

**Temas Generales para la preparación de la Oposición al
Cuerpo Superior de Estadísticos del Estado
Especialidad de Estadística-Ciencia de Datos**

Almacenamiento y modelos de datos

Tema 6. El modelo entidad-relación

Tipos de entidad. Tipos de relación. Atributos. Tipos de entidad fuerte y débil. Atributos sobre relaciones. Restricciones estructurales. Problemas con los modelos E/R.

AUTOR: José Antonio Eusamio Mazagatos

**Asociación Profesional de Cuerpos Superiores de Sistemas y
Tecnologías de la Información de las Administraciones Públicas**

Creación: Junio 2021

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1.	BASE DE DATOS Y SISTEMA DE GESTIÓN DE BASES DE DATOS. ..	3
1.2.	ARQUITECTURA A.N.S.I. A TRES NIVELES.....	3
1.3.	CONCEPTO DE MODELO DE DATOS. ESQUEMAS.	5
1.4.	CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE DATOS.	6
2	EL MODELO ENTIDAD / ASOCIACIÓN.....	8
2.1.	ELEMENTOS DEL MODELO ENTIDAD / ASOCIACIÓN.	8
2.1.1.	ENTIDAD.....	8
2.1.2.	ASOCIACIÓN, RELACIÓN O INTERRELACIÓN.....	10
2.1.3.	ATRIBUTOS.....	15
2.1.4.	RESTRICCIONES O LIMITACIONES DE INTEGRIDAD.....	17
2.2.	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MODELO ENTIDAD / ASOCIACIÓN. UN EJEMPLO.....	18
3	EL MODELO ENTIDAD / ASOCIACIÓN EXTENDIDO.	20
3.1.	CARDINALIDAD MÍNIMA DE LA ASOCIACIÓN	20
3.2.	DEBILIDAD EN EXISTENCIA Y EN IDENTIFICACIÓN	21
3.3.	DESCOMPOSICIÓN DE ASOCIACIONES.....	21
3.4.	RELACIONES EN EL MODELO ER-EXTENDIDO	22
3.4.1.	ESPECIALIZACIÓN - GENERALIZACIÓN.....	23
3.4.2.	AGREGACIÓN.....	25
3.4.3.	TRADUCCIÓN DEL MODELO E/R AL MODELO RELACIONAL.....	26
3.4.4.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MODELO ENTIDAD-RELACIÓN	27
	GLOSARIO.....	28

1 Introducción

Para comprender todo lo que conlleva la modelización de datos, punto culminante del análisis de los mismos, y previamente a la exposición de las técnicas formales que van a permitir la representación del modelo de datos, es necesario hacer referencia a una serie de conceptos fundamentales relacionados con aquélla.

Partiendo de la premisa de que prácticamente la totalidad de las aplicaciones y sistemas de información se basan en la utilización de bases de datos para almacenar su información, suposición que mantendremos de ahora en adelante, el modelo de datos permite representar los requerimientos de la base de datos. Los conceptos más relevantes en relación con la modelización de datos son los que se exponen a continuación.

Un modelo de datos es una técnica que facilita la interpretación de un Universo de Discurso. Puede entenderse como un conjunto de conceptos, reglas y convenciones que permiten describir los datos de una parcela del mundo real. Al resultado de aplicar dicho “instrumento” sobre el mundo real se le denomina esquema o estructura de datos.

1.1. BASE DE DATOS Y SISTEMA DE GESTIÓN DE BASES DE DATOS.

Se puede definir **Base de Datos** como un *conjunto, colección o depósito de datos interrelacionados y estructurados de acuerdo con un modelo capaz de recoger el máximo contenido semántico, y almacenados en un soporte informático de acceso directo.*

Un **Sistema de Gestión de Bases de datos (SGBD)** es un *conjunto coordinado de programas, procedimientos y lenguajes, que suministra, tanto a usuarios informáticos como no informáticos, los medios necesarios para describir, manipular y utilizar los datos almacenados en la base de datos, manteniendo su integridad, confidencialidad y seguridad.*

El SGBD proporciona interfaces de comunicación entre los usuarios y la base de datos, así como procedimientos para que el administrador de la base realice sus tareas, e incluye:

- Un lenguaje de descripción de datos (LDD), para definir las entidades, su identificación, atributos, interrelaciones, autorizaciones de acceso y restricciones de integridad, así como el espacio físico reservado para la base de datos, la longitud de los campos o elementos de datos, su modo de representación, los caminos de acceso y la correspondencia entre los aspectos lógico y físico.
- Un lenguaje de manipulación de datos (LMD), para llevar a cabo la recuperación y actualización de los datos.

