto concreta, por lo que a esa combinación no le correspondería ningún reparti-

dor, y el mínimo sería 0. El máximo sería 1, ya que 1 pedido concreto en una moto concreta solo será llevado por 1 repartidor, por tanto la cardinalidad es (0,1).

→ Obtener cardinalidad de PEDIDO: Un repartidor con una moto, ¿Cuántos pedidos entrega?. La respuesta es que como mínimo puede que entregue 0 pedidos con esa moto, y como máximo N pedidos, por tanto la cardinalidad es (0,N).

IMPORTANTE: Hay restricciones que NO quedarán reflejadas en esta relación ternaria, así, por ejemplo, del diagrama E/R de la relación ternaria, NO se podría decir que 1 REPARTIDOR sólo puede UTILIZAR una MOTO para entregar PEDIDOS, esto sería FALSO (Podría utilizar varias motos) ya que el modelo sólo dice que en un pedido un repartidor utiliza una moto, pero PODRÍA utilizar UNA MOTO DISTINTA para cada PEDIDO. Cuidado pues a la hora de obtener las cardinalidades, acordarse siempre de que hay que fijar una ocurrencia del resto de entidades.

Las relaciones **n-arias** no son tan habituales, pero en caso de que apareciesen para obtener las cardinalidades se haría igual que con las ternarias.

2.9 Entidad Débil vs entidad fuerte

El concepto de entidad débil está íntimamente relacionado con las restricciones de tipo semántico del Modelo Entidad\Relación, más concretamente con las **restricciones de existencia**.

Se produce una restricción de existencia cuando una ocurrencia de entidad no tiene sentido sin la existencia de otra ocurrencia de entidad, es decir, que sin la primera entidad, la segunda carece de sentido.

Entidad débil, es aquella entidad que tiene dependencia de existencia.

Una posible forma de detectar las entidades débiles, aunque hay que recalcar que no es del todo efectiva es hacerse la siguiente pregunta:

“¿Se debe borrar alguna ocurrencia de la entidad A si se borra una ocurrencia de la entidad B?”

- Si la respuesta es afirmativa, la entidad tiene dependencia de existencia.
- Si la respuesta es negativa no existe dicha dependencia, se dice que es una **entidad fuerte**.

Entidad fuerte, es aquella entidad que tiene una razón de existir propia, no depende de ninguna otra.

Ejemplo: Siguiendo con el supuesto del repartidor, ahora especificamos que un cliente puede realizar pedidos a la pizzería. Si representamos las entidades de *cliente* y *pedido*, obtendríamos un diagrama de E/R como el que sigue:

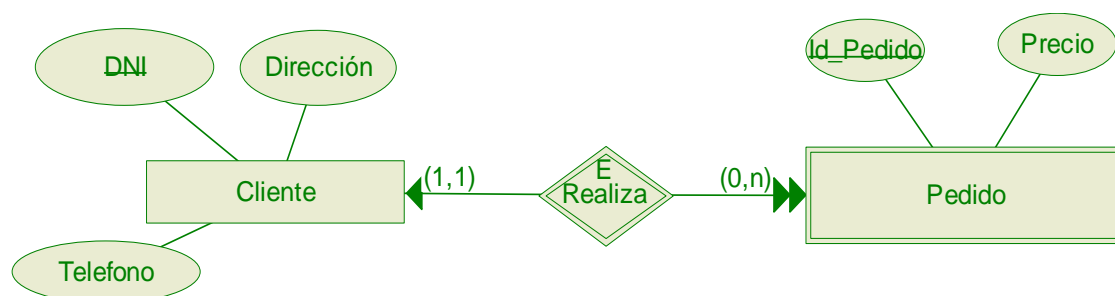


Figura 19. Ejemplo de Entidad Débil

Donde:

- Entidad fuerte: Cliente

- Entidad débil: Pedido

Aclaraciones:

- En este ejemplo se supone que el identificador de pedido (*Id_Pedido*) es distinto para cada uno de los pedidos.

CLIENTE	PEDIDO	
DNI	Id_Pedido	Precio
56543786	P1	12
56543786	P2	33
34287654	P3	10
34287654	P4	76

2.9.1 Entidad débil con Dependencia de ID

Dentro de las entidades débiles se distinguen un tipo especial de entidades, que son las entidades débiles **con** dependencia de identificador. Este tipo de entidades está relacionado con el concepto de clave primaria que definíamos en apartados precedentes. Este tipo especial de entidad surge como solución a una pequeña problemática: la existencia de entidades que no tienen suficientes atributos para formar su clave primaria.

La **restricción de existencia con dependencia de ID**, se va a producir cuando una entidad no es identificable por el valor de sus atributos, pero sí por su relación con otra entidad.

Ejemplo:

Si consideramos el ejemplo que se muestra en el apartado anterior 2.9, y suponemos que los pedidos van numerados de 1 a n para cada uno de los clientes, es decir, cuando el cliente Pepe, hace un pedido le llamaremos P1, P2, P3, y cuando el cliente Luis hace un pedido, empezaremos a numerar los pedidos de Luis por el número 1 también, obteniendo los siguientes *Id_Pedido*, P1, P2, P3. Como se puede ver el atributo *Id_Pedido* de la entidad Pedido no es una clave de la entidad, sino que se repite para cada uno de los clientes. (Ver la siguiente tabla)

CLIENTE	PEDIDO	
DNI	Id_Pedido	Precio
56543786	P1	12
56543786	P2	33
34287654	P1	10
34287654	P2	76

Como se puede ver, se repiten los identificadores *Id_Pedido*, por lo tanto este atributo no cumple los requisitos para ser clave primaria. La solución es crear **Pedido** como una entidad débil con dependencia de la clave primaria de la entidad **cliente** (*DNI*), de esta forma quedaría así el diagrama entidad relación.

