

Modelo Conceptual de Bases de Datos – Modelo E/R

1. Representación del problema.
2. Modelo de Datos.
3. Diagramas de E/R.
4. El modelo E/R ampliado.
5. Construcción de un diagrama E/R

Índice

1. Representación del problema

- Una BBDD representa la información contenida en el mundo real. El diseño de BBDD consiste en extraer todos los datos relevantes de un problema, por ejemplo, qué datos son necesarios para llevar el control veterinario de los animales de un zoológico.
- Para extraer los datos, se debe realizar un análisis en profundidad del problema, y saber, qué datos son esenciales para la BBDD, descartar los que no son de utilidad.
- Una vez extraídos los datos esenciales, comienza el proceso de modelización, esto es construir, mediante herramientas de diseños de BBDD, un esquema que exprese con total exactitud todos los datos que el problema requiere almacenar.

1. Representación del problema

- Típicamente, los informáticos analizan un problema a través de diversas reuniones con los futuros usuarios del sistema. De estas reuniones, se extrae el documento más importante del análisis informático, el documento de Especificación de Requisitos Software, o ERS. A partir de estas ERS, se extrae toda la información necesaria para la modelización de los datos.

1. Representación del problema

2. El modelo de datos.

- La modelización consiste en representar el problema realizando múltiples abstracciones para asimilar toda la información de un problema, y de esta manera generar un mapa donde estén identificados todos los objetos de la BBDD.
- Para modelar un problema de BBDD es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:
 - Con casi toda probabilidad, la persona que realiza la modelización es un **analista informático**, por lo que puede no ser un experto en el dominio del problema que debe resolver, con lo que se ha de contar con la experiencia de un futuro usuario de la BBDD que conozca a fondo todos los pormenores del negocio. Esta persona puede ser que no tenga conocimientos de informática.

2. El Modelo de Datos

- Hay que modelar siguiendo unas directrices o estándares para que el resto de la comunidad informática pueda entender y comprender el modelo realizado.
- La BBDD estará gestionada por un SGBD, con lo que no se tratará igual una implantación de la BBDD en MySQL que en DB2.
- Para satisfacer estas necesidades, se suele recurrir a tres modelados:
 - El modelo conceptual. Fácil de entender para usuarios que no son expertos en informática. Será el modelo Entidad/Relación

2. El Modelo de Datos

- El modelo lógico. Es un modelo más técnico. Suele ser difícil de entender por los usuarios. Nosotros utilizaremos el Modelo Relacional.
- El modelo físico. Es el resultado de aplicar el modelo lógico a un SGBD concreto. Generalmente está expresado en un lenguaje de programación de BBDD tipo SQL.
- La interacción entre estos tres modelos es fundamental para un diseño de calidad:
 - Primero, se negocia con el usuario el modelo conceptual.

2. El Modelo de Datos

- Segundo, se pasa del modelo conceptual al modelo lógico, realizando las transformaciones necesarias para adaptar el lenguaje del usuario al del gestor de base de datos.
- Tercero, se transforma el modelo lógico en físico, obteniendo de esta forma la base de datos final.

2. El Modelo de Datos

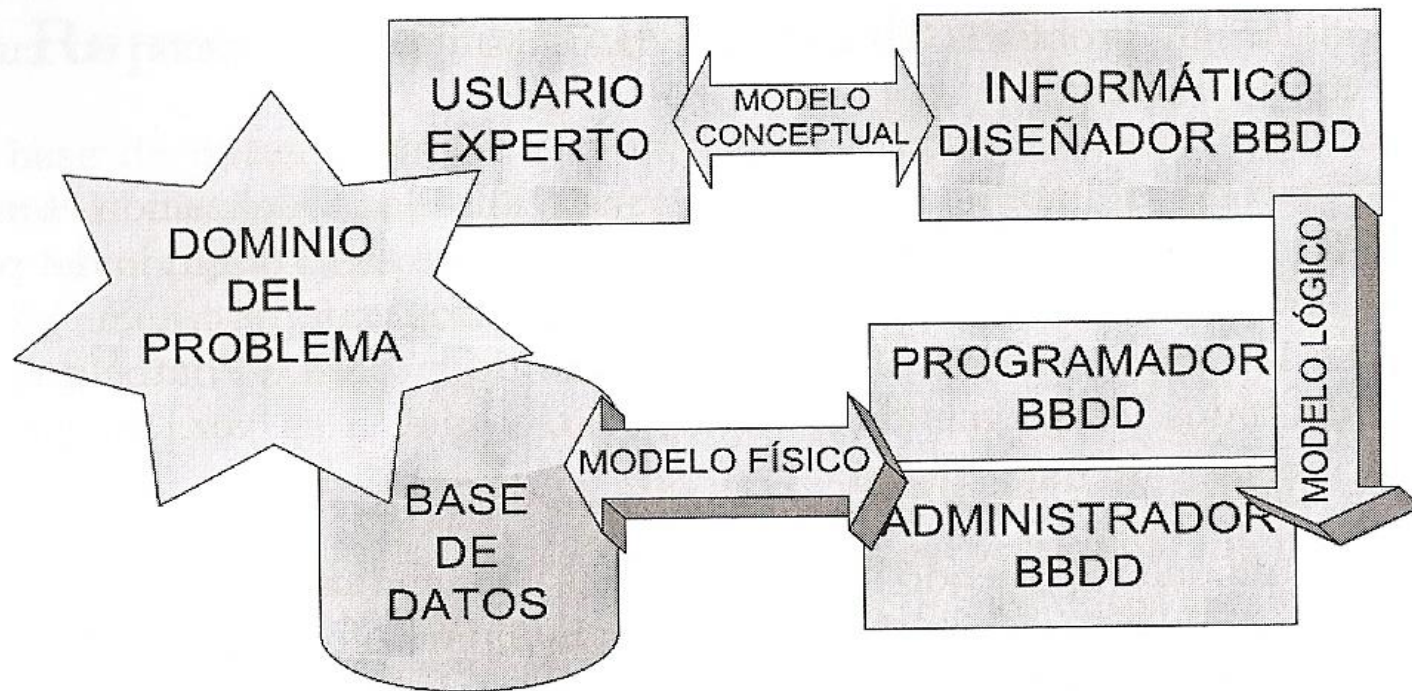


Figura 2.1: Interacción entre modelos

2. El Modelo de Datos

3. Diagrama E/R

1. Entidad.
2. Ocurrencia de una Entidad
3. Relación.
4. Participación.
5. Cardinalidad.
6. Cardinalidad de relaciones no binarias.
7. Cardinalidad de las relaciones reflexivas.
8. Atributos y Dominios.
9. Tipos de Atributos
10. Entidades débiles

- Para representar el modelo conceptual se usará el modelo E/R. Consiste en plasmar el resultado del análisis del problema mediante diagramas de entidad – relación.
- Estos diagramas fueron propuestos por Peter P. Chen en los años 70. La notación es muy sencilla, con lo que nos permite representar el mundo real de forma que el usuario pueda comprobar que el modelo propuesto se ajusta perfectamente a la resolución del problema.
- Vamos a ver algunas definiciones necesarias para comprender el modelo Entidad – Relación.

3. Diagramas E/R

- Se define **Entidad**, como cualquier cosa, persona, concepto abstracto o suceso sobre el que se recoge información. Se representa mediante rectángulos y su nombre aparece en el interior (generalmente en singular). Dicho nombre suele ser un sustantivo. **Por ejemplo:** coche, casa, empleado, cliente, etc.

