

UNIDAD 2 MODELOS DE DATOS: MODELO ENTIDAD/ RELACIÓN

1. MODELOS DE DATOS
2. INTRODUCCIÓN AL MODELO DE DATOS EN EL DISEÑO DE BASES DE DATOS
3. PRESENTACIÓN E HISTORIA DEL MODELO E/R
4. ELEMENTOS BÁSICOS DEL MODELO E/R
 - 4.1. Entidades
 - 4.2. Atributos y Dominios
 - 4.3. Interrelaciones
 - 4.4. Restricciones
5. EXTENSIONES DEL MODELO E/R
 - 5.1. Entidades
 - 5.2. Dependencia en existencia y en identificación
6. RELACIONES CON RESTRICCIONES
7. GENERALIZACIÓN Y HERENCIA
8. CLAVES Y DISCRIMINADORES
9. DIAGRAMA E/R
10. CRITERIOS DE CALIDAD EN UN DIAGRAMA E/R

1. MODELOS DE DATOS

Las bases de datos (BD) representan informáticamente la parte del mundo real de nuestro interés.

Un modelo de datos es un conjunto de herramientas conceptuales para describir datos, las relaciones entre ellos, la semántica asociada a los datos y las restricciones de consistencia, es decir, un conjunto de conceptos útiles para describir la estructura de una base de datos.

Los modelos de datos pueden clasificarse en tres grupos:

- Modelos lógicos basados en objetos
- Modelos lógicos basados en registros
- Modelos físicos de datos

Los modelos lógicos basados en objetos se usan para describir los datos a nivel conceptual y nivel externo. Se caracterizan porque proporcionan una capacidad de estructuración bastante flexible y permiten especificar restricciones de datos explícitamente.

MODELOS LÓGICOS BASADOS EN OBJETOS

Modelo E/R

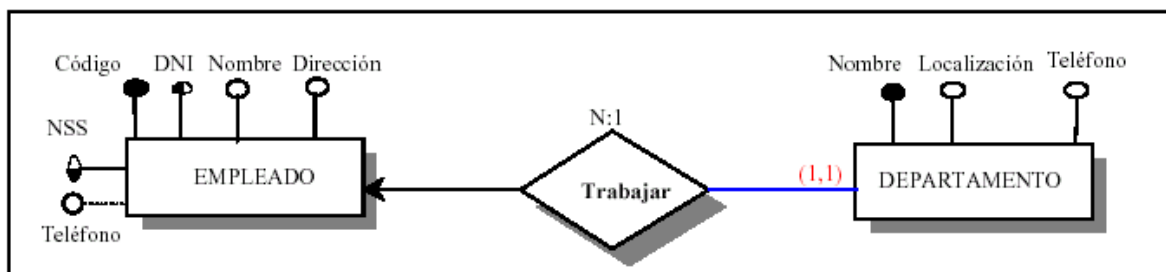
Se basa en la percepción del mundo real que consiste en una colección de objetos básicos denominados **entidades** y **relaciones** entre estos objetos.

Una **Entidad** es un objeto que se diferencia de otros objetos mediante una serie de **atributos**. Por ejemplo los atributos número y saldo de una cuenta corriente.

Por otra parte, una **Relación (Interrelación)** es una asociación entre varias entidades. Por ejemplo relación entre cuenta corriente y un cliente.

Al conjunto de todas las entidades del mismo tipo se le denominan conjunto de entidades y al conjunto de relaciones del mismo tipo, se le denomina conjunto de relaciones.

Además de las entidades y de las relaciones, el modelo E/R representa una serie de restricciones sobre el contenido de la base de datos. Una restricción importante es la **cardinalidad de asignación**, que expresa el número de entidades a las que se puede asociarse una entidad a través de un conjunto de relaciones.



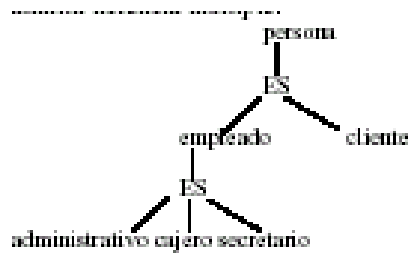
Modelo orientado a objetos

Este modelo también se basa en la percepción de una colección de objetos.

Un **objeto** se caracteriza por tener un **estado** y un **comportamiento**. El **estado** corresponde a los valores

que toman un conjunto de propiedades o variables de instancia, y el **comportamiento** es llevado a cabo mediante una serie de operaciones o funciones que operan sobre el objeto, y que se denominan **métodos**.

Los objetos que tienen el mismo tipo de propiedades y el mismo comportamiento son agrupados en **clases**. Dichas clases se organizan en un diagrama o jerarquía de clases, en el que las clases pueden estar relacionadas mediante relaciones de asociación o mediante relaciones de herencia.



La herencia permite la definición de clases existentes heredándose a las nuevas clases las propiedades y el comportamiento de las clases existentes, cumpliéndose también que todos los objetos de una subclase también son objeto de su superclase.

La única forma en la que un objeto puede acceder a los datos de otro objeto es a través de los métodos de ese objeto. Esto se denomina envío de mensajes al objeto.

Por ejemplo, sea un objeto que representa una cuenta corriente, y que dicho objeto contiene las variables de instancia numeroDeCuenta y saldo. Este objeto puede tener un método denominado Ingresar, que añade una cantidad al saldo.

MODELOS LÓGICOS BASADOS EN REGISTROS

Se utilizan para describir los datos en los niveles conceptual y externo.

Los modelos basados en registros se llaman así porque la base de datos está estructurada en registros de formato fijo de varios tipos. Cada tipo de registro define un número fijo de campos o atributos, y cada campo normalmente es de longitud fija.

Los tres modelos más importantes son:

- Modelo relacional
- Modelo en red
- Modelo jerárquico

Modelo relacional

El modelo relacional representa los datos y las relaciones entre datos mediante un conjunto de tablas, donde cada una de las tablas tiene una serie de columnas con nombres únicos.

Las columnas de las tablas representan los campos y las filas de las tablas los registros.

Nombre	Calle	Ciudad
Ángel	Caridad, 3	Almería
Eva	Nueva, 27	León
Luis	Vieja, 58	Burgos

Actualmente es el más utilizado.

Modelo en red

Se trata de un modelo en el que los datos se representan mediante conjunto de registros y las relaciones existentes mediante enlaces, los cuales pueden ser vistos como punteros.

La organización de los registros se realiza mediante una serie de grafos, que interconectan los registros relacionados.

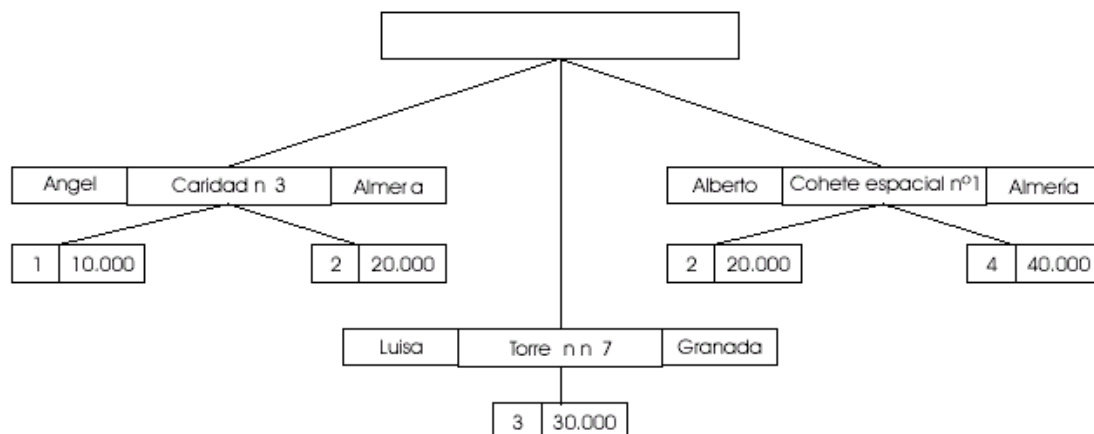


Podemos observar que los nodos pueden tener más de 1 padre.

Modelo jerárquico

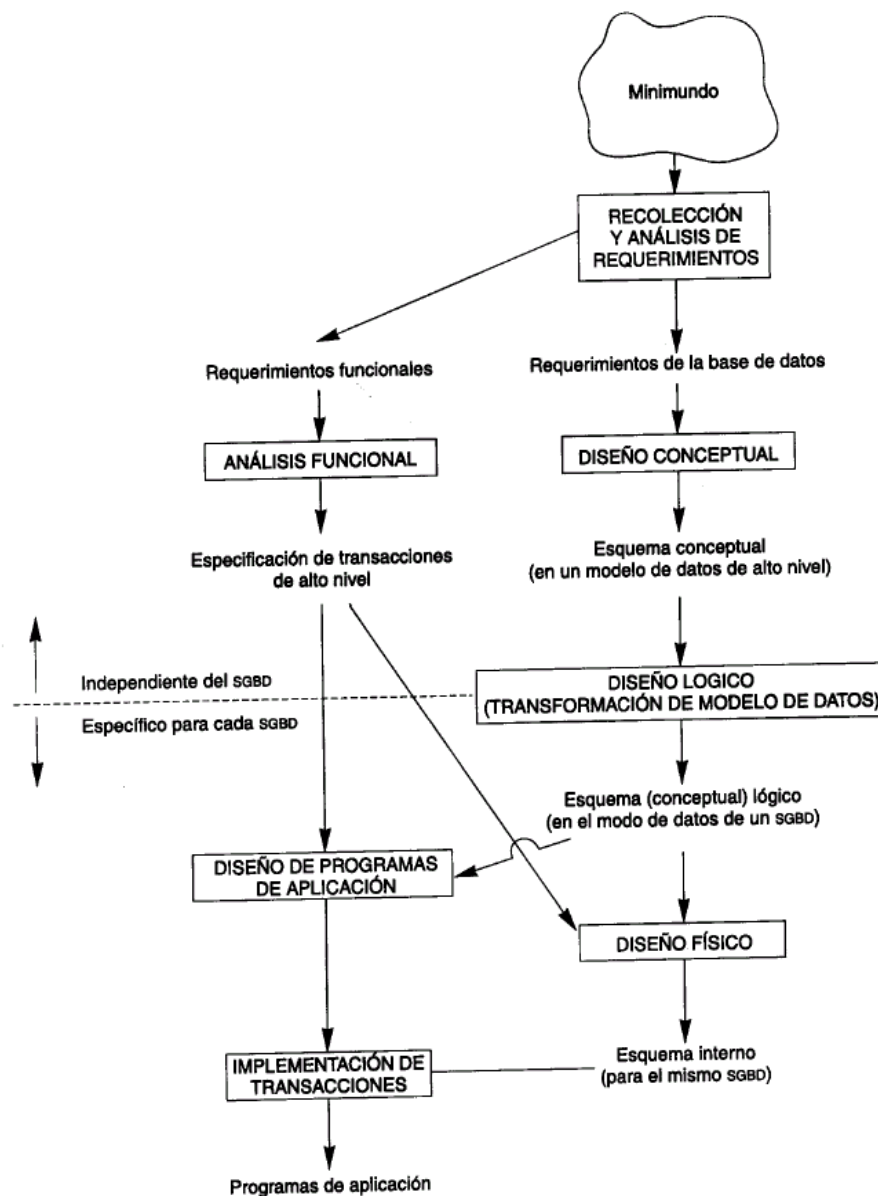
El modelo jerárquico es similar al modelo en red, en el sentido en que los datos y relaciones entre los datos se representan mediante registros y enlaces.