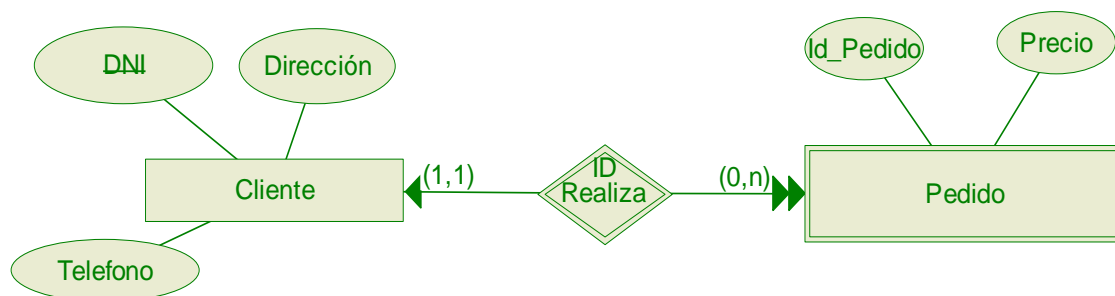


Figura 20. Ejemplo de Entidad débil con dependencia de ID

La clave de la entidad débil Pedido será entonces (**DNI, Id_Pedido**), identificando de esta forma unívocamente a cada uno de los pedidos.

PEDIDO	
DNI + Id_Pedido	Precio
56543786, P1	12
56543786, P2	33
34287654, P1	10
34287654, P2	76

2.10 Eliminar redundancias de interrelaciones

Una interrelación es redundante si puede ser eliminada sin pérdida de semántica porque existe la posibilidad de realizar la misma asociación a través de otras relaciones.

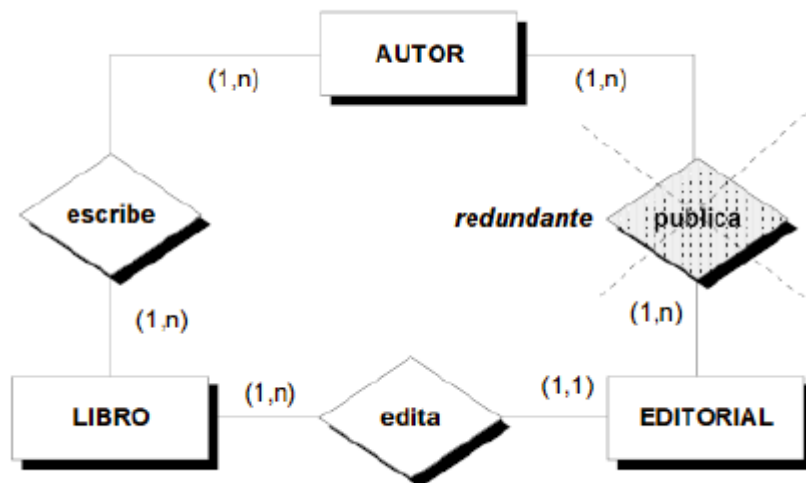


Figura 21. Ejemplo de interrelación redundante

Las condiciones que se tienen que cumplir para que exista redundancia son:

- Debe haber un ciclo en el diagrama E/R como en el ejemplo.
- Las relaciones implicadas en el ciclo deben ser semánticamente equivalentes (es decir, tener un significado parecido). En nuestro ejemplo "publica" y "edita" son semánticamente equivalentes.
- La cardinalidad mínima de las relaciones equivalentes NO puede ser 0. En el ejemplo un autor escribe (1,n) libros, y un libro se edita en una única editorial (1,1), por tanto la relación "pública" se puede obtener a través de las relaciones "escribe" y "edita".

2.11 Tipos de atributos

El último tipo de restricciones que hay que tener en cuenta cuando se realiza el diagrama de Entidad/Relación son las que afectan a las tipologías de los distintos atributos.

Se pueden distinguir varios tipos de atributos, simples, compuestos, multivaluados.

2.11.1 Atributos Simples

Son atributos simples aquellos que toman un valor indivisible. Por ejemplo, Id_cliente que tendrá un único valor para cada ocurrencia.

Ej:

<u>Id_Cliente</u>
44458458G
79876362A

Los atributos simples se representan como lo hemos hecho hasta ahora.

2.11.2 Atributos Compuestos

Son aquellos atributos que se pueden descomponer en partes más pequeñas con significados independientes, y que son referenciados por separado.

Ejemplo, el atributo Dirección-cliente se puede descomponer en varios atributos.