CLIENTE

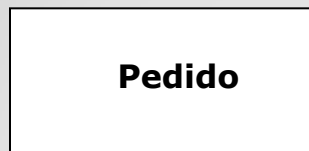
EMPLEADO

3.1. Entidad

- Hay dos tipos de entidades:
 - Fuertes: son aquellas cuya existencia no depende de ninguna otra.
 - Débiles: son aquellas cuya existencia depende de otra entidad. Se representan con doble cuadrado.

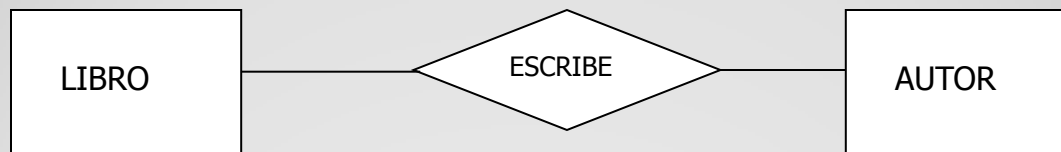
3.1. Entidad

- Un ejemplo típico es la existencia de dos entidades para la representación de un pedido.
 - Por un lado, la entidad pedido representa información genérica sobre el pedido como la fecha del pedido, fecha de envío, el estado, etc.
 - Por otro lado, la entidad "Detalle del Pedido" recopila las líneas de información específica sobre los artículos y unidades pedidas. En este caso "Detalle del Pedido" es una entidad débil, puesto que la eliminación del pedido implica la eliminación de la filas de detalle asociadas al pedido.



3.1. Entidad

- Una relación o interrelación, es una correspondencia o asociación entre dos o más entidades.
- Cada relación tiene un nombre que describe su función. Se representa con un rombo etiquetado con el nombre de la interrelación, unido mediante arcos a las entidades que asocia. Este nombre suele ser un verbo.



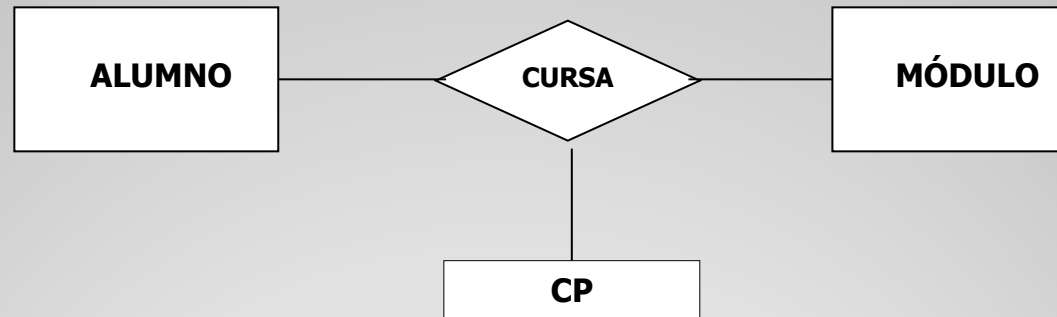
3.3. Relación

- Las relaciones están clasificadas según su grado. El grado es el número de entidades que participan en la relación. Atendiendo a esta clasificación, existen los siguientes tipos de relaciones:
 - **Relaciones binarias:** (grado 2), son aquellas que se dan entre dos entidades



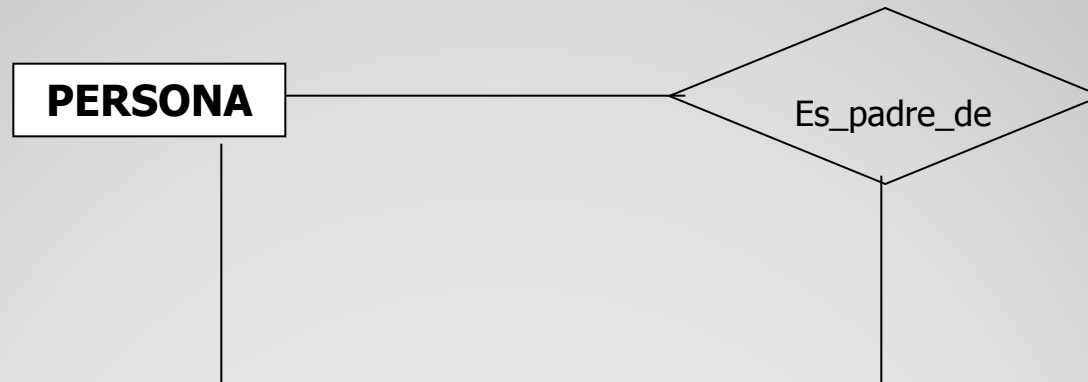
3.3. Relación

- **Relaciones ternarias:** (grado 3), son aquellas que se dan entre tres entidades



3.3. Relación

- **Relaciones unarias o reflexivas:** (grado 1), son aquellas donde la misma entidad participa más de una vez en la relación con distintos papeles. Una persona es padre de ninguna, una o varias personas. Y una persona tiene por padre a una y sólo una persona. Se representa:



3.3. Relación

- **Relaciones n-arias:** ($\text{grado} > 3$), son aquellas donde participan más de 3 entidades. Aparecen en muy raras ocasiones, puesto que generalmente se pueden descomponer en varias de grado 2 o de grado 3.

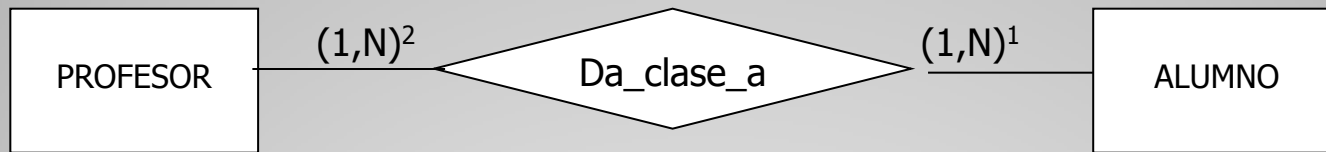
3.3. Relación

- Consiste en indicar cual es la participación de una entidad en la relación. Para ello, se define el número mínimo y máximo de ocurrencias en una entidad que le pueden corresponder a una ocurrencia de la otra entidad. Las posibles participaciones son:

Participación	Significado
(0,1)	Mínimo cero, máximo uno
(1,1)	Mínimo uno, máximo uno
(0,n)	Mínimo cero, máximo n (Muchos)
(1,n)	Mínimo uno, máximo n (Muchos)

3.4. Participación

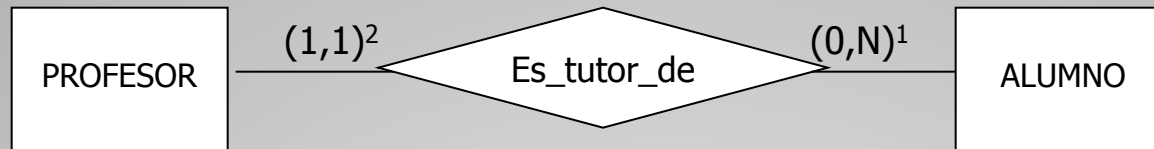
- La notación que se utiliza para expresar las participaciones en el diagrama E/R es poner al lado de la entidad correspondiente, la pareja de números máximo y mínimo de participación. Por ejemplo:



- En este ejemplo se muestran las entidades Profesor, Alumno.
 - ¹: un profesor da clase como mínimo a un alumno y como máximo a varios (N), (1,N)
 - ²: a un alumno le da clase como mínimo un profesor y como máximo varios profesores (1,N)

3.4. Participación

- Puede haber ocurrencias mínimas a cero como en el siguiente ejemplo:



- ¹ : un profesor puede no ser tutor de ningún alumno (0) y como máximo de varios alumnos (N) (0,N).
- ²: un alumno siempre tendrá un tutor (1) , y sólo 1 (máximo 1) (1,1)

3.4. Participación

- **Ejercicio 1:** en un supermercado hay productos organizados en categorías (frutas, ultramarinos, carnes, pescados, etc). Cada producto pertenece a una única categoría, y puede haber categorías que todavía no tengan ningún producto asignado, sin embargo, no puede haber productos sin categoría. Calcula las participaciones de cada entidad en la relación *Producto Pertenece a Categoría*

3.4. Participación

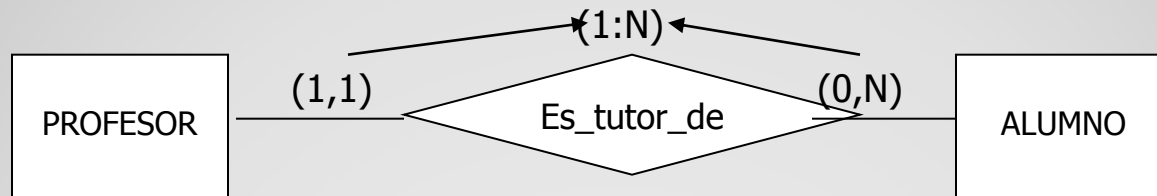
- **Ejercicio 2:** las páginas web contienen controles de muchos tipos (campos de texto, listas desplegables, etc.). Si se quiere almacenar en una base de datos, cada página web, qué tipos de controles tiene, ¿qué participaciones habría que asignar?. Justifica tu respuesta respondiendo a preguntas del tipo ¿un control, (por ejemplo, un cuadro de texto), en cuántas páginas puede estar como máximo y mínimo?

3.4. Participación

- **Ejercicio 3:** los clientes pueden realizar pedidos a través de sus representantes de ventas. Indica las entidades que hay, relaciones y sus respectivas participaciones.

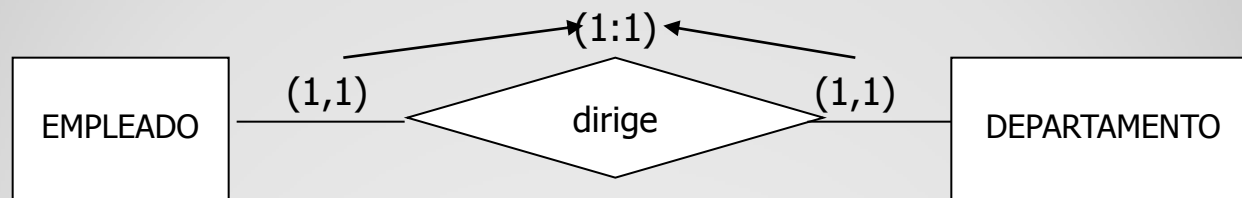
3.4. Participación

- La cardinalidad de una relación se calcula a través de las participaciones de sus ocurrencias en ella. Se toman el número máximo de participaciones de cada una de las entidades en la relación. Por ejemplo, la relación es_tutor_de tendría una cardinalidad 1:N, puesto que por el lado del profesor, el máximo de (1,1) es 1, y por el lado del alumno, el máximo de (0,N) es N.



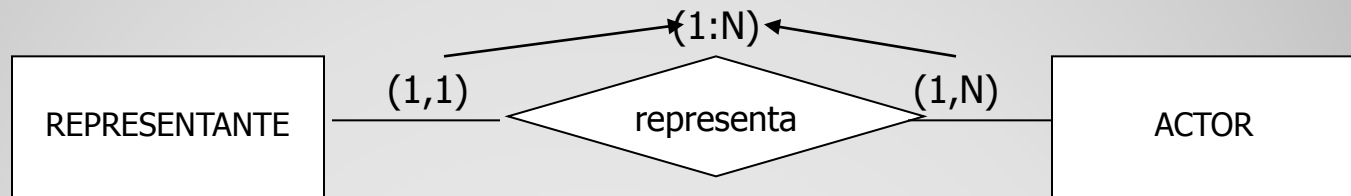
3.5. Cardinalidad

- De esta manera, tenemos las siguientes cardinalidades:
 - **Cardinalidad 1:1** esta cardinalidad especifica que una entidad A puede estar vinculada mediante una relación a una y sólo una ocurrencia de otra entidad B. A su vez una ocurrencia de la entidad B sólo puede estar vinculada a una ocurrencia de la entidad A. **Por ejemplo:** un empleado sólo puede ser jefe de un departamento, y un departamento sólo puede tener un jefe



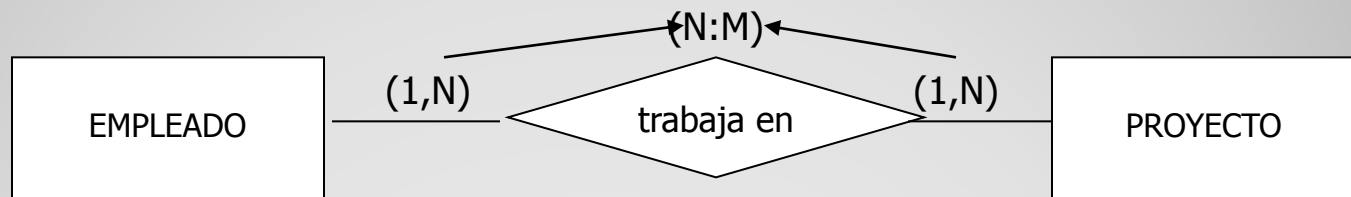
3.5. Cardinalidad

- **Cardinalidad 1:N** esta cardinalidad especifica que una entidad A puede estar vinculada mediante una relación a varias ocurrencias de otra entidad B. Sin embargo, una de las ocurrencias de la entidad B sólo puede estar vinculada a una ocurrencia de la entidad A. **Por ejemplo:** un representante gestiona las carreras de varios actores y un actor solo puede tener un representante.



3.5. Cardinalidad

- **Cardinalidad N:M** esta cardinalidad especifica que una entidad A puede estar vinculada mediante una relación a varias ocurrencias de otra entidad B, y a su vez, una ocurrencia de la entidad B puede estar vinculada a varias ocurrencias de la entidad A. **Por ejemplo:** un empleado puede trabajar para varios proyectos, y en un mismo proyecto pueden trabajar varios empleados.

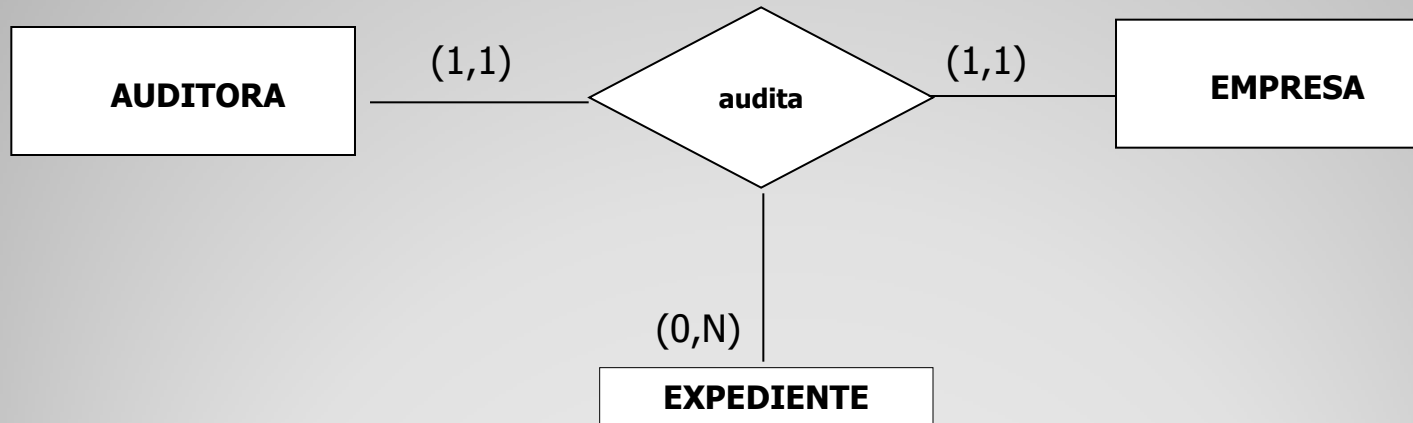


3.5. Cardinalidad

- Para calcular la cardinalidad de una relación ternaria se tomará una de las tres entidades y se combinan las otras dos. Posteriormente se hará lo mismo con las otras dos entidades. Finalmente, tomando los máximos de las particiones se generan las cardinalidades.