La diferencia con el modelo en red es que la organización de los registros se representa mediante estructuras jerárquicas (árboles), por lo que los nodos hijos, sólo pueden tener un padre.



2. INTRODUCCIÓN AL MODELO DE DATOS EN EL DISEÑO DE BASES DE DATOS

La figura siguiente ilustra el proceso de diseño de una base de datos.



El primer paso que se realiza es la **recopilación de información y análisis de requerimientos**, durante el cual, los diseñadores entrevistan a los futuros usuarios del Sistema de Base de Datos para comprender y redactar los requerimientos de información. El resultado de este paso será un conjunto de requerimientos redactado de forma concisa.

Paralelamente a la especificación de requerimientos de datos, conviene especificar los **requerimientos funcionales** de la aplicación. Se trata de las operaciones de usuarios (transacciones) que se aplicarán a la base de datos e incluye la obtención y actualización de datos.

Una vez que se ha realizado el análisis de requerimientos, el paso siguiente es **crear el esquema conceptual** para la base de datos mediante un modelo de datos conceptual de alto nivel. A este paso se le denomina **diseño conceptual** de la base de datos. El esquema conceptual es una descripción concisa de los requerimientos de información de los usuarios, y contiene información sobre las relaciones y restricciones. Este esquema conceptual puede servir como punto de referencia para asegurarse de que se satisfacen todos los requerimientos de los usuarios. Representamos el mundo real en esquemas conceptuales E/R. El esquema E/R viene a ser para una BD como los planos de una casa para un arquitecto

Una vez que haya terminado el proceso de diseño hay que empezar a implementar el SBD con un SGBD comercial. La mayoría de los SGBD actuales utilizan un modelo de datos de implementación, por lo que hay que traducir el modelo de datos de alto nivel al modelo de datos de implementación, lo que se conoce como el proceso de **diseño lógico** de la base de datos o transformación de modelos de datos. El resultado es un esquema de la base de datos especificado en el modelo de datos de implementación del SGBD. Nosotros transformaremos los esquemas conceptuales E/R a esquemas relacionales.

El último paso es la fase de **diseño físico** de la base de datos, durante la cual se especifican las estructuras de almacenamiento internas y la organización de los archivos de la base de datos. Además, se han de diseñar e implementar los programas de aplicación para las transacciones que se recopilaron en el análisis de requerimientos funcionales.

3. PRESENTACIÓN E HISTORIA DEL MODELO E/R

El modelo E/R es un modelo de datos conceptual de alto nivel y que se suele usar bastante en el diseño de bases de datos, con independencia de la máquina, SGBD, sistema operativo, ... en la que se implementen.

El modelo E/R fue propuesto por Peter Chen en 1976. Desde entonces muchos autores se han interesado por él, estudiándolo y ampliándolo, consiguiendo así diversas variantes del modelo (distintas formas de representación de los objetos), pero todas ellas parten del mismo concepto: el conocimiento del mundo real que se desea representar a través de un análisis de los requisitos o especificaciones del problema.

El modelo E/R, como todos los modelos, consiste en un conjunto de conceptos, reglas y notaciones que permiten formalizar la semántica del mundo real que se pretende modelar (también denominada Universo del Discurso) en una representación gráfica o diagrama que denominamos esquema de la Base de Datos.

4. ELEMENTOS BÁSICOS DEL MODELO

Los elementos básicos del modelo E/R original son:

- ENTIDAD
- ATRIBUTO
- DOMINIO
- RELACIÓN

Veamos cada uno de ellos

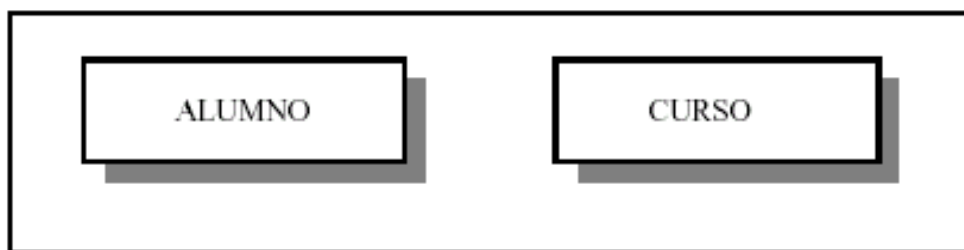
4.1. Entidades

Entidad: Es algo que existe en el mundo real, distinguible del resto de las cosas y del que nos interesan algunas propiedades. De este objeto queremos almacenar información en la BD.

Las **entidades**, también llamadas tipos de entidad, representan conjuntos de clases de objetos con existencia propia y que se caracterizan por las mismas propiedades. Generalmente son personas, cosas, lugares,..., es decir, conceptos sobre los que necesitamos guardar información y distinguibles de los demás objetos.

Su representación gráfica se hace por medio de un rectángulo dentro del cual se escribe el nombre de la entidad en mayúsculas (generalmente un sustantivo).

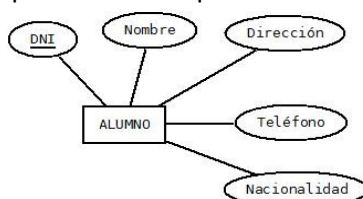
Por ejemplo, si queremos diseñar una base de datos para gestionar todos los alumnos de una academia, entre los tipos de entidad que deberíamos definir estarían ALUMNO y CURSO. El primero representaría el conjunto de todos los alumnos que se inscriben en los diferentes cursos, el segundo recogería todos los cursos ofertados por la academia. Su representación gráfica sería:



4.2. Atributos

Todo tipo de entidad tiene unas características o cualidades propias que queremos recoger dentro de nuestro diseño. El modelo E/R define estas cualidades como **atributos**, así por ejemplo el nombre del alumno, el teléfono, etc., describen propiedades de cada uno de los miembros que pertenecen al tipo de entidad ALUMNO. Estas propiedades no tienen existencia propia, es decir, sólo tienen sentido en el esquema de la Base de Datos en tanto en cuanto aparecen formando parte de una entidad o, como veremos más adelante, de otro de los elementos del modelo E/R, de una interrelación.

Supongamos que de cada alumno queremos la información referente a su DNI, Nombre, Dirección, Teléfono y Nacionalidad. En la figura siguiente, aparece cómo representamos los atributos en el modelo E/R.



Los ejemplares, también denominados ejemplares o elementos o ocurrencias o entidades instancia, de un tipo de entidad se definen como los valores correspondientes a los atributos que hemos definido para ella.

Por ejemplo dos ejemplares del tipo de entidad ALUMNO serían:

- (DNI, 7515958), (Nombre, Juan), (Dirección, C/ Irún, nº 9 Madrid), (Teléfono, 91 675 65- 65), (Nacionalidad, Española)
- (DNI, 7077777), (Nombre, Ana), (Dirección, C/ Bailén, nº 9, Madrid), (Teléfono, 91-678-98- 99), (Nacionalidad, Española)

Por lo tanto los valores de los atributos constituyen una parte importante de los datos que almacenaremos posteriormente en la Base de Datos. Es importante destacar que un mismo concepto no tiene por qué representarse siempre de la misma forma (por ejemplo, como una entidad o como un atributo). Así, si estuviéramos modelando una Base de Datos para una tienda de ropa, probablemente tendríamos una entidad denominada PRENDA y uno de sus atributos podría ser Color (roja, negra, etc.). Sin embargo, si estuviéramos hablando de una Base de Datos para gestionar la información de un taller de vehículos dedicado a trabajos de chapa y pintura, el concepto de color puede tener tal importancia que pase a ser una entidad COLOR, pues tiene existencia propia y un conjunto de propiedades (código de color, textura, tipo de mezcla, etc.)

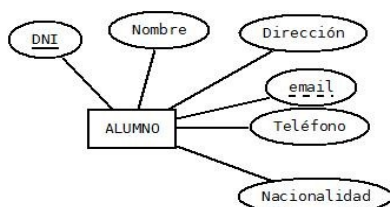
Tipos de atributos

Como se puede observar en la figura anterior no todos los atributos se representan de la misma forma; ello significa que existen diversas formas de recoger restricciones semánticas sobre los atributos de una entidad o de una interrelación. En el ejemplo aparece el atributo dni subrayado el nombre, este tipo de atributo se denomina **identificador principal (IP)** y lo que indica es que el atributo o propiedad DNI es único para cada ejemplar del tipo entidad ALUMNO.