→ Dirección-cliente(Calle, Población, Municipio, Provincia, Número)

Dirección-cliente				
Calle	Número	Población	Municipio	Provincia
Princesa	78	Madrid	Madrid	Madrid
Paseo General	37	Alcorcón	Alcorcón	Madrid

Los atributos compuestos se pueden representar de distintas formas como se ve a continuación:

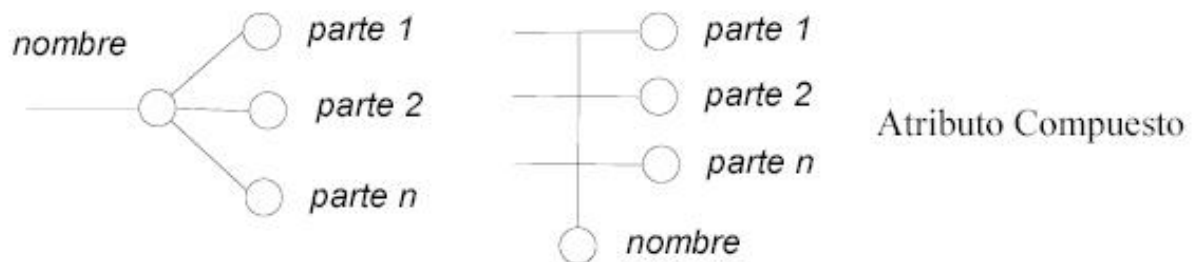


Figura 22. Representación de atributos compuestos

2.11.3 Atributos Multivaluados

Los atributos multivaluados son aquellos que pueden tomar varios valores diferentes, por ejemplo, el atributo teléfono puede englobar varios teléfonos.

Se representan de cualquiera de los siguientes modos:

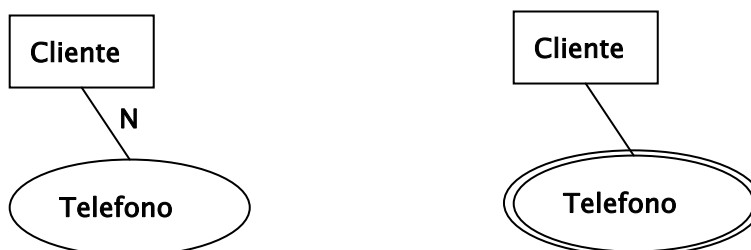


Figura 23. Representación de un Atributo Multivaluado

3 Modelo E/R Extendido

El modelo entidad-relación extendido surge debido a la insuficiencia del modelo Entidad-Relación para aplicaciones complejas. **Añade al modelo entidad-relación normal las relaciones jerárquicas.**

Todas las relaciones contempladas hasta el momento no eran relaciones de jerarquía.

3.1 Relaciones jerárquicas

Una relación jerárquica surge cuando una entidad se puede dividir en otras, las cuales mantienen una relación ES_UN con la anterior. (Por ejemplo, la entidad Persona mantiene una relación de jerarquía con la entidad Cliente, porque decimos que un Cliente ES_UNA Persona).

De esta forma, surgen los conceptos de Subclase y Superclases.

3.1.1 Subclases y Superclases

Una **subclase** es un subconjunto de ocurrencias de entidades del mismo tipo (**superclase**) que necesitan ser representadas por separado por necesidades de la aplicación. Todas estas ocurrencias tendrán alguna característica común: Ej: EMPLEADO \Rightarrow Secretarias, Técnicos, Asalariados, ...

Los miembros(ocurrencias) de las subclases son las mismas que las de la superclase pero bajo un rol específico. No podrá existir una ocurrencia en ninguna subclase que no sea miembro de la superclase, pero puede haber ocurrencias en la superclase que no pertenezcan a ninguna subclase.

La relación entre una subclase y la superclase correspondiente se dice que es de tipo ES_UN (es_un).

Ej: Secretaria es_un Empleado, Ej: Un cliente o un empleado son ambos una Persona.

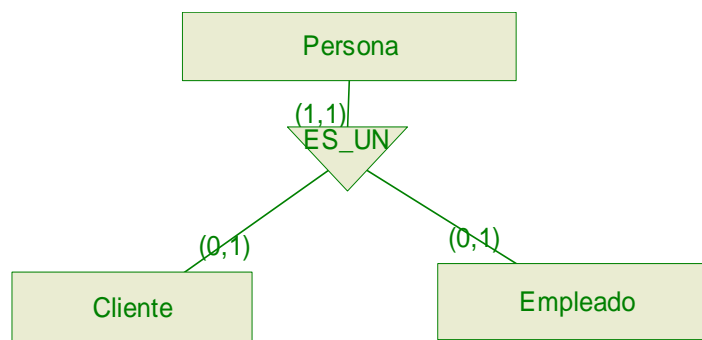


Figura 24. Ejemplo de Relación Jerárquica

3.1.2 Herencia de Superclases y Subclases

Existen dos tipos de herencia de propiedades entre las superclases y las subclases, son herencia de:

- a) **de atributos:** Los miembros de las subclases heredan los atributos de las superclases a las que pertenecen.

Ej: dada una especialización *Empleado* \Rightarrow *Secretaria*, *Técnico*, *Ingeniero*, ..., la *FechaNacimiento* de una *Secretaria* es la del *Empleado* que la representa.

Además, las subclases pueden disponer de atributos propios.

Ej: *Velocidad* como atributo de *Secretaria*

- b) **de relaciones:** una entidad miembro hereda todas las relaciones establecidas para su superclase. Las subclases, además, pueden establecer sus propias relaciones.