3.6. Cardinalidad de Relaciones no Binarias

**Cardinalidad Máxima =
 $\max(1,1):\max(1,1):\max(0,N) = 1,1,N$**

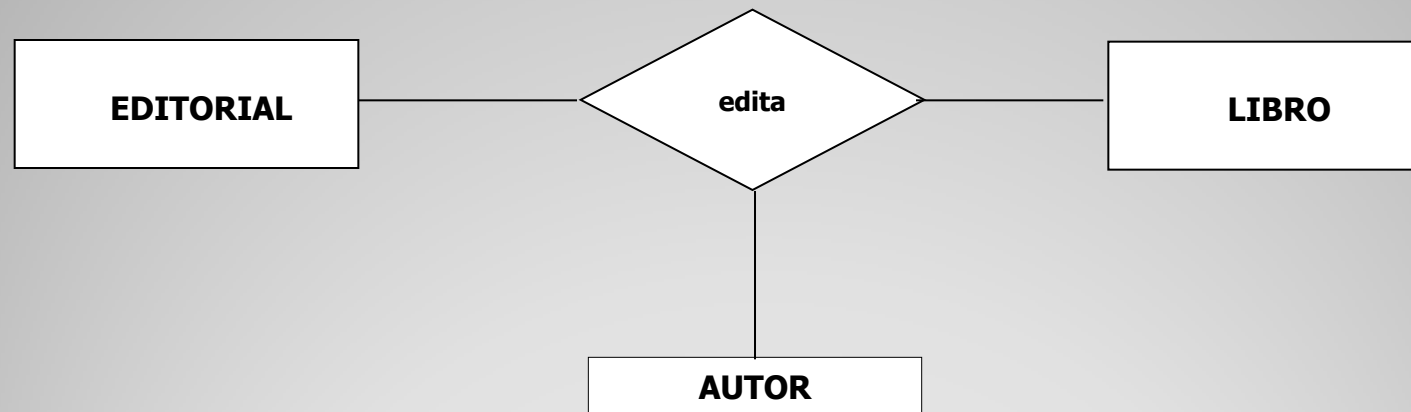


3.6. Cardinalidad de Relaciones no Binarias

- En el ejemplo anterior, se distinguen tres participaciones, la que se produce entre empresa y auditora-expediente, la que se distingue entre auditora y empresa-expediente, y por último la de expediente con auditora-empresa:
 - Dada una empresa y un expediente. Puede ser de un mínimo de 1 y un máximo de 1 auditora (1,1).
 - Dada una auditora y un expediente, tienen que ser de mínimo una empresa y máximo una empresa (1,1).
 - Dada una auditora y una empresa, pueden tener 0 o N expedientes (0,N).

3.6. Cardinalidad de Relaciones no Binarias

- **Ejercicio 4:** calcula la cardinalidad de la siguiente relación ternaria:



3.6. Cardinalidad de Relaciones no Binarias

- **Ejercicio 5:** calcula la cardinalidad de las siguientes relaciones binarias:
 - *Hombre está casado con Mujer, en una sociedad monogámica.*
 - *Hombre está casado con Mujer, en una sociedad machista poligámica.*
 - *Hombre está casado con Mujer, en una sociedad poligámica liberal.*
 - *Pescador pesca Pez.*
 - *Arquitecto diseña Casa.*
 - *Piezas forman Producto*
 - *Turista viaja Hotel.*
 - *Jugador juega en Equipos.*
 - *Poíltico gobierna en País.*

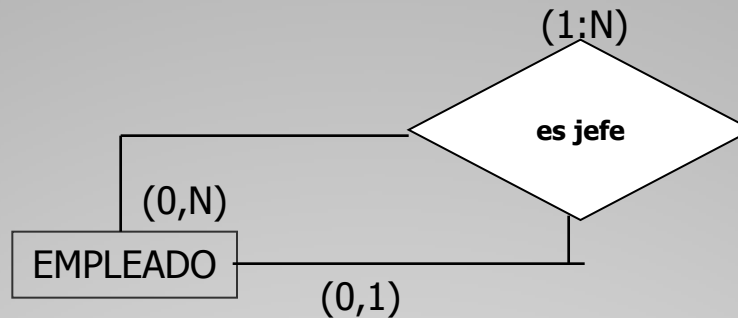
3.6. Cardinalidad de Relaciones no Binarias

- **Ejercicio 6:** calcula la cardinalidad de las siguientes relación no binarias:
 - *Mecánico arregla Vehículo en Taller.*
 - *Alumno cursa Ciclo en Instituto.*
 - *Veterinario administra Medicación al Animal.*

3.6. Cardinalidad de Relaciones no Binarias

- En las relaciones reflexivas, la misma entidad juega dos papeles distintos en la relación. Para calcular su cardinalidad hay que extraer las participaciones según los dos roles existentes. **Por ejemplo:** en la relación reflexiva es jefe, la entidad empleado aparece con dos roles. El primero rol es el empleado como jefe y el segundo rol el empleado como subordinado. Se puede calcular las participaciones preguntando:

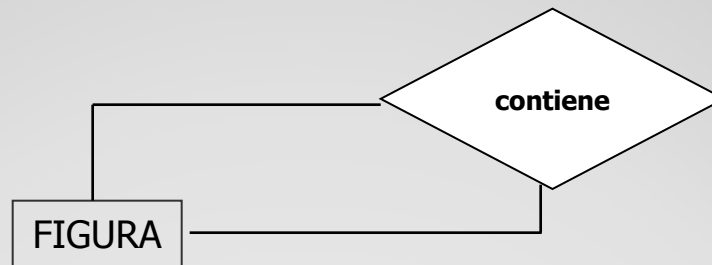
3.7. Cardinalidad de las Relaciones Reflexivas



- *¿Cuántos subordinados puede tener un empleado? Un empleado puede tener un mínimo de cero y un máximo de N $(0,n)$.*
- *¿Cuántos jefes puede tener un empleado?. Un mínimo de 0 (un empleado sin jefes sería el responsable de la empresa) y un máximo de 1 (suponiendo una estructura, típicamente piramidal) $(0,1)$*