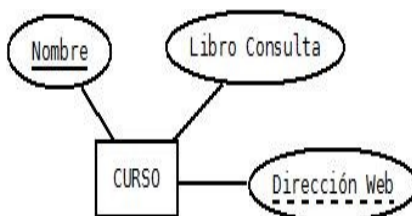
Para poder distinguir una ejemplar de otra, dentro de un mismo tipo de entidad, el modelo E/R obliga a que cada vez que definimos un tipo de entidad se defina un atributo que identifique cada ejemplar, es decir, un IP. Por lo tanto en todos los tipos de entidad tiene que aparecer de forma obligatoria una característica que

identifique de forma única cada uno de los ejemplares. Esta es la representación que nos proporciona el modelo E/R para distinguir este tipo de atributo del resto de atributos que componen el tipo de entidad. En un tipo de entidad sólo puede aparecer un **identificador principal**, pero pueden existir distintos atributos que también identifiquen los ejemplares de esta; este tipo de atributos se denominan **identificadores Alternativos (IA)**.

Veamos un ejemplo, supongamos que queremos añadir para el tipo de entidad ALUMNO, la dirección de correo electrónico que este posee, sabiendo que es única para cada uno de los alumnos. El atributo e-mail sería un identificador alternativo y como vemos en la figura siguiente se representa con un círculo y el nombre del atributo con un subrayado discontinuo, indicando que su valor es único para cada ejemplar del tipo de entidad ALUMNO.



Supongamos que para el tipo de entidad CURSO es importante recoger las siguientes propiedades: nombre, libro de consulta y dirección Web. De estas tres características de CURSO elegiremos como identificador principal el nombre, ya que cada curso tiene un nombre distinto, la dirección Web sería un identificador alternativo porque toma valores únicos para cada curso. La entidad CURSO con sus atributos queda representada en la figura siguiente.



Atributos simples y compuestos

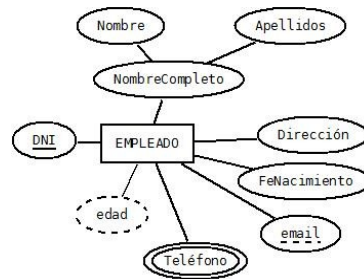
- **Atributos simples:** son atributos que no están formados por otros atributos. Ejemplos son los que hemos visto antes con los ejemplos de CURSO y ALUMNO.
- **Atributos compuestos:** son atributos que pueden estar formados por otros atributos que a su vez pueden ser simples o compuestos. En este caso se representan uniendo con arcos las elipses o los círculos de los atributos con las elipses o círculos de los atributos que la componen.

Atributos monovaluados y multivaluados

- **Atributos monovaluados:** son atributos que representan un solo valor para un determinado tipo de entidad en un momento determinado. Pueden ser simples o compuestos.
- **Atributos multivaluados:** son atributos que pueden representar varios valores simultáneamente para un mismo tipo de entidad. Se representan dibujando una n sobre la línea que une el círculo con la entidad (usaremos esta última) o poniendo una doble línea en la elipse que representa el atributo.

Veamos un ejemplo de todo esto anterior: supongamos que en la entidad Empleado queremos recoger que un empleado puede tener más de un teléfono, tendríamos un atributo Teléfonos que tendría cero o más valores, esto es lo que llamamos atributo multivaluado y se representa como se muestra en la siguiente figura.

Otro tipo de atributo es el atributo compuesto, que representa una agregación de atributos simples. En la entidad EMPLEADO queremos un atributo, NombreCompleto, compuesto por Nombre y Apellidos. Su representación sería la que se muestra en la siguiente figura.



Atributos derivados o calculados: son atributos cuyo valor se obtiene aplicando una fórmula (normalmente a partir del valor de otros atributos). Son atributos que a la postre no se almacenarán en la base de datos. Su valor se obtendrá en el momento en que sea necesario aplicando la fórmula asociada a ellos. En el diccionario de datos debe especificarse esta fórmula o método para calcular su valor. Se representan en un diagrama E/R mediante un óvalo con línea discontinua.

Un ejemplo sería la edad de un empleado que se podría calcular a partir de la fecha de nacimiento y la fecha actual.

Atributos opcionales: son atributos que pueden tener ningún valor, los vamos a representar mediante una discontinuidad al final de la líneas.

4.3. Dominios de los atributos

Los atributos de cada entidad-instancia adoptan valores concretos. Estos valores deben ser válidos.

Para que un valor de un atributo sea válido, debe pertenecer al conjunto de valores aceptables para el atributo en cuestión. Este conjunto de valores válidos se denomina dominio.

Veamos un ejemplo:

El dominio del atributo nombre de la entidad CURSO podría consistir en el conjunto de todas las cadenas de caracteres posibles de una longitud determinada, excluyendo las cifras y los caracteres especiales. Serían valores válidos para el atributo nombre, definido de esta manera, "Word", "Excel", etc. En cambio, no lo sería, por ejemplo, una fecha o un número.

Valor nulo de los atributos

Los atributos de una entidad-instancia pueden no tener ningún valor para alguna entidad instancia (los opcionales). En estos casos, también se dice que el atributo tiene **valor nulo**. Por ejemplo, en la entidad CURSO podría ocurrir que un curso no tuviese libro de texto, el atributo Libro de texto de la entidad CURSO no contendrá ningún valor o, dicho de otro modo, tendrá un valor nulo.

4.4. Interrelaciones o Relaciones

Definimos la interrelación o relación como la asociación o correspondencia entre entidades.

En nuestro ejemplo de la academia presentábamos los alumnos y los cursos como entidades sin ningún tipo de relación, pero para poder expresar que un alumno está matriculado en distintos cursos y que en un curso se pueden matricular alumnos necesitamos una **Interrelación** que nos muestre la asociación existente entre ellos. Por lo tanto, vemos la necesidad de poder representar este concepto ya que aparece continuamente en el mundo real; algunos ejemplos son: “las sucursales de una entidad bancaria están relacionadas con sus clientes”, “las editoriales se relacionan con los libros que publican”, etc.

Representamos gráficamente las interrelaciones mediante un rombo unido a los tipos de entidad mediante líneas; dentro del rombo se escribe el nombre de la interrelación o relación en minúsculas, que en general, suele coincidir con un verbo en infinitivo. Se identifica al localizar verbos o acciones en el objeto o entidad.

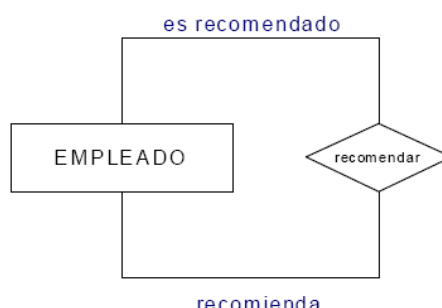
Volviendo al ejemplo anterior veamos como se representa la relación existente entre los alumnos que realizan cursos. Podríamos definir una interrelación o relación **Realizar** entre ambas entidades, como muestra la siguiente figura.



Un tipo de interrelación o relación se caracteriza por:

- **Nombre:** Por el que identificaremos de forma única el tipo de interrelación (etiqueta del rombo) y mediante el cual lo referenciamos, por ejemplo Realizar.
- **Grado:** Número de entidades que participan en una relación, debe ser como mínimo dos, es decir, el número de entidades que intervienen en una relación debe ser de al menos dos; existe un caso especial en el que sólo participa una entidad en la interrelación aunque de dos formas distintas, es lo que se denomina interrelación reflexiva.

En las interrelaciones reflexivas, es necesario indicar “el papel” que juega la entidad en la interrelación. En el ejemplo adjunto, la interrelación recomendar asocia a dos empleados, siendo uno de ellos el que recomienda al otro.



En nuestro ejemplo (el de curso y alumno) se representa una interrelación binaria, denominada así por tratarse de una interrelación entre dos tipos de entidad.

De la misma forma, cuando el grado es tres se habla de interrelaciones ternarias y, en general, de interrelaciones n -arias cuando el grado es n .

Un ejemplo de relación ternaria sería la que refleja la situación de unos empleados que trabajan en proyectos con una determinada categoría profesional.

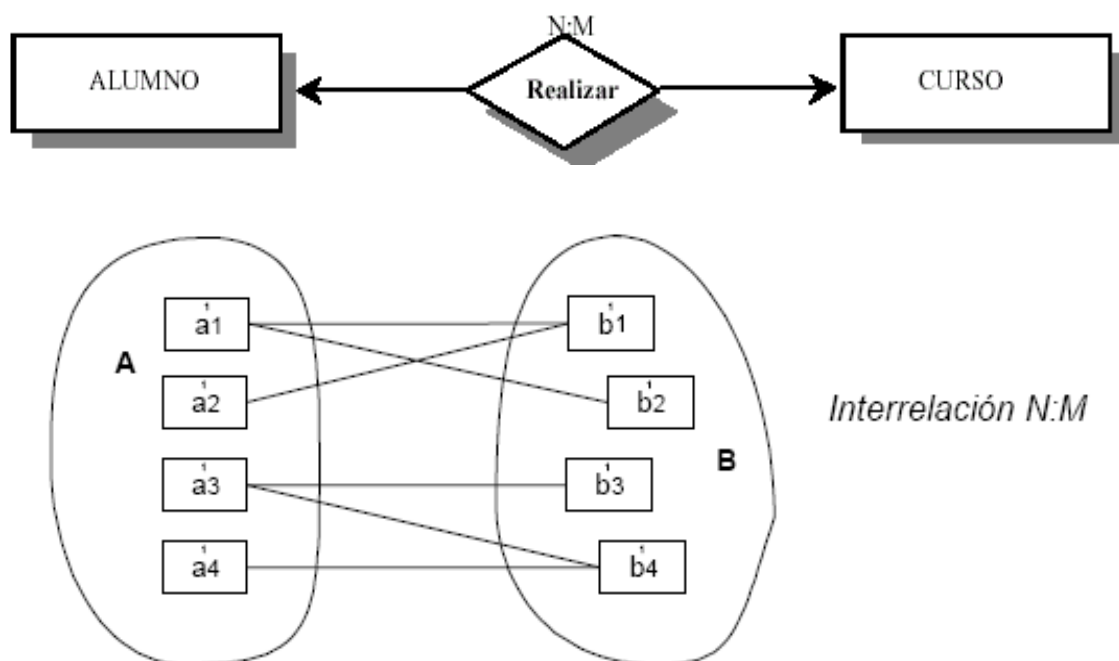


El tipo de interrelaciones que aparece de forma habitual en el modelado de una Base de Datos es la interrelación binaria.