Ej: si *Empleado* tiene una relación *TrabajaEn* se aplica también a *Secretaria*. Sin embargo, *Jefe* puede tener una relación *Dirige* no existente para el resto de empleados.

3.1.3 Especialización

A la jerarquización de entidades se puede llegar mediante la especialización de una entidad en varias subclases o subentidades.

Es el proceso de definición de un conjunto de subclases a partir de una entidad (la superclase) definida en el modelo conceptual previamente, basándose en alguna característica o **criterio** que distinga las entidades de la superclase. Importante no perder de vista el criterio de especialización, podríamos tener una misma entidad especializada más de una vez por distintos criterios.

Ej: {*Secretaria, Técnico, Ingeniero, Jefe*} es una especialización de la superclase *Empleado* basándose en el **TipoTrabajo** de cada ocurrencia.

Pueden existir distintas especializaciones del mismo conjunto de entidades basándose en diferentes características.

Ej: otra especialización de *Empleados* podría ser {*Asalariados, PorHoras*} atendiendo al **modo de pago**.

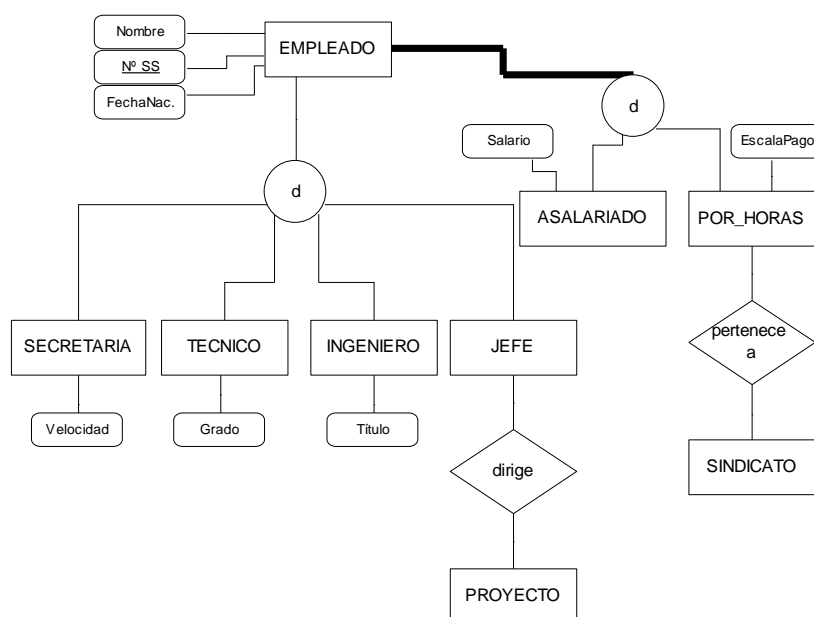
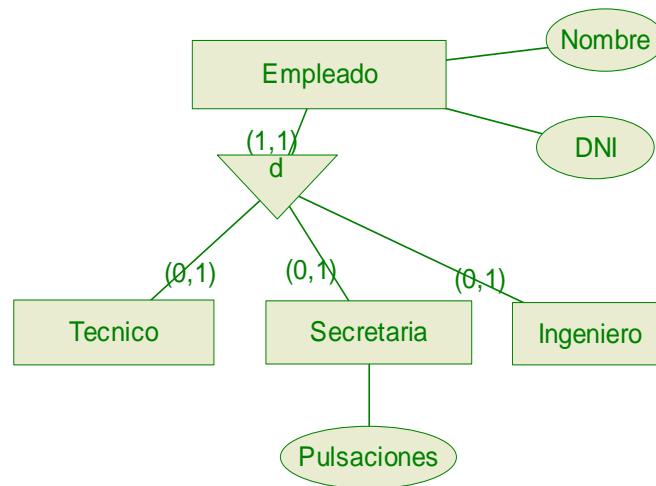


Figura 25. Ejemplo de Especializaciones / Generalizaciones

Razones del uso de subclases en la modelización de datos

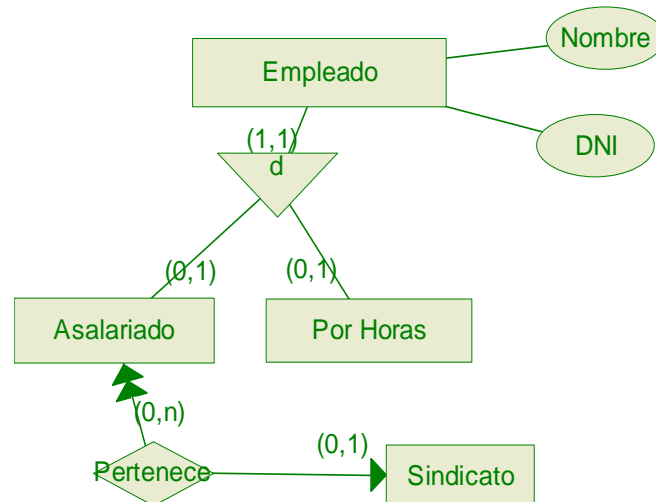
- c) ciertos atributos solo se pueden aplicar a algunas ocurrencias del conjunto de entidades superclase. Estos formarán la subclase.