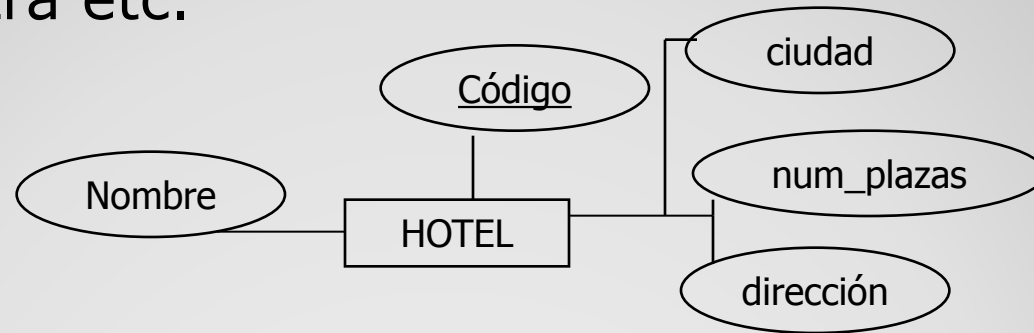
3.7. Cardinalidad de las Relaciones Reflexivas

- **Ejercicio 7:** justifica cuales serían las participaciones y la cardinalidad de la siguiente relación, teniendo en cuenta que:
 - Una figura puede contenerse a sí misma (como en el caso de los fractales).
 - Una figura puede estar formada por múltiples tipos distintos de figura



3.7. Cardinalidad de las Relaciones Reflexivas

- Los **atributos** de una entidad son las características o propiedades que la definen como entidad. Se representa mediante elipses conectadas directamente a la entidad.
- **Por ejemplo**, para representar la entidad HOTEL, son necesarias sus características, esto es, el número de plazas disponibles, su dirección, la ciudad donde se encuentra etc.

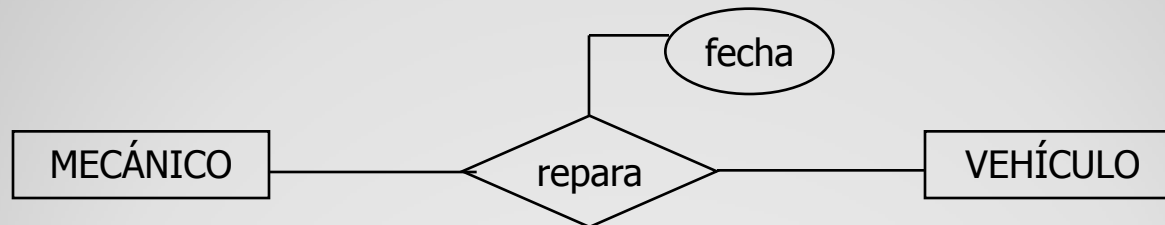


3.8. Atributos y Dominios

- **Atributo Clave:** en la figura anterior, aparece el atributo *código*, subrayado. Este atributo se denomina clave, y designa un campo que no puede repetir ninguna ocurrencia de entidad. Se dice, que este campo identifica unívocamente a una entidad, es decir, que no se producen duplicaciones. **Por ejemplo:** el DNI es el campo clave de una persona, pues ninguna persona tiene el mismo DNI. Una entidad puede formar la clave mediante varios atributos, en este caso, se dice que la clave es una clave compuesta.

3.8. Atributos y Dominios

- Si está formada por un único atributo se dice que es atómica.
- **Atributo de Relación:** es aquel que es propio de una relación y que no puede ser cedido a las entidades que interviene en la relación. **Por ejemplo**, un mecánico repara un vehículo, la reparación se realiza en una determinada fecha.



3.8. Atributos y Dominios

- **Dominios:** cada una de las características que tiene una entidad pertenece a un dominio. El dominio representa la naturaleza del dato, es decir, si es número entero, una cadena de caracteres o un número real. **Por ejemplo:**

Atributo	Dominio
DNI	Cadena de caracteres de longitud 10
Nombre	Cadena de caracteres de longitud 40
Fecha_nacim.	Fecha
Dirección	Cadena de caracteres de longitud 100
Sueldo	Números reales
Número de hijos	Números enteros

3.8. Atributos y Dominios

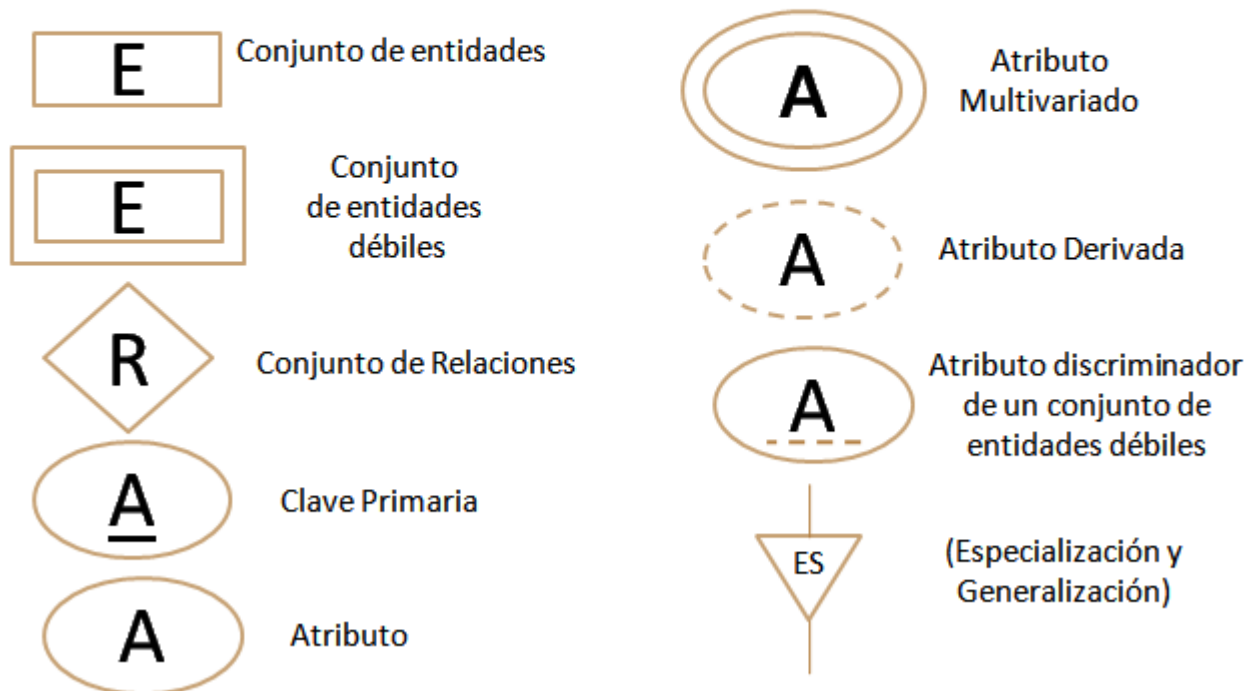
- Se puede clasificar los atributos según las siguientes restricciones:
 - **Atributos obligatorios:** un atributo debe tomar un valor obligatoriamente.
 - **Atributos opcionales:** un atributo puede no tomar un valor porque sea desconocido en un momento determinado. El atributo puede tener un valor nulo.
 - **Atributos compuestos:** un atributo compuesto es aquel que se puede descomponer en atributos más sencillos, por **ejemplo** el atributo hora, se puede descomponer en dos (hora y minutos)

3.9. Tipos de atributos

- **Atributos univaluados:** toma un valor único.
- **Atributos multivaluados:** pueden tomar varios valores, por **ejemplo** el atributo teléfono puede tomar los valores de un teléfono móvil y uno fijo.
- **Atributo derivado:** cuyo valor se puede calcular a través de otros atributos. Por ejemplo el atributo Edad, se puede calcular a partir de la fecha de nacimiento de una persona.