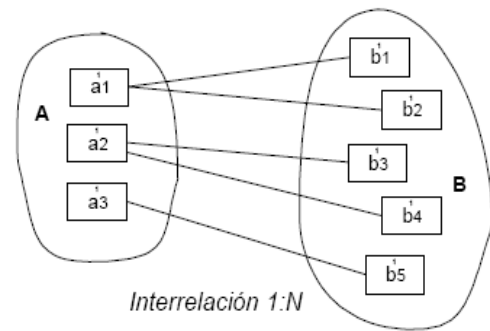
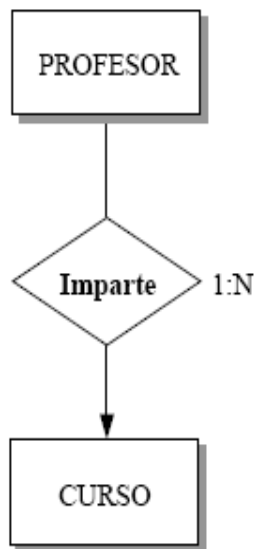
Tipo de correspondencia o Cardinalidad de la relación

Se define como el número máximo de ejemplares de un tipo de entidad que pueden estar asociados con un ejemplar del otro tipo de entidad. Su representación gráfica se hace por medio de un par X:Y colocado sobre el rombo de la interrelación, donde X e Y representan los ejemplares asociadas de los tipos de entidad en estudio (Esta representación se puede generalizar en el caso de grado n, de la forma X:Y:Z:....). Además se dibuja una punta de flecha hacia el tipo de entidad que participa con más de un ejemplar en la interrelación.

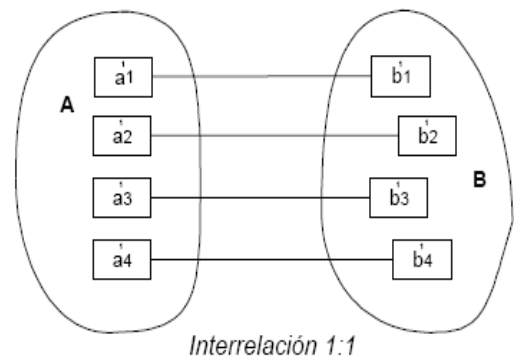
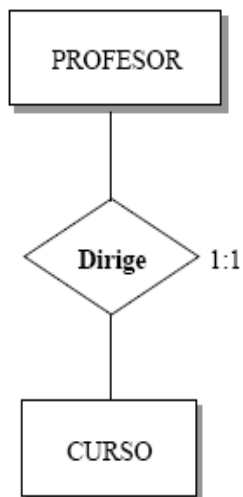
En nuestro ejemplo, en principio, el número de cursos a los que un alumno puede optar es ilimitado y el de alumnos que realizan un curso también, por tanto la correspondencia sería M:M o **muchos a muchos**.



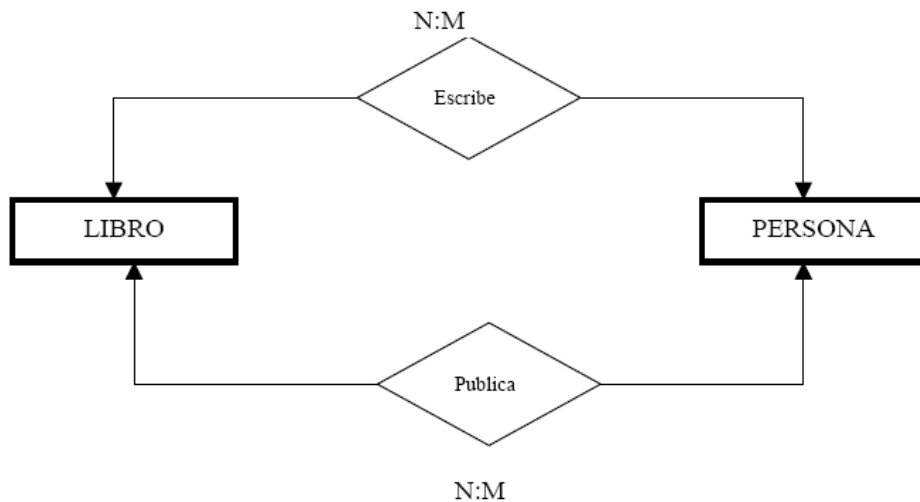
Si en el problema se nos dijera que cada profesor solo puede impartir de un curso, el tipo de correspondencia entre PROFESOR y CURSO, sería 1:N o **uno a muchos**.



Otro tipo de correspondencia es la de 1:1 o **uno a uno**, donde por ejemplo un profesor podría dirigir un curso.

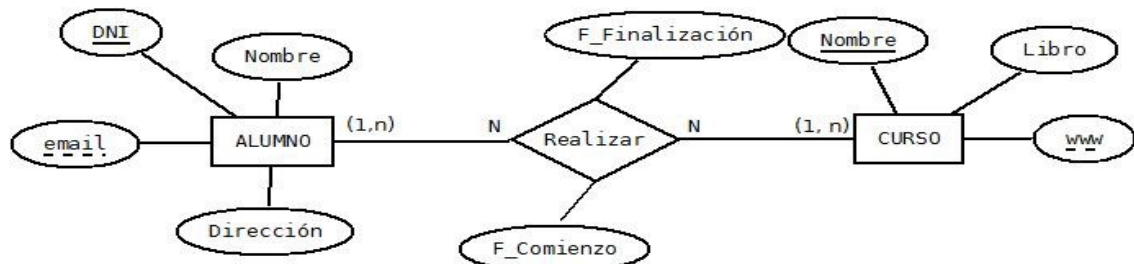


Entre dos tipos de entidades puede existir más de un tipo de interrelaciones. Por ejemplo, supongamos que una persona puede publicar y escribir un libro. Aparecerán dos tipos de interrelaciones entre las entidades PERSONA Y LIBRO, es decir Escribe y Publica.



Atributos en las interrelaciones

Los atributos no solo están referidos a los tipos de entidad. Las interrelaciones también pueden tener atributos propios, 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 figura siguiente.



4.5. Restricciones

El Modelo E/R es muy flexible en cuanto a las restricciones, porque se puede considerar que las únicas restricciones inherentes que impone es la obligatoriedad del Atributo identificador Principal, además que sólo permite definir tipos de interrelación entre tipos de entidad.

5. EXTENSIONES DEL MODELO E/R

El contenido semántico de las interrelaciones se ha completado con conceptos tales como las cardinalidades mínimas y máximas, otros tipos de entidades y las dependencia en existencia e identificación.

5.1. Entidades

Tipos de entidades

Existen dos clases de entidades:

- **Regulares o Fuertes.** Los ejemplares de una entidad regular tienen existencia propia, es decir, existen por sí mismas.

- **Débiles.** La existencia de cada ejemplar de un tipo de entidad débil depende de la existencia de la ocurrencia del tipo de entidad regular del cual aquel depende, es decir, si se elimina un ejemplar del tipo de entidad regular desaparecen también con él todos los ejemplares de la entidad débil dependientes de la misma. Las entidades débiles son dependientes de otras entidades y pueden serlo por dos motivos: bien porque la existencia de sus ejemplares en la base de datos depende de una entidad fuerte bien porque sus ejemplares requieran para su identificación de los atributos identificadores (algunas veces llamados atributos externos) de otra entidad. Un tipo de entidad débil se representa con dos rectángulos concéntricos con su nombre en su interior.

Por ejemplo, los ejemplares correspondientes a los alumnos de la academia no dependen de ninguna otra entidad para existir en la base de datos; por ello la entidad ALUMNO es una entidad fuerte. Sin embargo, en una base de datos de una librería **EJEMPLAR** depende de **LIBRO**, y por tanto, la desaparición de un determinado libro de la base de datos hace que desaparezcan también todos los ejemplares de dicho libro.



Cardinalidades en un tipo de entidad

En términos conjuntistas, una entidad o tipo de entidad se puede considerar como un conjunto y una ocurrencia de entidad es un elemento de dicho conjunto. Por lo tanto, las ocurrencias de una interrelación van a asociar elementos entre conjuntos.

La cardinalidad de un tipo de entidad que interviene en una interrelación binaria se define como el número mínimo y el número máximo de instancias de una entidad que pueden relacionarse con un elemento de otro tipo de entidad. Para representar las cardinalidades utilizamos una etiqueta (x, y) situada sobre la línea que une el tipo de entidad con la interrelación, donde x indica el número mínimo e y el número máximo. Además, y cuando la cardinalidad máxima es n, se dibuja una punta de flecha hacia la entidad correspondiente. En el ejemplo que nos ocupa y suponiendo que no se establece ninguna restricción adicional, el número mínimo de alumnos que pueden matricularse en un curso es uno (no tendría sentido un curso con 0 matriculados), y el número máximo n (número ilimitado), por tanto la cardinalidad del tipo de entidad ALUMNO es (1,n) como se muestra en la siguiente figura.