1.2. ARQUITECTURA A.N.S.I. A TRES NIVELES.

Las bases de datos son una parte integrante de los sistemas de información y por tanto, al igual que el sistema en sí, deben tener la capacidad de adaptarse a los cambios que se produzcan en el entorno, ya sean de tipo físico (cambios en el hardware, en el formato de los ficheros, etc.) o de tipo lógico (cambios en los tratamientos, en el lenguaje de programación, etc.). Esto se consigue garantizando la independencia de los datos, es decir, la independencia entre su estructura lógica y la forma en que los datos se guardan físicamente.

Conscientes de esta necesidad, el Organismo de Estandarización de Estados Unidos **A.N.S.I.** (*American National Standards Institute*) propuso en 1.975 una arquitectura de bases de datos orientada a independizar los datos de los tratamientos, estructurada en tres niveles de abstracción en el Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD), que proporciona el máximo grado de independencia física/lógica de los datos a nivel de descripción.

A.N.S.I. define el concepto de **independencia de los datos** como la *“capacidad de un SGBD para permitir que las referencias a los datos almacenados, especialmente en los programas y en sus descripciones de los datos, estén aisladas de los cambios y de los diferentes usos en el entorno de los datos, como pueden ser la forma de almacenar dichos datos, el modo de compartirlos con otros programas y la manera en que se reorganizan para mejorar el rendimiento del sistema de base de datos”*.

Esta independencia entre la parte física y la parte lógica de la base de datos se puede entender compuesta por dos formas de independencia complementarias: la independencia en la descripción y la independencia en los tratamientos.

La **independencia en la descripción** se consigue separando la definición física y la definición lógica de los datos y permitirá que un único diseño lógico de la estructura de los datos se pueda migrar de unos SGBD a otros sin sufrir modificaciones lógicas, es decir, de forma transparente para el usuario final.

La **independencia en los tratamientos** consiste en separar la forma de almacenar los datos, de las operaciones necesarias para acceder a los mismos. Esta independencia permitirá utilizar los mismos métodos para acceder a los datos con independencia de cómo se almacenen éstos (según un modelo jerárquico, según un modelo relacional, etc.).

Para el logro de la independencia de los datos, A.N.S.I. propone que las bases de datos se construyan siguiendo una estructura o arquitectura de tres niveles organizados jerárquicamente.

Los tres niveles que propone la arquitectura A.N.S.I. son:

- 1. Nivel Conceptual.** Este nivel está orientado hacia la visión lógica del conjunto de información que proviene del mundo real. Es decir, en el nivel conceptual se pretende reflejar la estructura y las relaciones existentes entre los datos del mundo real que se van a almacenar en la base de datos (universo del discurso), aislando entre sí el nivel externo (vista del usuario) y el nivel físico (vista de la máquina).
- 2. Nivel Lógico global o Externo.** Puesto que no todos los programas ni los usuarios que acceden a la base de datos necesitan tener una visión total de la información almacenada en la misma, resulta conveniente crear vistas o esquemas específicos según las necesidades de cada uno. Esta es la razón del nivel externo, guardar las distintas vistas parciales de la base de datos que se muestran a los usuarios. Por tanto, se puede decir que el nivel externo está orientado hacia el usuario y comprende las características lógicas de los datos para los programas de aplicación.

La existencia de este nivel aísla a los usuarios no sólo del aspecto físico de la base de datos, sino también de cualquier parte de la misma que no esté relacionada con la tarea que deben desempeñar, aumentando así la protección frente a cambios en otras áreas de la organización y aumentando la seguridad de los datos, ya que al crearse vistas parciales de la base de datos los usuarios sólo tienen acceso a las partes seleccionadas de la misma.

- 3. Nivel Físico o Interno.** En este nivel se especifica qué, cómo y dónde se van a almacenar los datos físicamente. Está orientado hacia la máquina y comprende las características de tipo físico.