3.9. Tipos de atributos

5. Simbología del modelo Entidad - Relación



3.9. Tipos de atributos

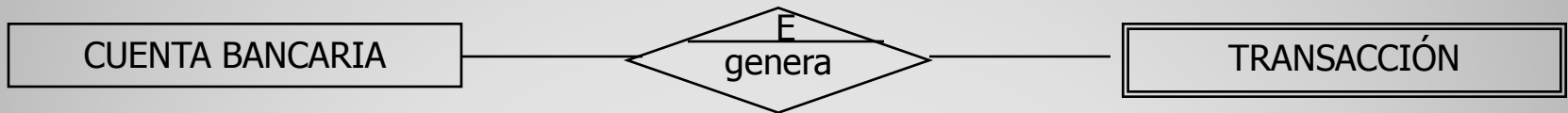
- **Ejercicio 8:** justifica qué tipo de atributos son los siguientes atributos de la entidad Persona:
 - Fecha de nacimiento (p.ej. 24/11/1976).
 - Lugar de nacimiento (p.ej. Madrid).
 - Edad (p.ej. 36 años)
 - esMayorDeEdad (p.ej. Sí).
 - DNI (p.ej. 55582739A).
 - Teléfonos (p.ej. 91876543, 654372819)
 - Apellidos

3.9. Tipos de atributos

- Como se ha dicho anteriormente, las entidades débiles dependen de una entidad fuerte mediante una relación. La relación que une ambas entidades también es débil, puesto que también desaparece si desaparece la entidad fuerte. En estos casos la relación tiene una dependencia que puede ser de dos tipos:
 - **Dependencia de existencia:** las ocurrencias de una entidad débil, no tienen ningún sentido en la BBDD sin la presencia de las ocurrencias de la entidad fuerte con la que está relacionadas. Si desaparece la ocurrencia de la entidad fuerte, la de la débil carece de sentido

3.10. Entidades Débiles

- **Por ejemplo**, las transacciones que se dan en una cuenta bancaria, no tiene sentido si no existe la cuenta bancaria a la que está asociadas. La relación de dependencia en existencia se representa con una barra atravesando el rombo y la letra E en su interior

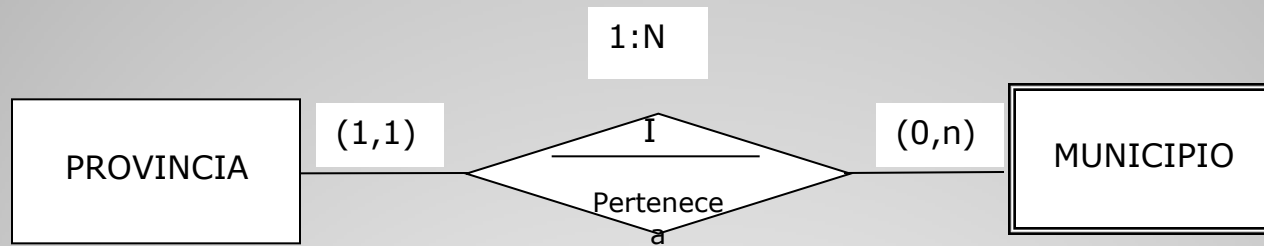


Ejemplo de entidad débil con dependencia de existencia

3.10. Entidades Débiles

- **Dependencia de identificación:** se produce cuando la entidad débil necesita de la fuerte para identificarse. Por sí sola, la débil no es capaz de identificar de manera unívoca sus ocurrencias. La clave de la entidad débil se forma al unir la clave de la entidad fuerte con el discriminador (atributos identificadores) de la entidad débil. La relación de dependencia en identificación se representa con una barra atravesando el rombo y la letra I en su interior. **Por ejemplo**, se quiere representar las provincias y los municipios de España

3.10. Entidades Débiles



Ejemplo de entidad débil con dependencia de identificación

3.10. Entidades Débiles

- **Ejercicio 9:** ¿Qué tipo de relación de dependencia tienen las siguientes entidades?
 - Un toro pertenece a una ganadería. Al toro se le identifica por el número de toro, y el nombre de su ganadería, puesto que puede haber varios toros con el mismo número, pero pertenecientes a distintas ganaderías.
 - En el acceso al parking de una empresa un empleado (entidad fuerte) tiene un vehículo (entidad débil).

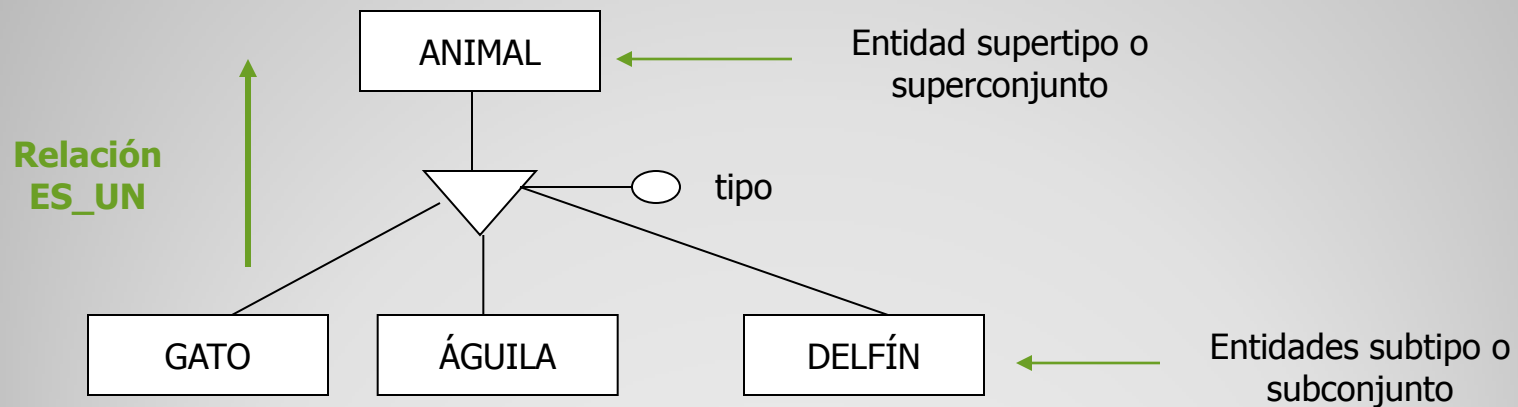
3.10. Entidades Débiles

4. El Modelo E/R ampliado

- La primera concepción del modelo E/R tuvo, por las limitaciones tecnológicas de la época, un alcance bastante limitado que, con los años, se ha ido desarrollando hasta alcanzar un nivel satisfactorio para los diseñadores de BBDD, naciendo el **modelo E/R extendido o ampliado**, que contiene todo lo visto en el Modelo E/R, pero además incluye las relaciones jerárquicas.
- Una relación jerárquica se produce cuando una entidad se puede subdividir en otras, las cuales mantienen una relación ES_UN con la anterior.

4. El Modelo E/R ampliado

- Una entidad es_un subconjunto de otra cuando toda ocurrencia de la primera es una ocurrencia de la segunda y al revés no se cumple.
- **Por ejemplo:**



4. El Modelo E/R ampliado

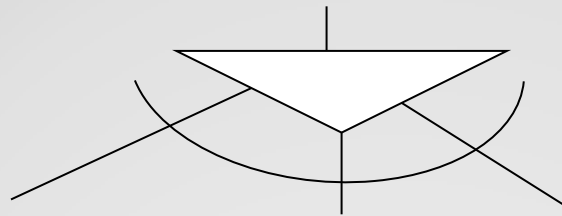
- En este ejemplo un gato es_un animal, pero no todo animal es un gato. La relación es_un se lee de abajo hacia arriba.
- Las relaciones jerárquicas siempre se hacen en función de un atributo que se coloca al lado de la relación es_un. En este ejemplo, el atributo sería tipo
- A las relaciones jerárquicas también se les llama relaciones ES_UN.