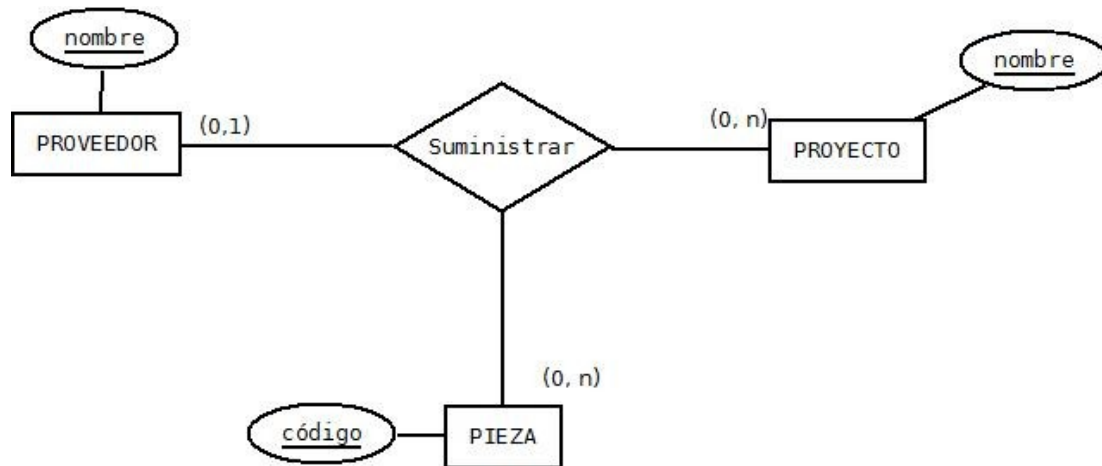
La interpretación de la interrelación Realizar sería “un curso de la academia es realizado como mínimo por un alumno y como máximo n”. Si tuviéramos limitación en la matriculación de los alumnos en un curso, por ejemplo, nuestros cursos como máximo admiten 40 alumnos, lo representaríamos de la siguiente forma:



De la misma manera, el número mínimo de cursos que puede realizar un alumno es uno y el máximo n, es decir, la cardinalidad de CURSO es (1,n) y por tanto tendríamos que representar la punta de flecha hacia la entidad CURSO y encima de esta línea la cardinalidad como se muestra en la siguiente figura.



Ejemplo de cardinalidades en una relación ternaria:



Una pieza Y en un proyecto Z – una pareja (pieza, proyecto) – la suministran 0 o 1 proveedores.

Un proveedor X en un proyecto Z – una pareja (proveedor, proyecto) – suministra 0, 1, 2, ..., n piezas.

Un proveedor X suministra una pieza Y – una pareja (proveedor, pieza) – en 0, 1, 2, ..., n proyectos.

5.2. Dependencia en existencia y en identificación

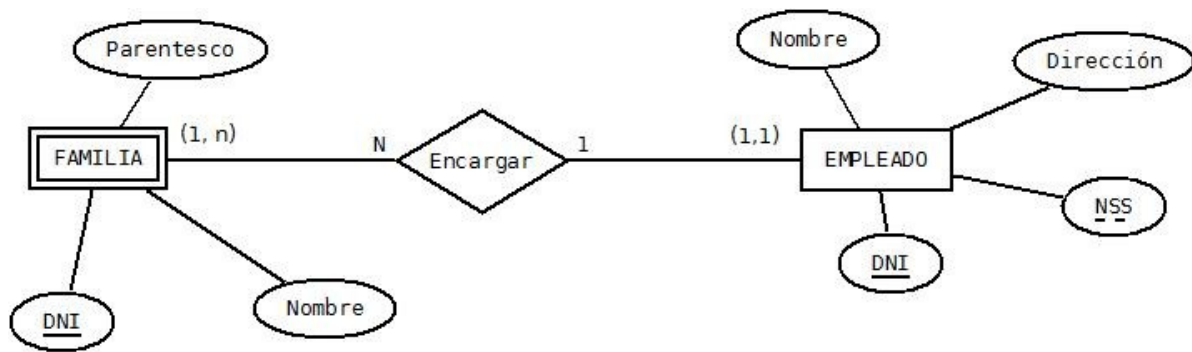
Los tipos de interrelación se clasifican, según el tipo de entidades que vinculan, en regulares si asocian tipos de entidad regulares y débiles si asocian un tipo de entidad débil con un tipo de entidad regular. Un tipo de interrelación débil exige siempre que las cardinalidades del tipo de entidad sean (1, 1).

Dentro de los tipos de interrelación débil 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. Veamos un ejemplo que aclare esto.

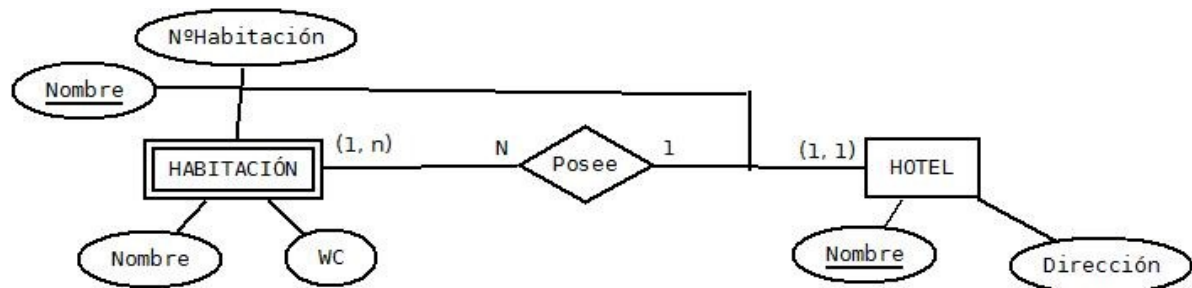
Supongamos que la empresa PEPITO necesita conocer los datos de los familiares que están a cargo de cada empleado de la empresa, para de esta manera apoyar a aquellos cuya carga familiar sea numerosa. Con objeto de conocer los familiares que dependen de cada empleado debemos crear un nuevo tipo de entidad, que denotaremos como 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. Otros autores indican esta dependencia con una E dentro del rombo de la relación.



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. Tenemos que crear una interrelación débil de dependencia en identificación, es decir, los ejemplares de la entidad débil requieren para su identificación de los atributos identificadores de la entidad fuerte. Así, cada ejemplar de HABITACIÓN está identificada por la concatenación de su número y del nombre del hotel en que se encuentra.

Por ejemplo, la habitación 1 “Sol”, habitación 1 “Mar”, etc. Su representación es la que se muestra en la figura siguiente. Otros autores la representan con una ID dentro de la relación.

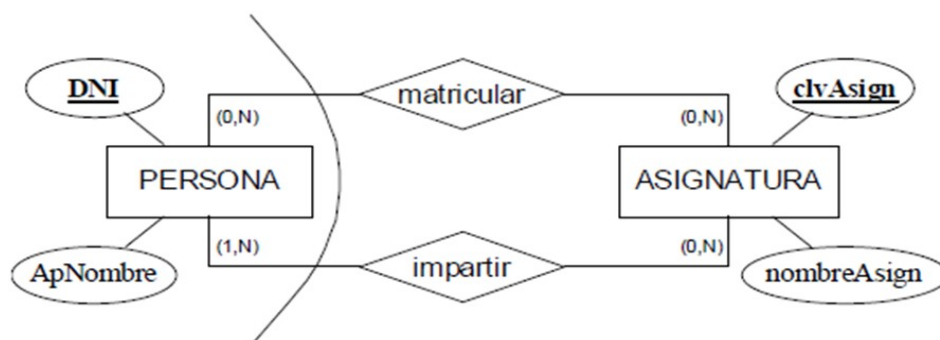


6. RELACIONES CON RESTRICCIONES

Relaciones con restricción de exclusividad

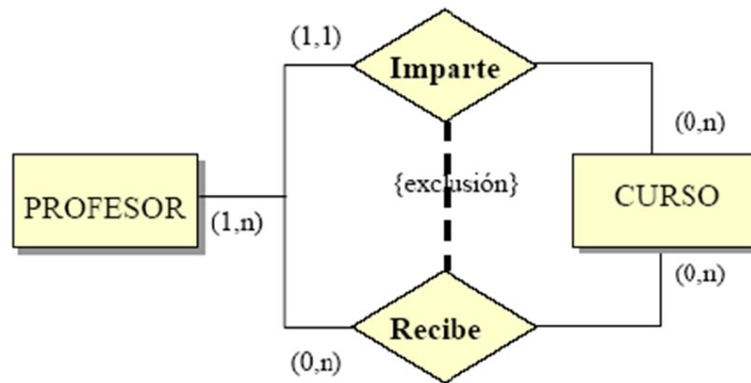
Cada instancia de la entidad sólo puede pertenecer a una de las relaciones, en el momento en que participe en una relación ya no podrá formar parte de la otra.

Ejemplo: “Una persona puede impartir cursos o recibirlos, pero no ambas cosas”



Relaciones con restricciones de exclusión

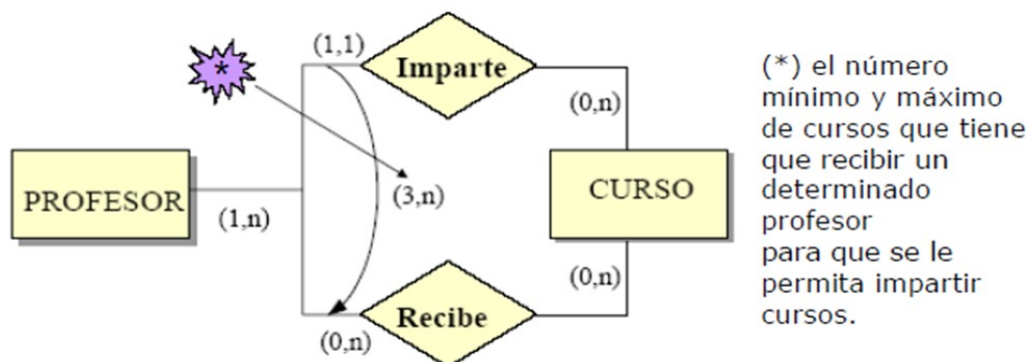
Ejemplo: “Un profesor no puede impartir y recibir un curso a la vez”



Relaciones con restricciones de inclusividad

Toda instancia de un tipo de entidad que participa en una de las relaciones tiene necesariamente que participar en la otra.