Este nivel se ocupa de tratar con el sistema operativo, con el sistema de ficheros, con los dispositivos de entrada/salida y, en general, con todos aquellos aspectos necesarios para almacenar efectivamente la información en el ordenador. Por tanto, el contenido del nivel físico o interno depende totalmente de la combinación hardware/software que se emplee en cada instalación.

1.3. CONCEPTO DE MODELO DE DATOS. ESQUEMAS.

Se entiende por **Modelo de Datos** el *conjunto de conceptos, reglas y convenciones que permiten describir y manipular los datos de la parcela del mundo real que constituye nuestro universo del discurso*. Dicho en otros términos, el modelo de datos es un mecanismo de abstracción para interpretar la realidad, con el objetivo de captar su semántica.

Como ya se ha indicado anteriormente, se llama “**universo del discurso**” a la parte o “visión” del mundo real que es relevante para nuestro sistema de información.

Al aplicar el Modelo de Datos, es decir, este conjunto de conceptos, reglas y convenciones, a un cierto universo del discurso se obtiene una estructura de datos llamada **Esquema**. Existen distintos modelos de datos lógicos y físicos para construir los esquemas correspondientes a cada nivel de abstracción de la arquitectura A.N.S.I.

En relación con los tres niveles de abstracción de la Arquitectura A.N.S.I., se pueden distinguir los siguientes esquemas:

El Esquema Conceptual. Es el que debe captar y almacenar el “universo del discurso” que ha de tratar el sistema de información. Además, el esquema conceptual sirve de punto de control para futuros desarrollos de la base de datos, aísla la representación de la información de los requerimientos de la máquina y de las exigencias de cada usuario en particular, e independiza la definición de la información de los SGBD.

En este esquema, al analista sólo le concierne el aspecto global de la organización, unidad o área funcional que se trata, y en él se definen las entidades de datos y las relaciones entre ellas en un nivel de abstracción próximo al usuario.

- a) El Esquema Lógico o Externo.** Este esquema representa la visión que tienen las aplicaciones informáticas de cada usuario (una aplicación COBOL, PASCAL, C, etc.) de los datos del sistema y, por tanto, es el que permite “ver” a cada tipo de usuario de la base de datos, sólo aquella parte que es de su interés.

Al haber diferentes usuarios con distintas necesidades (aplicaciones informáticas), existirán distintos esquemas lógicos o externos para un mismo esquema conceptual.

- b) El Esquema Físico o Interno.** Es el que especifica cómo son almacenados los datos en memoria.

Este esquema describe la estructura de la base de datos en forma de modelo conceptual de almacenamiento y depende esencialmente de la memoria disponible y de los dispositivos de almacenamiento de acceso directo que se vayan a utilizar. En una palabra, del entorno físico donde se vaya a implantar el sistema.