4. El Modelo E/R ampliado

- Algunas propiedades de las relaciones jerárquicas:
 - La relación jerárquica puede ser n-aria.
 - Las entidades subconjunto heredan las propiedades y el comportamiento de la entidad superconjunto.
- Una relación jerárquica puede ser:
 - **Exclusiva total**
 - **Exclusiva parcial**
 - **Inclusiva total**
 - **Inclusiva parcial**

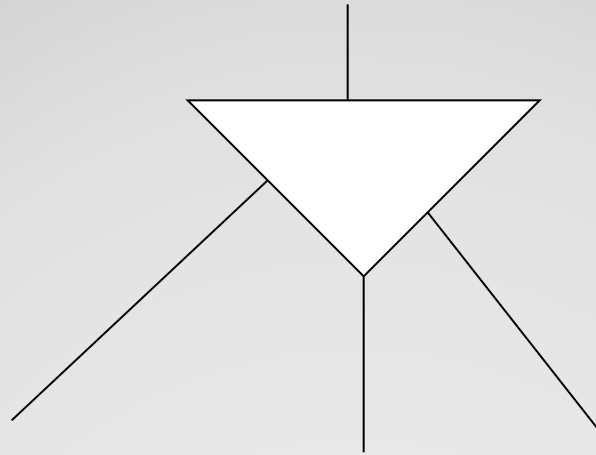
4. El Modelo E/R ampliado

- **Exclusiva:** una ocurrencia de la entidad superconjunto es una ocurrencia de una y sólo una entidad subconjunto (jerarquía generalización). Se representa gráficamente con un arco que une todas las líneas que salen de la relación es_un. Las cardinalidades son siempre (1,1) en el supertipo y (0,1) o (1,1) en los subtipos.



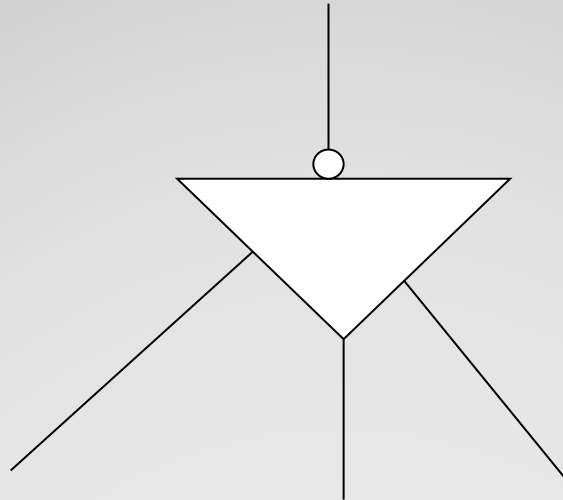
4. El Modelo E/R ampliado

- **Inclusiva:** una ocurrencia de la entidad superconjunto puede ser una ocurrencia de varias entidades subconjunto a la vez (jerarquía subconjunto). Se representa gráficamente sin poner un arco.



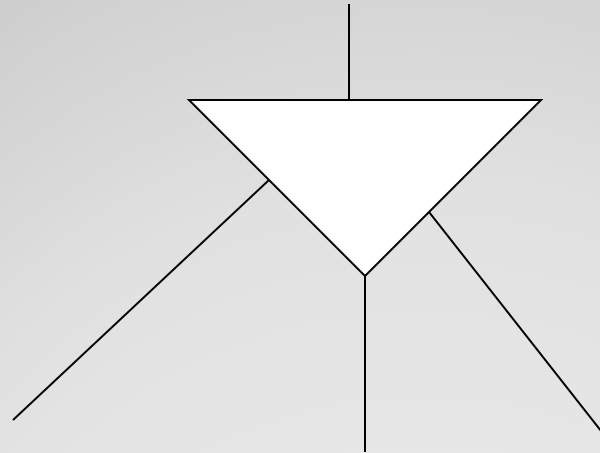
4. El Modelo E/R ampliado

- **Total:** una ocurrencia de la entidad superconjunto obligatoriamente debe ser una ocurrencia de alguna entidad subconjunto. Se representa gráficamente con un círculo que se coloca sobre la relación es_un.



4. El Modelo E/R ampliado

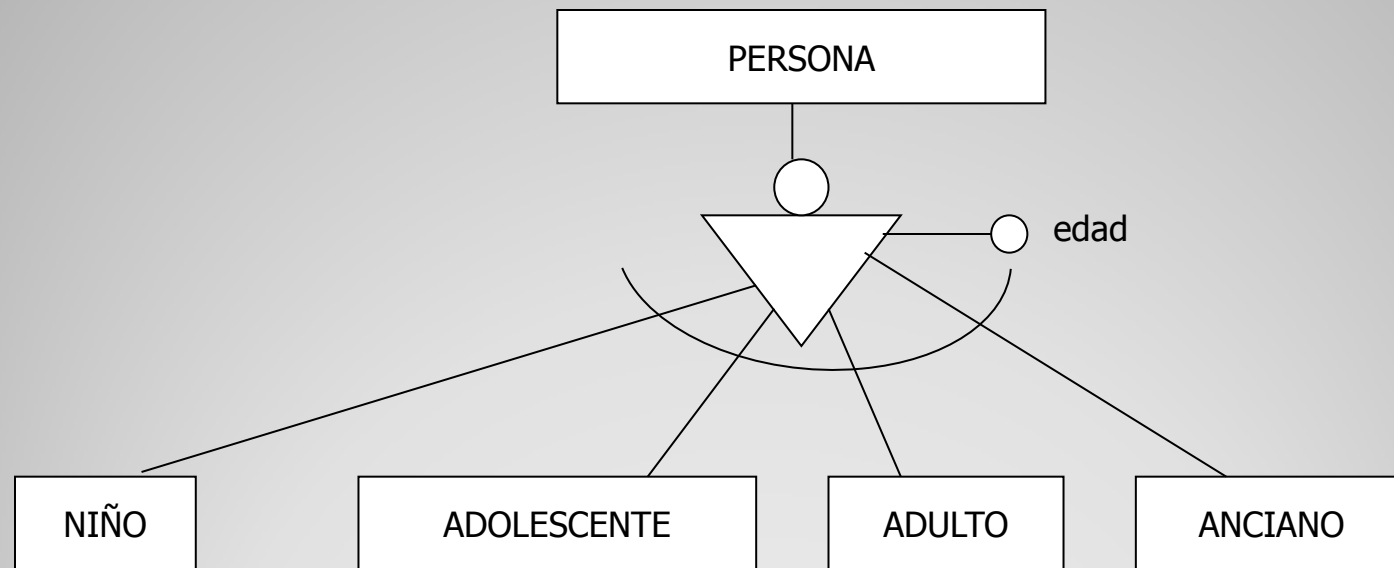
- **Parcial:** una ocurrencia de la entidad superconjunto puede no ser una ocurrencia de ninguna entidad subconjunto. Se representa gráficamente sin el círculo.