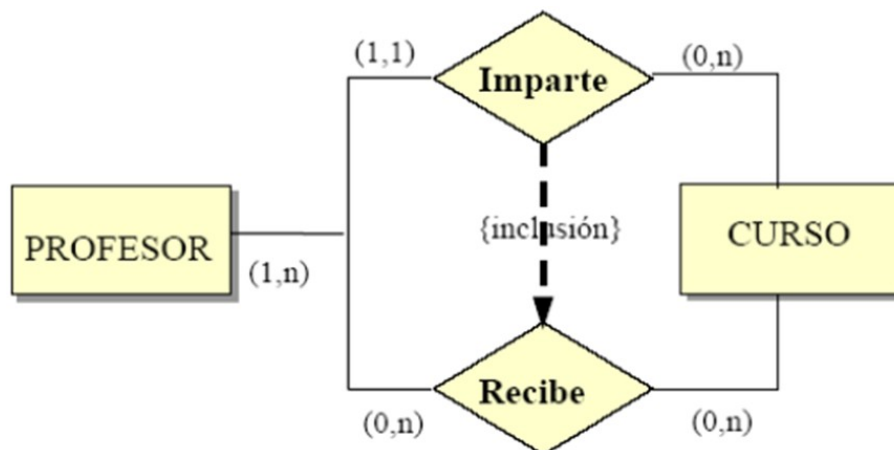
Ejemplo: “Todo profesor que imparte un curso tiene que figurar como receptor de algún otro”



Relaciones con restricciones de inclusión

Una restricción más fuerte.

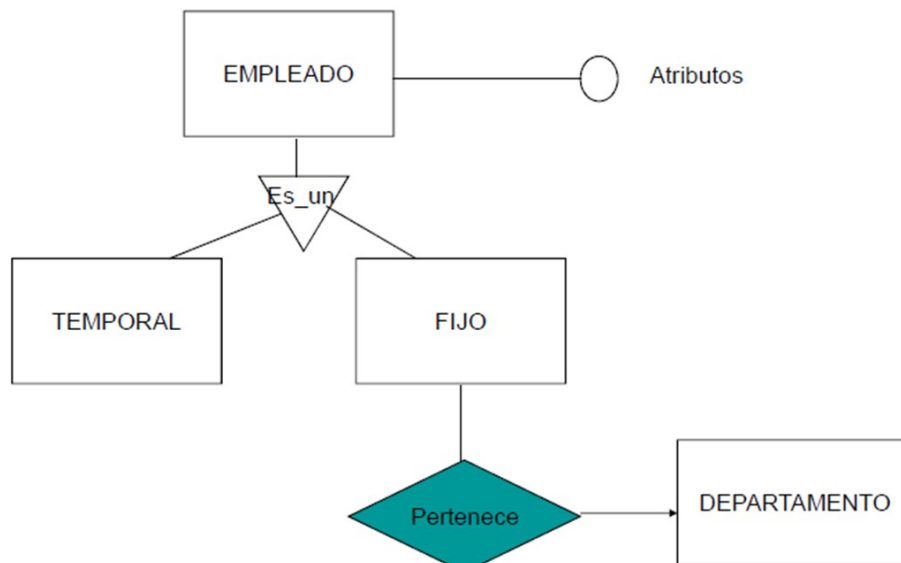
Ejemplo: “Si un profesor imparte un curso es porque previamente ha tenido que recibir dicho curso”



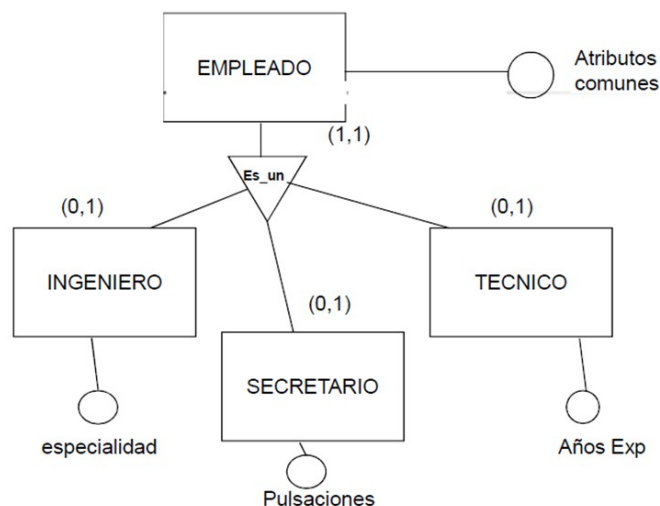
7. GENERALIZACIÓN Y ESPECIALIZACIÓN

La Generalización/Especialización es un tipo de relación que se utiliza para unificar entidades agrupándolas en una entidad más general (**generalización**) o bien para dividir una entidad general en entidades más específicas (**especialización**)

Ejemplo: Una empresa tiene varios departamentos. Sus empleados fijos están asignados a un departamento pero los temporales no. Tenemos la entidad **EMPLEADO** y **DEPARTAMENTO** pero es necesario indicar que solo se relacionan con los departamentos los empleados fijos



Ejemplo: Una empresa dispone de empleados de los que quiere guardar sus datos personales, además si el empleado es ingeniero quiere guardar su especialidad, si es secretario, el nº de pulsaciones y si es técnico sus años de experiencia.



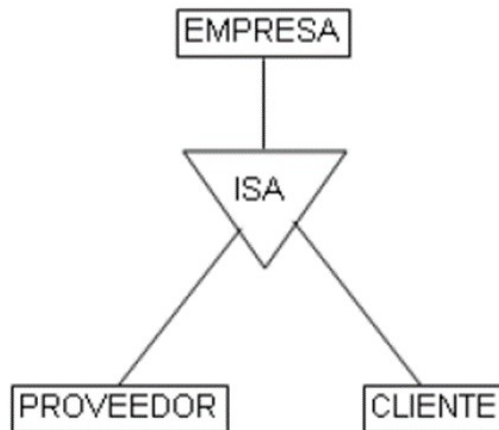
Otra opción: tener una única entidad, **EMPLEADO**, con todos los atributos (id, nombre, apellidos, profesión, pulsaciones, año_exp, especialidad)

Al traducirlo a tablas, provocaría tablas con gran cantidad de campos nulos siendo necesario reservar espacio en disco para todos los campos de forma innecesaria.

Generalización

- Ocurre si partimos de una serie de entidades y al estudiarlas descubrimos que todas pertenecen al mismo conjunto.
- Las entidades son totalmente heterogéneas, es decir, los atributos son diferentes.
- La entidad general se llama superentidad o supertipo, las otras se denominan subentidades o subtipo.
- La superentidad tiene una clave principal diferente a las subentidades.

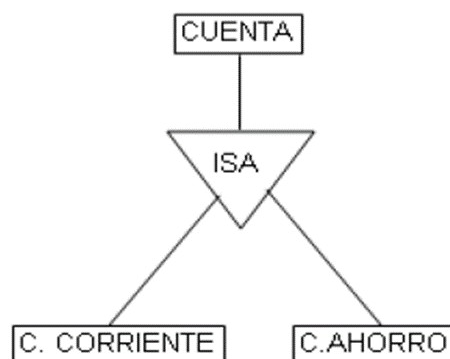
Ejemplo: La información guardada de clientes y de proveedores tiene muchos atributos en común. Creamos entonces una entidad EMPRESA con dichos atributos y dos entidades CLIENTE y PROVEEDOR con los atributos que las distinguen.



Especialización

- Ocurre cuando partimos de una entidad que podemos dividir en subentidades para detallar atributos que varían en las mismas.
- Comparten clave con la superentidad y los atributos de la superclase se heredan en las subclases.

Ejemplo: Guardamos información de cuentas bancarias en una entidad CUENTA, pero hay cuentas corrientes y cuentas de ahorro con informaciones que las diferencian, creamos además dos entidades especializadas C. CORRIENTE y C. AHORRO



Se establece una relación entre los subtipos y el supertipo de la forma “es un” o “ISA” o “ES UN TIPO DE”

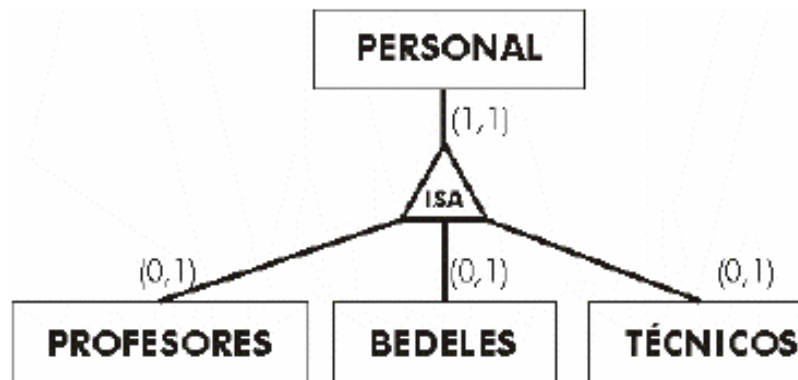
Se representa mediante un triángulo invertido o no. Actualmente en España, la notación que más se utiliza es la del triángulo invertido, así que, utilizaremos esa.

En el caso de la superentidad o supertipo, la cardinalidad es (salvo casos muy especiales) siempre es (1,1),

ya que todo ejemplar de la subentidad o subtipo se relaciona al menos con un ejemplar de la superentidad (y sólo con uno como máximo). Por ello muy a menudo no se indica cardinalidad alguna en la superentidad, entendiendo cardinalidad (1,1)

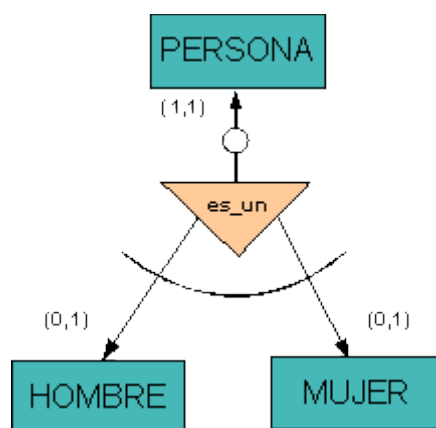
En las subentidades o subtipos, la cardinalidad mínima de 1, indica que todos los ejemplares de la superentidad se relacionan al menos con uno de las subentidades (tipo de jerarquía **total**).

Si la cardinalidad mínima fuera 0, indica que puede haber superentidades que no se relacionen (personal que no es profesor, ni bedel, ni técnico, tipo de jerarquía **parcial**). Por ello **es muy importante reflejar las cardinalidades**.