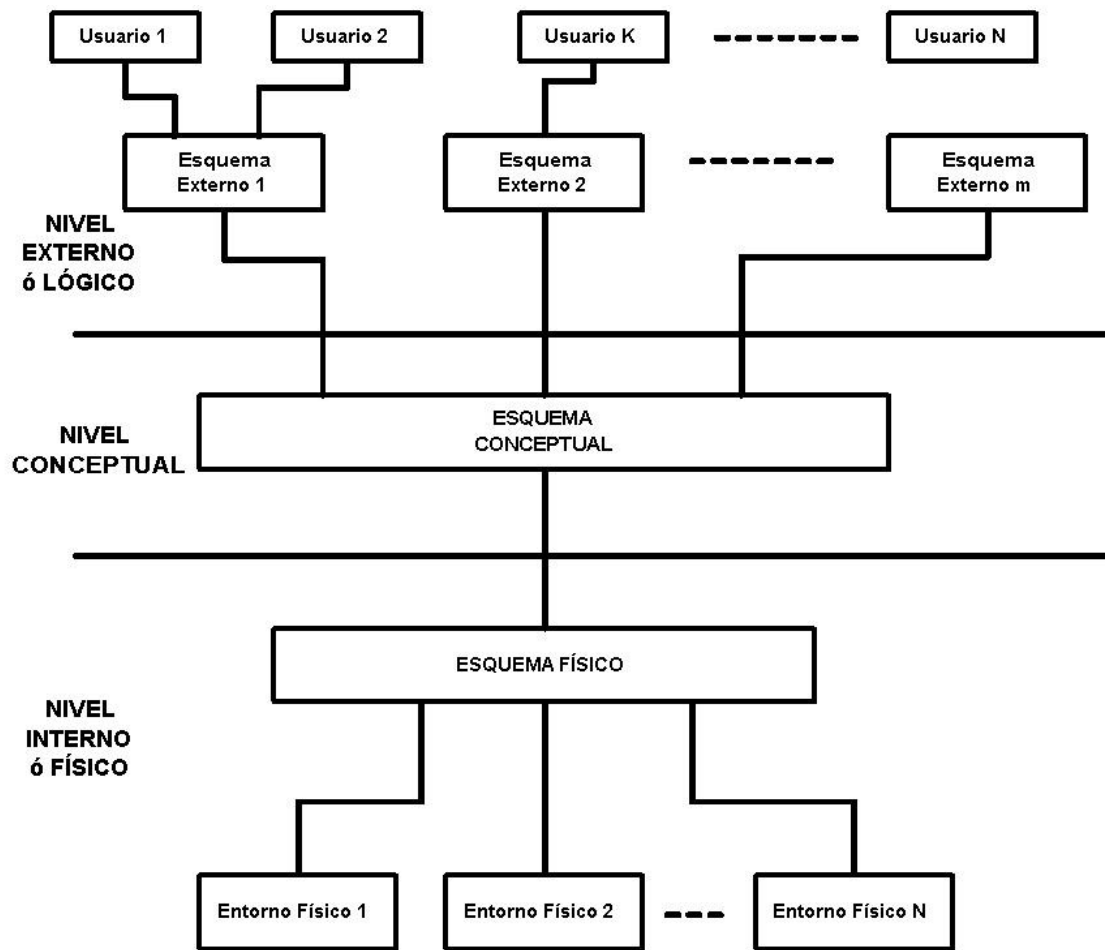


Figura 1 Modelo ANSI de 3 niveles, Externo, Conceptual y Físico

1.4. CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE DATOS.

Algunos autores distinguen dos tipos de modelos de datos lógicos y clasifican los Modelos de Datos de la siguiente manera:

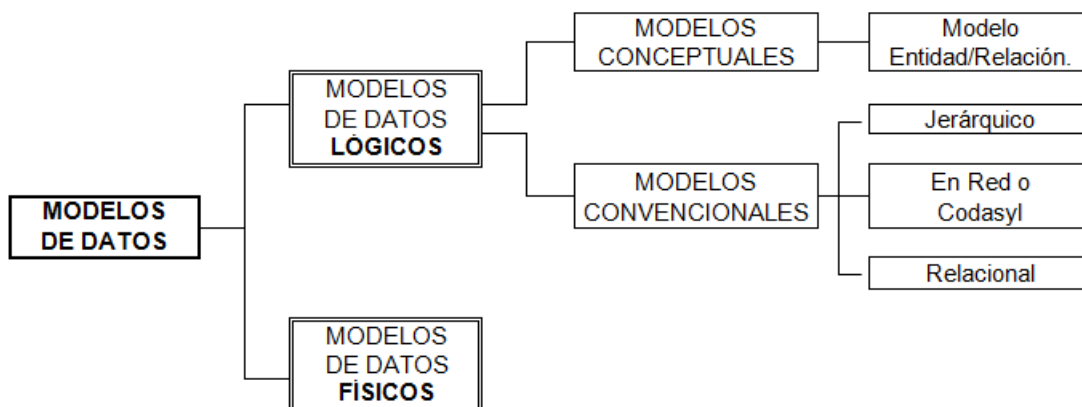
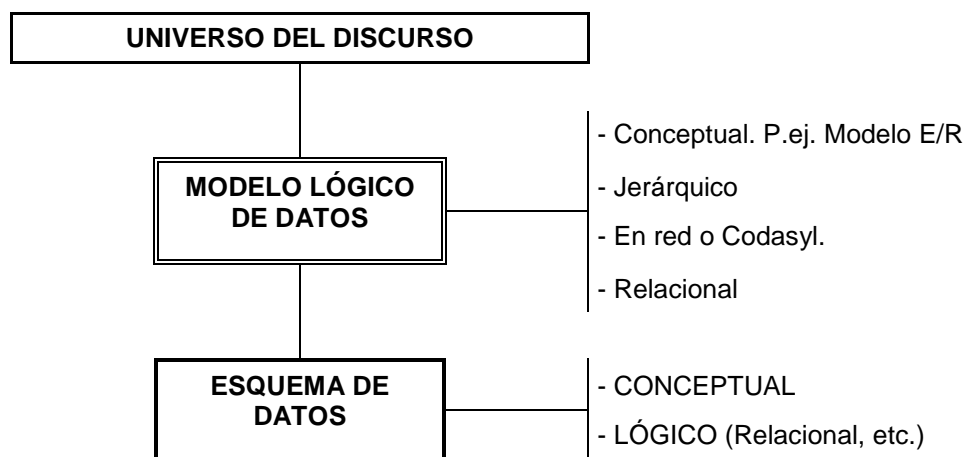