Ej: dada una especialización *Empleado* => *Secretaria, Técnico, Ingeniero, ..., Pulsaciones_Minuto* como atributo de *Secretaria*



d) en ocasiones solo un subconjunto de las ocurrencias de la superclase participan en ciertas relaciones.

Ej: dada una especialización *Empleado* => *Asalariado*, *Por Horas*, ..., solo las ocurrencias de *Asalariado* se relacionan con *Sindicato*.



3.1.4 Generalización

En este caso obtenemos ollegamos a la relación de jerarquía entre entidades de otra forma.

Es el **proceso de abstracción inverso a la especialización**. Se basa en suprimir las diferencias entre algunas entidades previstas en el diseño, identificar sus atributos (características) comunes y generalizarlos obteniendo un único conjunto de entidades superclase. Desde las distintas subclases encontramos a la superclase.

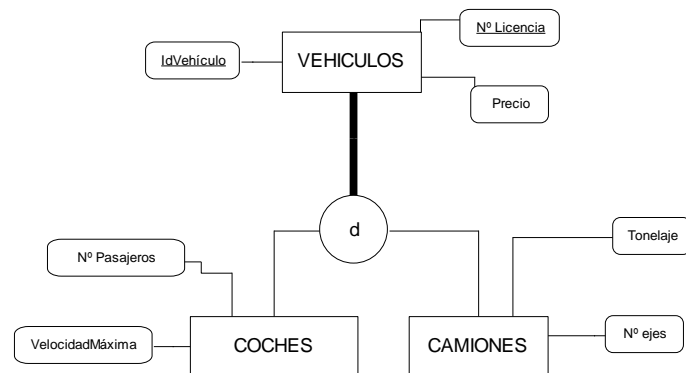


Figura 26. Ejemplo de generalización

En este caso, la especialización es exhaustiva (no existen Vehículos que no sean Camiones o Coches) y, además, disjunta (un mismo Vehículo no puede ser de ambas clases). La especialización exhaustiva se representa con doble línea.

3.1.5 Restricciones de la Especialización y la Generalización

- e) de **disyunción (ó Exclusiva)** : especifica que las subclases deben ser disjuntas, es decir, una ocurrencia de la superclase podrá estar como mucho en una de las subclases. Se especifica mediante la letra **d**.

La ausencia de restricción de disyunción sería el **solapamiento(ó inclusiva)**, indica que una ocurrencia de la entidad superclase puede ser una ocurrencia de varias entidades subclases a la vez. Se especifica mediante la letra **o** (por defecto).

Se representan del siguiente modo:

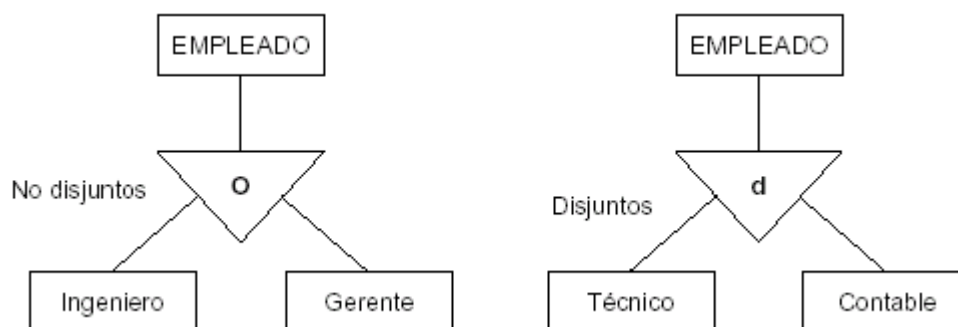


Figura 27. Representación de Disyunción y Solapamiento

Un ejemplo de una especialización disyuntiva es el de *Vehículos, Coches, Camiones*; ya que un vehículo es o un *Coche* o un *Camión*, pero no puede ser un *Coche* y un *Camión* a la vez.

Un ejemplo de una de **solapamiento** sería por ejemplo, *Persona, Empleado, Cliente*, porque un Empleado puede ser a la vez Cliente de la Empresa, imaginaos una empresa de venta de Hardware, un Empleado puede comprar componentes en la empresa, con lo cual estaría siendo a la vez cliente, esto se representaría de la siguiente forma:

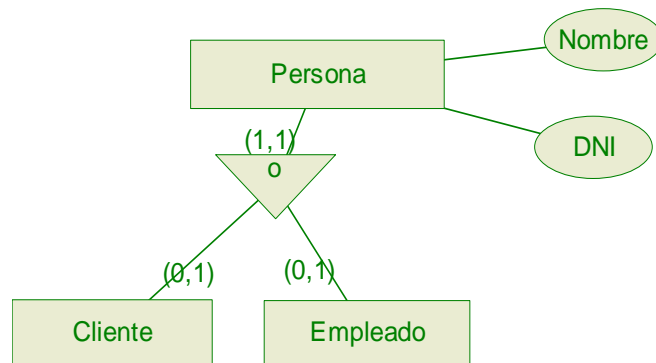


Figura 28. Representación del solapamiento

- f) de **participación total** o **parcial**: La **participación total** (restricción de unión) especifica la restricción de que cada una de las ocurrencias de la entidad superclase **debe** ser una ocurrencia de la entidad subclase. Se representa mediante una doble línea.

Ej: {*Asalariados*, *Por_Horas*} es un ejemplo de participación total.