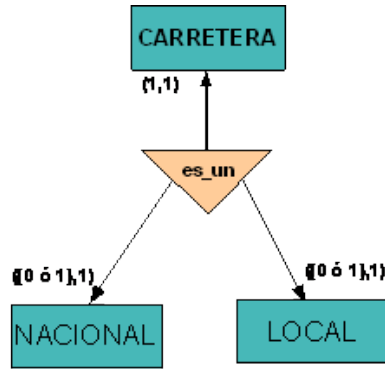
Existen los siguientes tipos de especialización según parezca solapamiento de instancias de una entidad o no:

1. Una especialización exclusiva, denominada **especialización sin solapamiento** representa el hecho de que una instancia u ocurrencia del tipo de entidad más general solo puede pertenecer o estar asociada a una y solo una instancia u ocurrencia de los subtipos de entidad especializados. Se representa mediante un arco que une los subtipos:



Si consideramos el caso de las PERSONAS, en principio, una persona sólo puede ser un HOMBRE, o una MUJER, por lo que estaríamos en el caso de una especialización sin solapamiento.

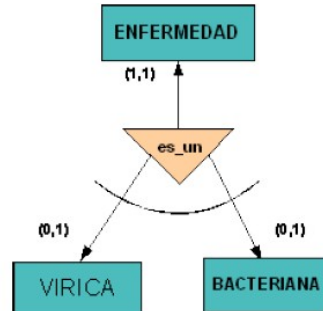
2. Una especialización **inclusiva**, denominada **especialización con solapamiento**, representa el hecho de que una instancia del tipo de entidad más general puede tener asociadas instancias de cualquiera de los subtipos. Se representa sin ningún tipo de arco que una los subtipos



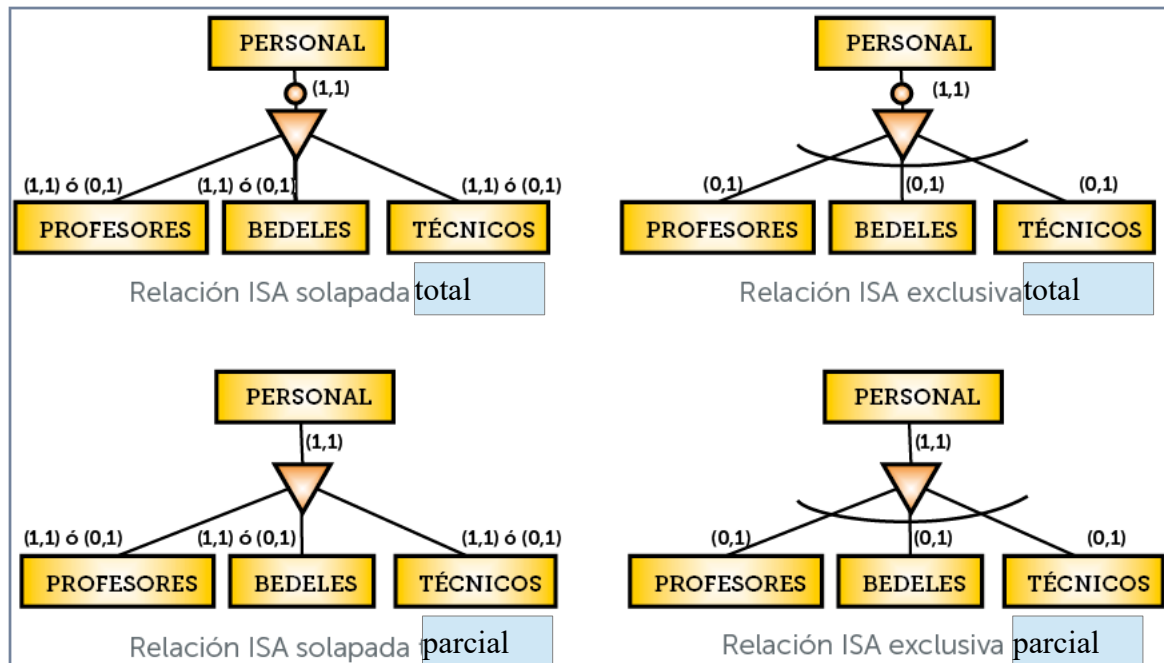
Si consideramos el caso de las CARRETERAS, donde las carreteras se catalogan como nacionales o locales, etc. podríamos considerar la especialización NACIONAL y LOCAL, pero sabemos que hay carreteras que tienen tramos que pueden ser considerados como NACIONAL y LOCAL al mismo tiempo.

Además, la especialización de un tipo de entidad en un conjunto de subtipos puede ser **total o parcial**:

1. Una **especialización total** representa el hecho de que las entidades que son reconocidas en el problema son algunos de los subtipos especializados. Se representa con un círculo superpuesto en la línea que une el supertipo con el triángulo que indica la especialización. En el ejemplo de HOMBRE y MUJER, vemos que una instancia de la entidad PERSONA solo puede ser HOMBRE o MUJER y no puede ser otra cosa.
2. Una **especialización parcial** representa el hecho de que pueden existir entidades que pertenezcan al tipo de entidad y no a ninguno de los subtipos en los cuales este tipo de entidad está especializado. Por ejemplo, si consideramos la entidad ENFERMEDAD, y consideramos sólo las VÍRICAS y las BACTERIANAS, es evidente que existen otro tipo de enfermedades.



Podríamos tener los siguientes casos:



- **Relaciones de jerarquía solapada.** Indican que un ejemplar de la superentidad puede relacionarse con más de una subentidad (el personal puede ser profesor y bedel). Ocurren cuando no hay dibujado un arco de exclusividad.
- **Relaciones de jerarquía exclusiva.** Indican que un ejemplar de la superentidad sólo puede relacionarse con más de una subentidad (el personal no puede ser profesor y bedel). Ocurren cuando hay dibujado un arco de exclusividad.
- **Relaciones de jerarquía parcial.** Indican que hay ejemplares de la superentidad que no se relacionan con ninguna subentidad (hay personal que no es ni profesor, no bedel ni técnico). Se indican con cardinalidad mínima de cero en todas las superentidades.
- **Relaciones de jerarquía total.** Indican que todos los ejemplares de la superentidad que se relacionan con alguna subentidad (no hay personal que no sea ni profesor, no bedel ni técnico). Se indican con cardinalidad mínima de uno en alguna superentidad. O con un círculo en la línea que une la superentidad con el símbolo ISA.

8. CLAVES PRIMARIAS DE ENTIDADES Y RELACIONES

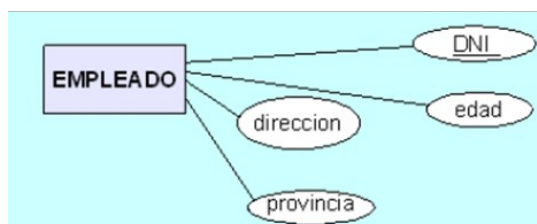
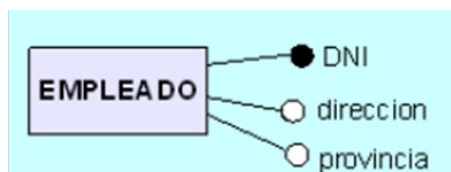
Es muy importante poder distinguir a la perfección cada instancia de una entidad o de una relación, para poder tratarlos adecuadamente. Como consecuencia de esta idea surge el concepto de la **clave primaria**.

Claves primarias

Sabemos que cada instancia de una entidad se puede distinguir de cualquier otra por el conjunto global de sus atributos, y la mayoría de las veces no son necesarios todos, bastando sólo con un subconjunto de atributos. Pero puede ocurrir que un subconjunto de dichos atributos sea igual para varias entidades, por lo que no nos vale cualquier subconjunto. Lo importante es que el conjunto completo de todos los atributos que seleccionamos no se repita con idénticos valores para distintas instancias. Así, podemos distinguir:

- **Clave (Llave):** Atributo o conjunto de atributos que identifican a una entidad. Por ejemplo el DNI en la entidad Empleado, por lo que lo podríamos considerar una clave de dicha entidad. En ocasiones no basta con un único atributo para conseguir la identificación de las instancias. En este caso la clave estaría constituida por el conjunto de atributos que garantice la identificación única.

- **Clave candidata (Llave candidata):** Uno o más campos cuyos valores son únicos para cada ejemplar de una entidad, pero que no son identificadores ya que existen identificadores mejores en la entidad. Dos claves candidatas en la entidad empleado son DNI y Codigo_empleado, ya que ambas identifican de manera única un ejemplar de EMPLEADO.
- **Clave primaria (Llave Primaria o Primary Key):** Es la clave candidata escogida por el diseñador, de entre todas las posibles.

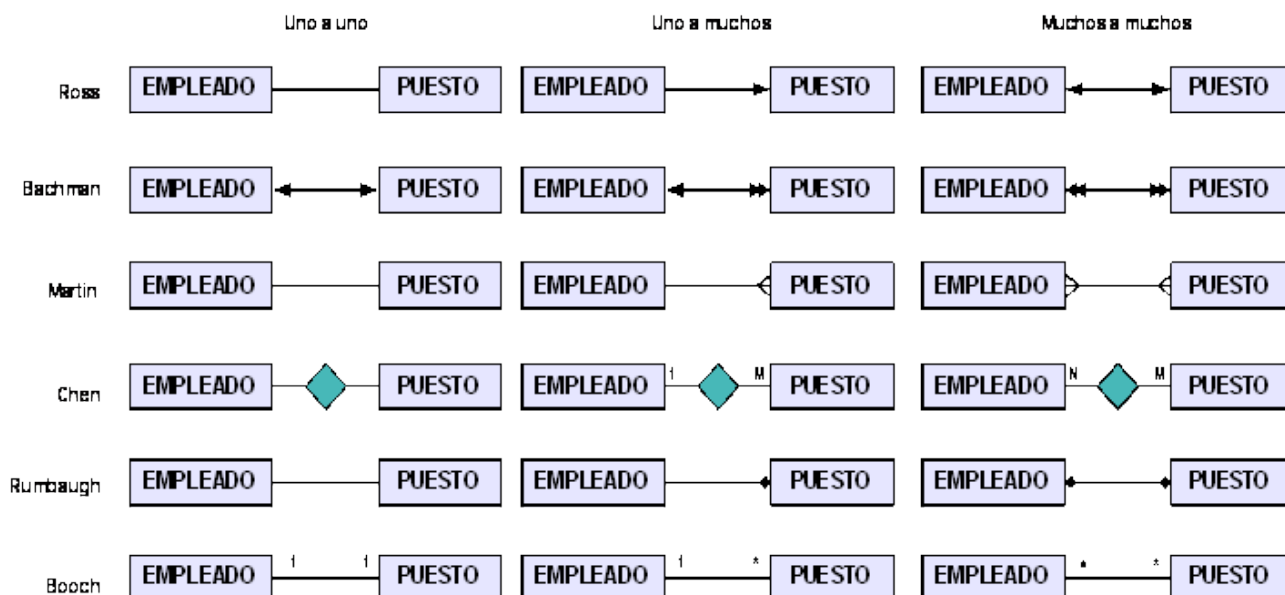


Las claves primarias se representan subrayando el nombre del atributo o atributos que las constituyen, si hemos escogido la representación de elipses y con un círculo negro en el caso de representar los atributos con círculos vacíos.