Figura 2 Clasificación de los modelos de datos

Es decir, esos autores engloban dentro de la categoría de modelos lógicos de datos tanto los modelos conceptuales (Modelo E/R) como los modelos convencionales (Jerárquico, Codasyl, Relacional) y asocian todos ellos al nivel conceptual como mecanismo de obtención del esquema. Según esta interpretación, aplicaríamos al universo del discurso las reglas y convenciones propias del modelo lógico que estuviéramos considerando (E/R, Relacional, Codasyl, etc.) para obtener el esquema conceptual.

Sin embargo, siguiendo la pauta marcada por la Arquitectura A.N.S.I., es preferible distinguir entre esquema conceptual y esquema lógico. El primero correspondería al nivel conceptual y se obtendría aplicando el Modelo E/R, y el segundo se obtendría mediante una transformación del esquema conceptual aplicando las reglas y convenciones propias del modelo lógico convencional que estemos considerando (Jerárquico, Relacional, etc.). El esquema lógico correspondería al nivel lógico global o externo de A.N.S.I., dando lugar a los esquemas externos que fueran necesarios en función de las vistas parciales de la base de datos que se muestran a los usuarios.



En este orden, siguiendo las directrices de la Arquitectura ANSI a tres niveles, y en consonancia con los esquemas definidos, consideraremos la siguiente clasificación:

- **Modelo de Datos Conceptual.** Es único para cada sistema de información y se representará mediante el Modelo Entidad / Interrelación (o Relación o Asociación) de Peter Chen. El modelo conceptual de datos corresponde al nivel conceptual de la arquitectura A.N.S.I.
- **Modelo de Datos Lógico.** Este modelo depende del SGBD que se vaya a utilizar y por tanto no es único. Así, el modelo lógico de datos podrá ser un modelo jerárquico, un modelo en red o un modelo relacional, si bien, dada la obsolescencia de los dos primeros SGBD, siempre se considerará que el modelo lógico de datos es el modelo relacional.

Este modelo corresponde al nivel lógico global o externo de la arquitectura A.N.S.I. y se representará mediante la técnica del Diagrama de Estructura de Datos.

- **Modelo de Datos Físico.** Este modelo depende de las características propias de la máquina (sistema operativo, sistema de gestión de ficheros, etc.) en que se vaya a implantar el sistema. Corresponde al nivel interno de la arquitectura A.N.S.I.

2 EL MODELO ENTIDAD / ASOCIACIÓN.

El **Modelo Entidad/Asociación**, en adelante **Modelo E/R**, fue propuesto por Peter Chen en 1976, en su artículo "*The Entity/Relationship Model : Toward a unified view of data*". De la traducción al español del nombre dado por su autor se deriva su nombre más extendido en nuestro país: **Modelo Entidad/Relación**, si bien, algunos autores proponen la traducción de **Modelo Entidad/Interrelación**, con el fin de no confundirlo con la traducción del término inglés "relation" utilizado en el modelo relacional de Codd.

El Modelo E/R es un formalismo conceptual que se puede definir como un conjunto de conceptos, reglas y convenciones que permiten describir con un alto grado de formalismo un modelo externo para convertirlo en un modelo conceptual de datos.

El Modelo E/R permite establecer una visión global de los datos de una organización o de un sistema de información en un nivel de abstracción próximo al usuario e independiente de las características del equipo donde después se vaya a instrumentar el sistema. El modelo consiste en describir la información de la organización mediante la definición de entidades de datos y asociaciones o interrelaciones entre las mismas.