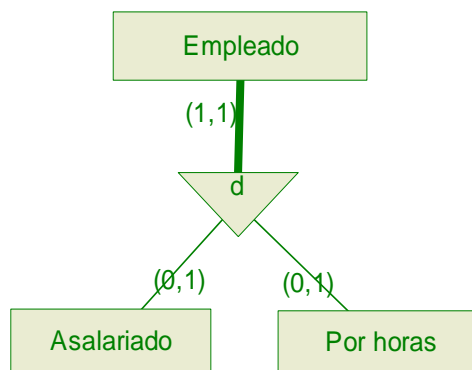


Figura 29. Representación de Participación Total

La **participación parcial** se representa con una línea y permite que ocurrencias de la superclase no pertenezcan a ninguna subclase.

Ej: {*Vírica*, *Bacteriana*} con respecto a una Enfermedad es una relación Parcial, porque puede existir alguna enfermedad que no sea ni vírica ni bacteriana.

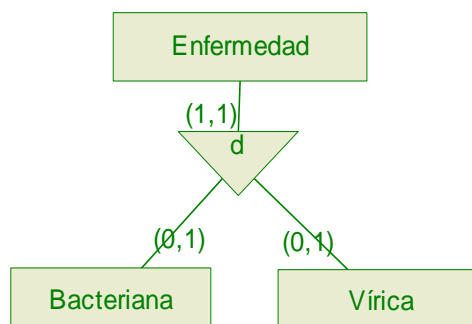


Figura 30. Ejemplo de Participación parcial

La restricción de participación en el proceso de generalización es total ya que la superclase se deriva de las subclases por lo que solo contiene las ocurrencias de las subclases.

3.1.6 Diferencias entre Especialización/Generalización

Existen claras diferencias con los elementos definidos anteriormente:

- respecto a **especialización**: una categoría tiene 2 o más superclases que representan distintos conjuntos de entidades, mientras que en las relaciones ES_UN siempre tienen una única superclase.
- respecto a **subclase compartida**: cada ocurrencia de la subclase debe existir en TODAS las superclases, es decir, la subclase en un SUBCONJUNTO DE LA INTERSECCIÓN de las superclases (Figura 31).

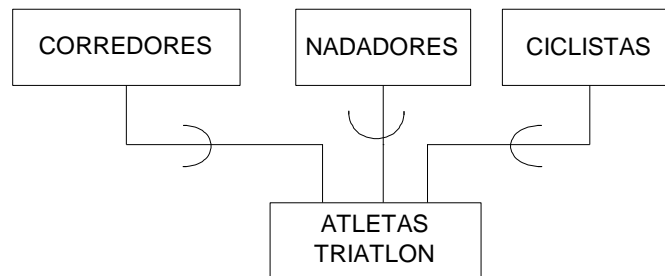


Figura 31. Subclase compartida

- respecto a **generalización/especialización total**: Para los casos de categorización (**Erro Non se atopa a orixe da referencia.**) y generalización (Figura 26) todos los COCHES y CAMIONES son VEHÍCULOS, mientras que VEHÍCULOS REGISTRADOS incluye solo algunos coches y algunos camiones, pero no necesariamente todos (puede hacer coches y camiones no registrados, pero sí pertenecientes a COCHES y CAMIONES)
- respecto a **generalización/especialización parcial**: Para los casos de categorización (**Erro Non se atopa a orixe da referencia.**) y generalización (Figura 26), VEHÍCULOS puede contener otro tipo de entidades que no sean COCHES o CAMIONES (por ejemplo, BICICLETAS) mientras que VEHÍCULOS REGISTRADOS solo permite como miembros a COCHES y CAMIONES.

4 Documentación

Además de incluir el diagrama de E/R para el modelo conceptual de datos en la fase de ASI, toda la información sobre el modelo conceptual de datos queda recogida en el diccionario de datos:

4.1 Diccionario de datos

En el diccionario de datos se recoge la siguiente información sobre el modelo conceptual de datos:

- Nombre de Las entidades y descripción
- Nombre de las relaciones y descripción
- Atributos de las entidades, descripción de cada atributo y definición (tipo de dato, longitud, restricciones, ...)
-

Se utiliza la Notación **BNF**

=	Compuesto de
+	y
()	Opcionalidad
{ }	Iteración
[]	Selección de alternativas
* *	Comentario
@	Clave

Se pueden indicar los límites de las iteraciones

Palabra = {Letra}	Sin límite (indeterminado)
Palabra = 1 {Letra}	Mínimo 1, máximo indeterminado
Palabra = {Letra} 10	Mínimo indeterminado, máximo 10
Palabra = 1 {Letra} 10	Mínimo 1, máximo 10
Palabra = 10 {Letra} 10	Exactamente 10

Ejemplos:

```

Alumno = Nombre + Apellido
Alumno = { Carácter }
Apellido = { Carácter }
Carácter = [ "A"-"Z" | "a"-"z" ]

```

5 Ejemplos modelo entidad-relación

5.1 Ejemplo “caja supermercado”

Enunciado:

“... a cada cliente, al pasar por caja... se marcan por la caja registradora los artículos que ha comprado. Con los datos de los artículos se hace una factura por el importe total de las mercancías adquiridas que se imprime y se entrega al cliente. Los datos de la factura se almacenan para su posterior tratamiento informático que comprende...”