9. DIAGRAMA E/R

Consiste en representar mediante las figuras geométricas vistas a lo largo del tema un modelo completo del problema, proceso o realidad a describir, de forma que se definan tanto las entidades que lo componen, como las interrelaciones (relaciones) que existen entre ellas.

Hay muchas notaciones y depende de cada persona escoger la que le más le convenga. Veamos algunas de ellas.



Creación de un esquema E/R

- ✓ **Identificar las entidades:** Buscar sustantivos o nombres que hacen referencia a objetos.
- ✓ **Identificar relaciones:** Buscar expresiones verbales. La mayoría de las relaciones son binarias, pero no hay que olvidar que puede haber relaciones donde participen más de dos entidades, así como relaciones reflexivas.
- ✓ Repasar las especificaciones para comprobar que todas las relaciones se han encontrado.
- ✓ Determinar las cardinalidades mínimas y máximas.
- ✓ **Identificar los atributos** y asociarlos a las entidades: Son atributos los nombres que identifican propiedades, cualidades, identificadores o características de entidades o relaciones.
- ✓ Determinar las claves candidatas y elegir las claves primarias.
- ✓ **Determinar las jerarquías de generalización.** En cada jerarquía hay que determinar si es total o parcial y exclusiva o solapada.
- ✓ **Dibujar el diagrama entidad-relación.**
- ✓ **Revisar el resultado** con la información sobre el problema que tenemos.

Control de redundancia:

Tenemos que evitar repetir la información mostrada en nuestro diagrama. Una vez diseñado un esquema E/R, hay que analizar si se presentan **redundancias**.

Un esquema es redundante cuando al eliminar un elemento del mismo no se pierde información.

Los **ciclos** pueden indicar la existencia de relaciones redundantes.

- Un ciclo, en un diagrama E/R, es un grupo de entidades unidas en forma circular o cíclica a través de ciertas relaciones

La existencia de un ciclo no implica la existencia de relaciones redundantes.

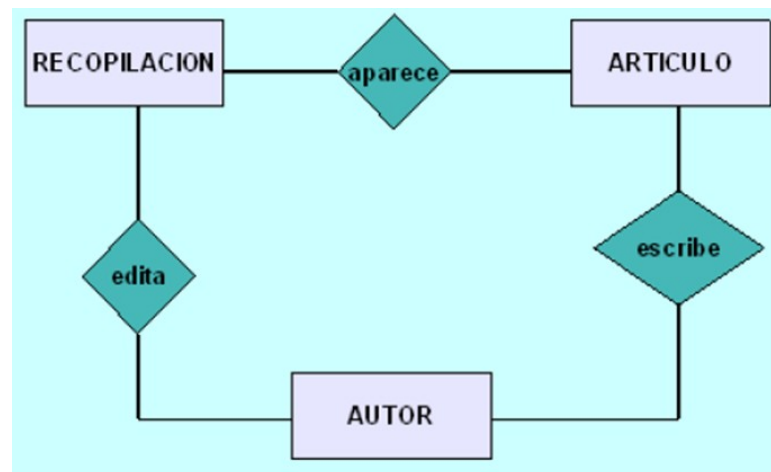
Para que una relación pueda ser eliminada por redundante se tiene que cumplir:

- ✓ que exista un **ciclo**,
- ✓ que las **relaciones** que componen el ciclo sean **equivalentes semánticamente**,
- ✓ que después de eliminar la relación se puedan seguir asociando las instancias de las dos entidades que estaban relacionadas, y
- ✓ que la relación no tenga atributos o que éstos puedan ser transferidos a otro elemento del esquema a fin de no perder su semántica.

Si se cumplen estas condiciones se tiene un ciclo redundante.

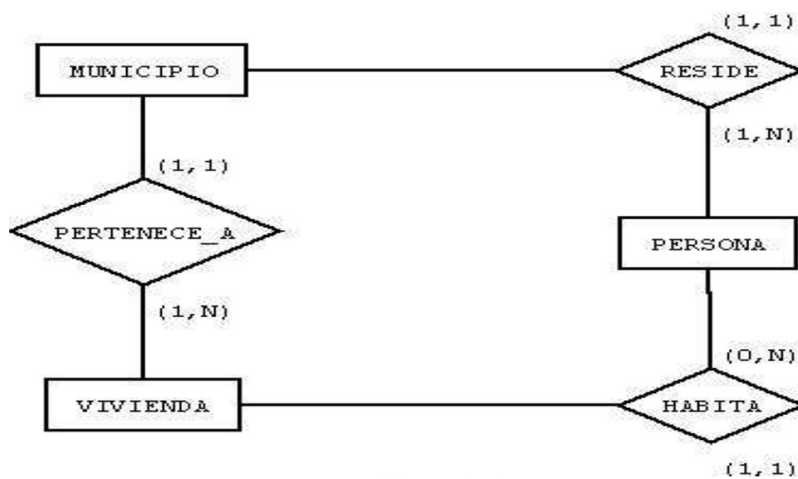
El ciclo se debe deshacer -> se elimina una de las relaciones que está generando el ciclo.

Las relaciones que componen el ciclo no son equivalentes semánticamente: No es lo mismo que un autor edite una recopilación a que escriba un artículo, y ambas relaciones son diferentes a "aparece" que une RECOPIACION con ARTICULO. Si elimino alguna de las relaciones, no podré asociar las instancias de las entidades que se unían mediante dicha relación, ya que no existe camino alternativo para dicha unión. Por consiguiente, no podemos eliminar ninguna de las relaciones que aparecen en el diagrama.



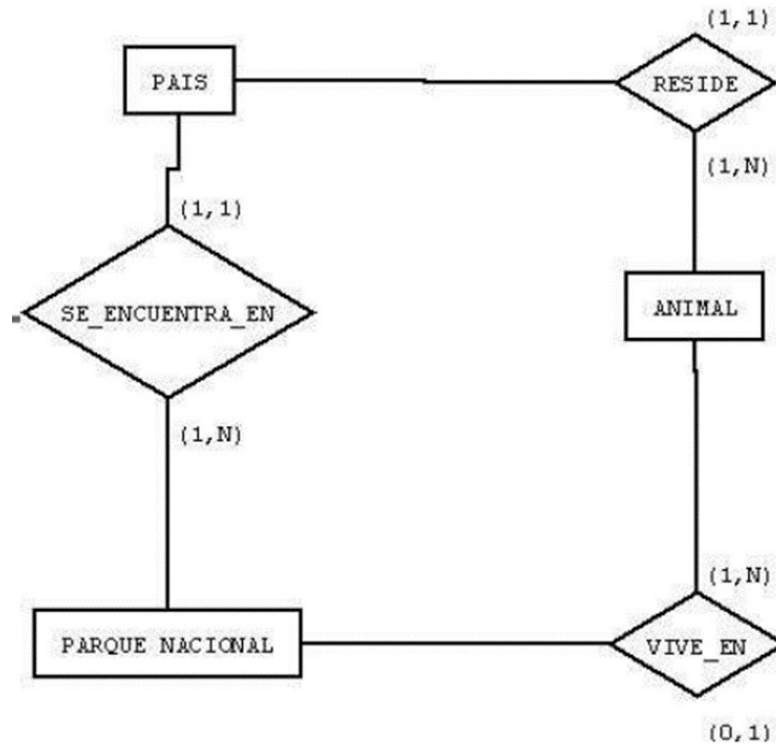
Ejemplo de **ciclo redundante**:

Las relaciones **habita** y **reside** son semánticamente equivalentes. Una persona vive en una única vivienda y esa vivienda se encuentra en un único municipio, luego sobra la relación **reside** ya que podemos saber el municipio en el que reside una persona a través de la vivienda.



Ejemplo de **ciclo NO redundante**:

Un animal habita en un único país, ahora bien, un animal puede que no viva en ningún parque nacional, por lo que a través del parque, no se puede saber en qué país se encuentra.



10. CRITERIOS DE CALIDAD EN UN DIAGRAMA E/R

Criterios de Calidad de un diagrama E/R

1. **Completo:** cada requerimiento debe estar en el esquema conceptual y cada concepto del esquema está en los requerimientos.
2. **Correcto:** sintáctica y semánticamente.
 - Sintáctica: No utilizar incoherencias del tipo: poner una entidad con otra sin que haya una relación entre ellas, o poner juntas dos relaciones.
 - Semántica: Se considera incorrectas las siguientes acciones:
 - Usar un atributo en lugar de una entidad
 - Olvidar colocar una generalización
 - Olvidar la herencia en las generalizaciones
 - Usar una entidad en lugar de una relación
 - Usar el mismo nombre para dos entidades o relaciones
 - Olvidar algún identificador en la entidad.
 - No especificar alguna cardinalidad o hacerlo de manera incorrecta.
3. **Mínimo:** cada requisito aparece una sola vez.
4. **Expresivo,** representa lo elemento de forma natural.
5. **Legible,** se puede leer con facilidad. Minimizar el número de cruces. Evitar las líneas curvas.
6. **Autoexplicativo,** no se necesita explicaciones en lenguaje natural o restricciones explícitas.
7. **Flexible,** se puede extender con facilidad.