4. El Modelo E/R ampliado

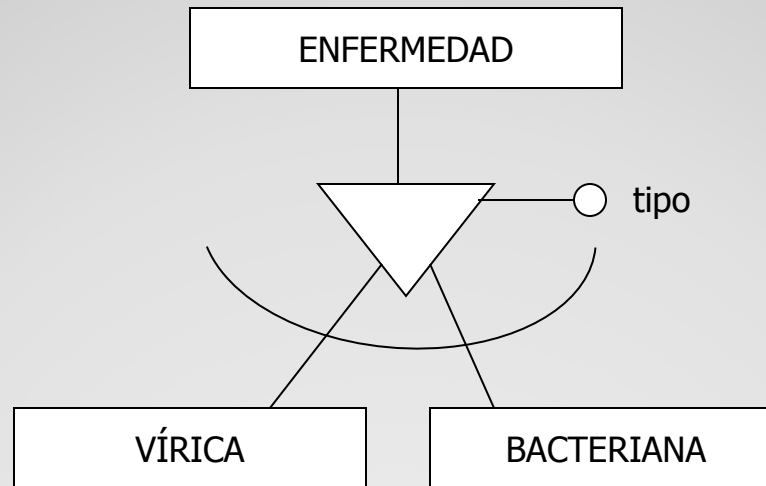
- **Ejemplo de una relación exclusiva total:**
 - En función de la edad, se subdivide la entidad persona en un niño, adolescente, adulto y anciano. Es exclusiva porque un niño no es a la vez un adulto, ni un adolescente, luego una ocurrencia de Persona sólo pertenece a una entidad subtipo. Y es total, porque una persona seguro que es un niño o un adolescente o un adulto o un anciano

4. El Modelo E/R ampliado



4. El Modelo E/R ampliado

- **Ejemplo de una relación exclusiva parcial:**
 - Una enfermedad se cataloga como vírica o bacteriana. Es exclusiva porque una enfermedad que es vírica no es bacteriana. Y es parcial porque existen enfermedades que no son ni víricas ni bacterianas

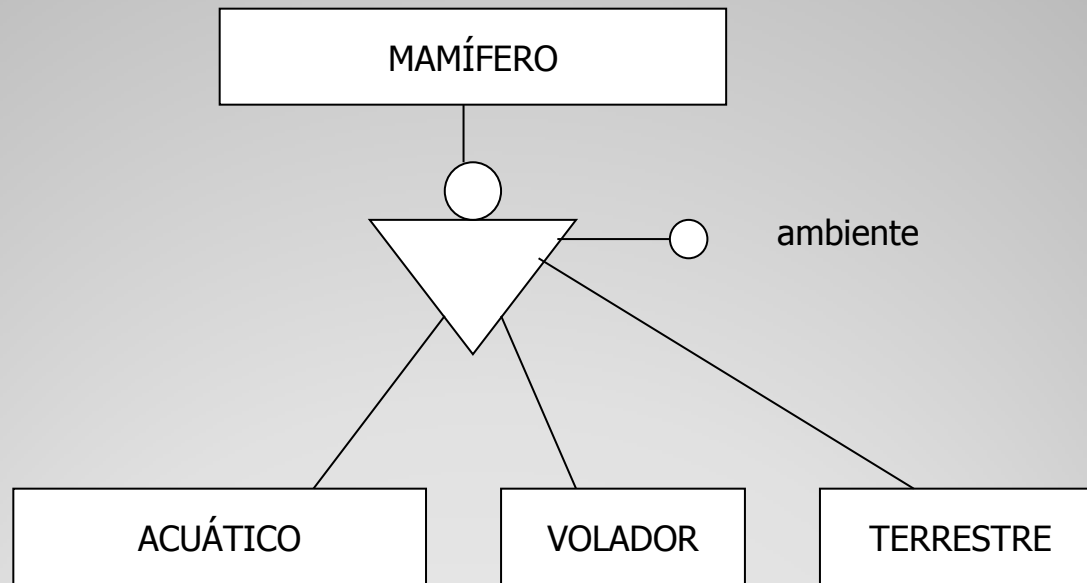


4. El Modelo E/R ampliado

- **Ejemplo de una relación inclusiva total:**

- Un mamífero, en función de cómo vive, se puede catalogar como acuático, volador o terrestre. Es inclusiva porque hay mamíferos que se ubican en varias de las entidades subtipo a la vez. Por ejemplo, los castores pasan su vida en tierra y en el agua, luego se ubicarían como mamíferos terrestres y acuáticos. Y es total porque no existe ningún mamífero que no sea terrestre, acuático o volador

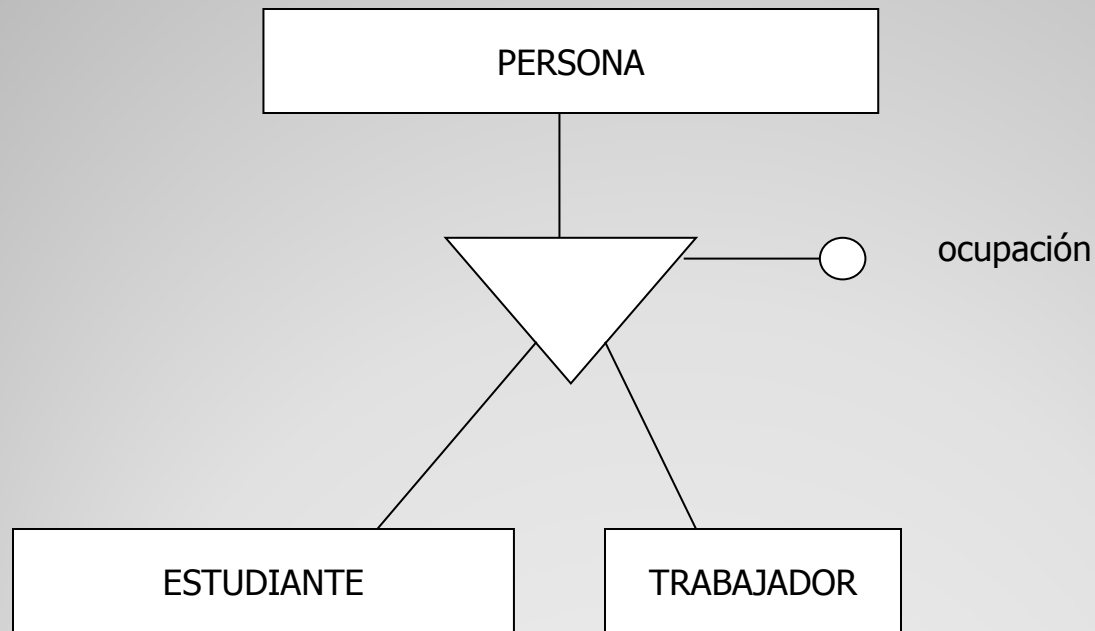
4. El Modelo E/R ampliado



4. El Modelo E/R ampliado

- **Ejemplo de una relación inclusiva parcial:**
 - En función de la ocupación que tenga una persona, se la puede catalogar como estudiante o trabajador. Es inclusiva porque una persona puede ser estudiante y trabajador a la vez. Y es parcial, porque existen personas que no son ni estudiantes ni trabajadores (jubilados, parados, etc)

4. El Modelo E/R ampliado



4. El Modelo E/R ampliado

- **Ejercicio 10:** Se quiere construir el Modelo E/R que representa la formulación química inorgánica. Para ello es necesario conocer información de los elementos (H, O, Fe, ..) y de los compuestos (H₂O, CO₂, etc). La información básica será la misma para todos los compuestos, pero dispondrán de información específica en función de que su estado sea sólido, líquido o gaseoso.
 - De los elementos se guardará la información del nombre, símbolo, peso atómico, número atómico.

4. El Modelo E/R ampliado

- Entre los datos de la información básica de los compuestos se encuentra el nombre. Si son gases, interesa apuntar el coeficiente de expansión y la temperatura de licuación. Si son líquidos, la densidad y la temperatura de evaporación y si son sólidos el color, olor y dureza.
- También interesa almacenar en qué proporción participa cada elemento en un compuesto

4. El Modelo E/R ampliado