Encontrar las entidades, relaciones y atributos.

Solución:

De entre los sustantivos (cliente, caja, caja registradora, artículos, datos de los artículos, factura, importe total, mercancías adquiridas, datos de la factura) quedan las siguientes posibles entidades :

- Caja registradora como entidad que puede interesar almacenar para datos de la factura
- Artículos
- Factura
- Cliente

El resto de sustantivos, o son atributos o son sinónimos de los ya indicados.

En el caso de cliente, no se nos dice que almacenemos datos sobre ellos luego no se considera.

Además viendo que datos se pueden almacenar de la caja registradora puede llegarse a la conclusión que sea un atributo de la factura luego tendríamos

Entidades: Artículos y Facturas

En el caso de atributos queda:

- Atributos de facturas: importe total, caja registradora
- Artículos: Datos de los artículos

En el caso de las relaciones se obtiene de los diferentes verbos que la factura ‘ incluye ’ artículos.

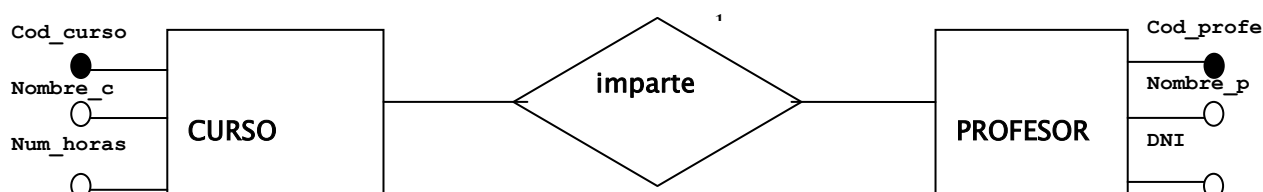
5.2 Ejemplo “Cursos y profesores”

Enunciado:

Se decide informatizar la información de un instituto comenzando por indicar los cursos que imparten los profesores. Se quiere recopilar información sobre el nombre del curso y el número de horas que tiene un determinado curso. Respecto al profesor se requiere el nombre y el DNI así como un código interno.

Adicionalmente se requiere conocer, con finalidad de datos históricos la fecha de inicio y de terminación de impartición de un curso.

Solución:

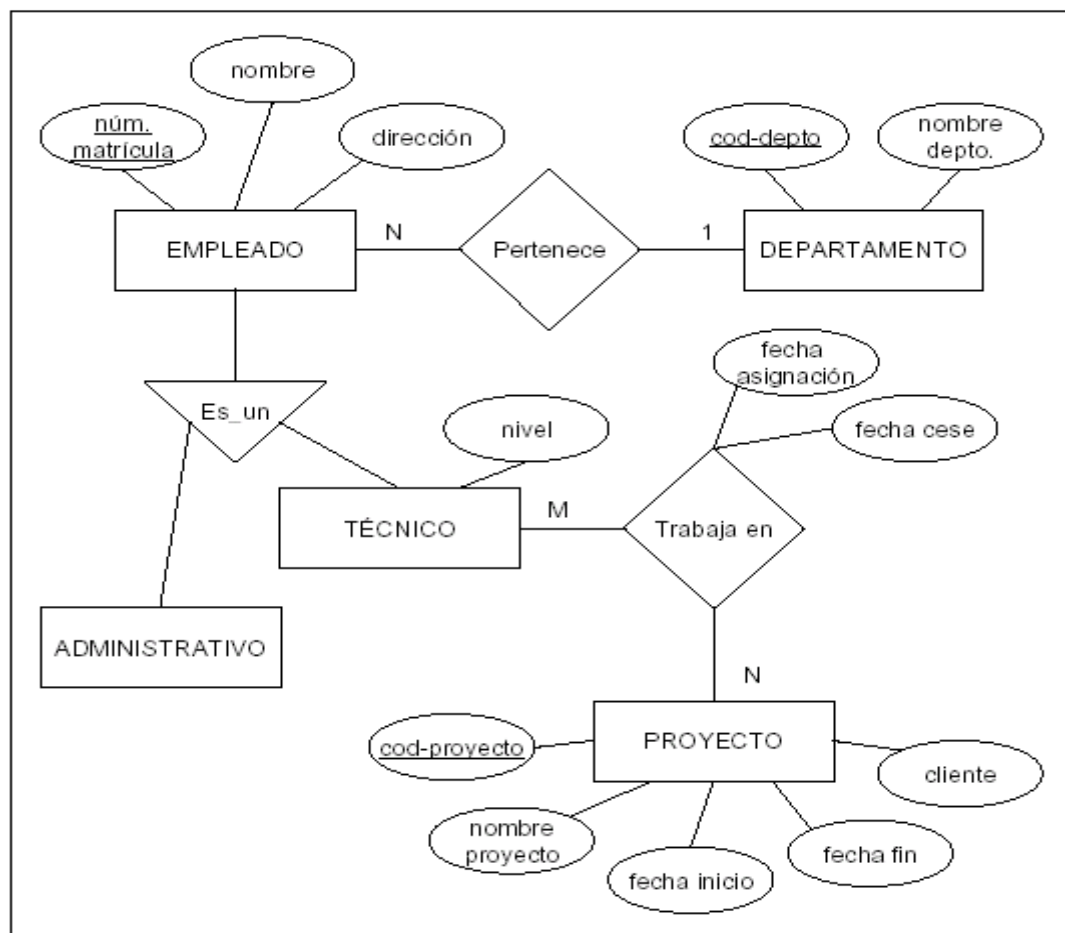


5.3 Ejemplo “empleados, departamentos y proyectos”

Enunciados:

- Se quiere representar que una empresa cuenta con empleados que pueden o no pertenecer a un departamento. Los empleados en prácticas no están asignados a un departamento inicialmente. Un departamento debe contar al menos con un empleado. Del Empleado se quiere recopilar datos referentes al número de matrícula, nombre y dirección. Del departamento se quieren recopilar datos del nombre del departamento.
- Dando un paso más, la empresa ha decidido diferenciar a los empleados en técnicos (que tendrán diferentes niveles o categorías) y administrativos.
- Los técnicos pueden estar asignados a uno o varios proyectos de los cuales interesa conocer el código de proyecto, su nombre, la fecha de inicio, la fecha de fin y el código del cliente que encarga el proyecto. Asimismo, por motivos de historial interesa recoger la fecha de asignación y fecha de fin de un técnico a un proyecto.

Solución:



5.4 Ejemplo 6

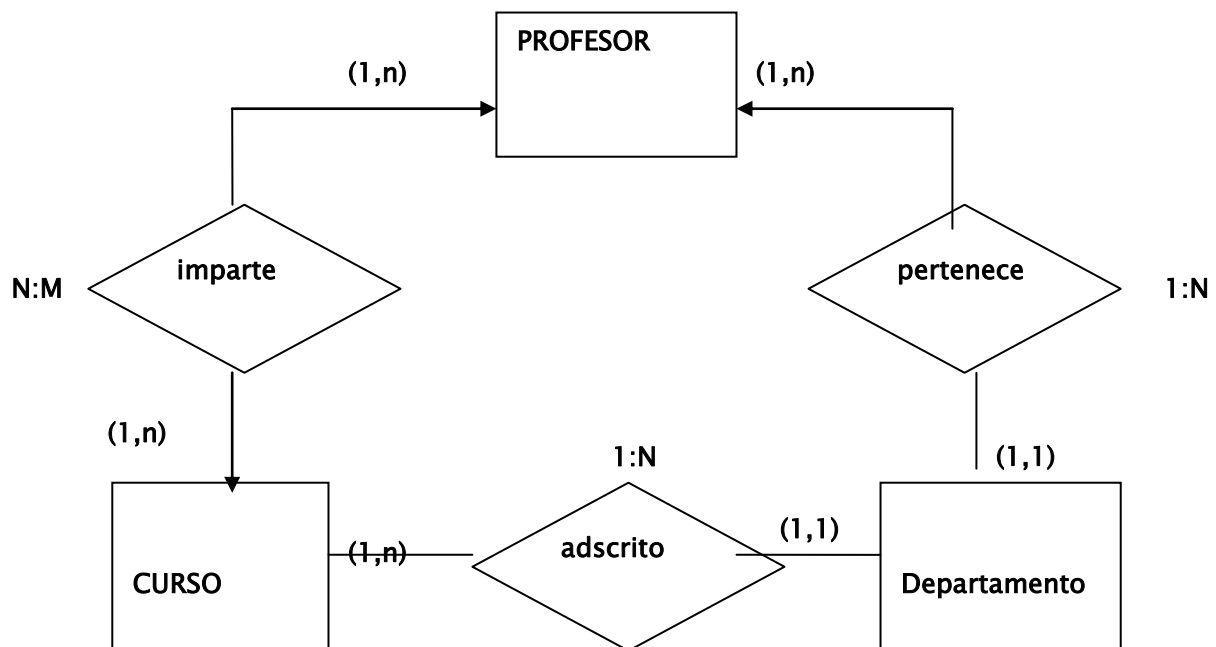
Enunciado:

Se tienen profesores, cursos de doctorado y departamentos. Un profesor está asignado a un departamento compuesto de varios profesores. Un profesor puede impartir varios cursos (uno al menos) y un curso tener varios profesores. Un curso de doctorado estará adscrito a un departamento al menos y como mucho a uno. Un departamento puede tener adscritos varios cursos de doctorado y uno al menos.

Supongamos que un profesor sólo puede impartir cursos de doctorado que estén adscritos al departamento al que él pertenece. Con esta suposición:

¿ Hay alguna relación redundante?

Solución



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

5.5 Ejercicio “Elaboración proyectos”

Una empresa se dedica a la elaboración de proyectos encargados por orden de clientes externos. Cada uno de los proyectos está dividido en fase y de cada una de las fases interesa conocer información relativa a su desarrollo.

Dentro de la empresa existen una serie de empleados y cada uno de ellos está asignado a un único proyecto, sin embargo a lo largo de su vida profesional un empleado ha trabajado en muchos proyectos que en un momento determinado se desea conocer. Los empleados son todos titulados universitarios pertenecientes a diversas carreras y se desea representar tanto la existencia de las carreras como la pertenencia de un empleado a una o varias de ellas

La empresa está dividida en departamentos cada uno de ellos tiene un único jefe y al que pertenecen varios empleados. Un empleado no puede pertenecer a más de un departamento y el jefe tampoco.

Solución: (vista como esquema conceptual)