Este modelo se corresponde con el nivel conceptual de la Arquitectura ANSI, por lo que también se le conoce, de forma genérica, como "**Modelo Conceptual de Datos**".

2.1. ELEMENTOS DEL MODELO ENTIDAD / ASOCIACIÓN.

Los **elementos** fundamentales de que consta el Modelo E/R básico son los siguientes :

- Entidades.
- Asociaciones, relaciones o interrelaciones entre las entidades.
- Atributos.
- Restricciones o limitaciones de integridad.

Veremos a continuación cada uno de ellos.

2.1.1. Entidad.

Se define **ENTIDAD** como ***cualquier objeto real o abstracto, que tiene existencia por sí mismo, se puede identificar de una manera clara y precisa y sobre el que se quiere tener información en el sistema***. Por ejemplo, si nuestro universo del discurso es una empresa, "Empleado" sería una entidad puesto que parece lógico que se quiera tener información al respecto en el sistema.

Toda entidad, al igual que el resto de componentes del modelo E/R debe quedar unívocamente identificada por un nombre, que debe ser único en el modelo y lo más significativo posible. Normalmente **las entidades se nombran con un sustantivo**.

Se denomina **OCURRENCIA o INSTANCIA** a ***cada uno de los elementos con características comunes que componen una entidad***. Por ejemplo, en la entidad “Empleado”, los empleados Pedro, Juan, etc, son ocurrencias de la misma.

En su teoría, Peter Chen llama “entity-type”, esto es, “**Entidad-Tipo**” a cada clase de objetos perteneciente al universo del discurso, es decir, a la estructura genérica. Es lo que nosotros aquí hemos denominado entidad. De la misma forma, Chen llama “entity”, o sea, “**Entidad**” a cada una de las ocurrencias o instancias de una entidad-tipo. No obstante, aquí mantendremos los términos “entidad” y “ocurrencia”.

En similitud con el Modelo de Objetos, que estudiaremos en el módulo dedicado a la Orientación a Objetos, la Entidad-Tipo equivaldría a la Clase, mientras que la entidad u ocurrencia equivaldría al Objeto.

Utilizando un formalismo matemático, una entidad-tipo se puede definir como un conjunto de instancias que cumplen el predicado asociado a la entidad-tipo:

$$E = \{e/P(e)\}$$

siendo : E : Entidad-tipo

e : Instancia u ocurrencia de la entidad-tipo.

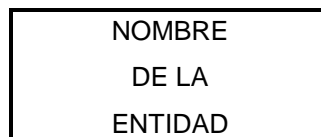
P(e) : Predicado asociado a la entidad-tipo.

Dentro del modelo E/R se pueden distinguir dos clases de entidades:

- Las entidades **regulares**, que son aquellas que tienen existencia propia. Por ejemplo, en el universo del discurso de una empresa, la entidad “Empleado”.
- Las entidades **débiles**, que son aquellas cuya existencia depende de otra entidad. Por ejemplo, si se estima conveniente almacenar información sobre los hijos que tiene un empleado, aparece la entidad “Hijo”, cuya existencia en el universo del discurso de la empresa no tiene sentido si no es por la existencia de la entidad “Empleado”. Como se verá posteriormente en el Modelo Entidad/Relación, se distinguirá entre Debilidad en existencia (la definición básica vista) y la dependencia en Identificación (Adicionalmente necesita de elementos de la entidad regular asociada para poder identificar a la instancia de la entidad débil)

Gráficamente las entidades regulares se representan mediante un rectángulo con el nombre identificativo de la entidad dentro de él, y las débiles con un doble rectángulo.

Entidad regular:



Entidad débil:



DE LA
ENTIDAD

2.1.2. Asociación, Relación o Interrelación.

Se denomina **ASOCIACIÓN, RELACIÓN o INTERRELACIÓN** a la **conexión o correspondencia semántica entre entidades**.

Una *relación* es una asociación entre entidades caracterizada por unas determinadas restricciones que determinarán qué entidades participan en la misma

Al igual que con las entidades, aquí también cabe hablar de **Asociación-Tipo**, como la conexión semántica entre dos o más entidades-tipo. Por ejemplo, en el universo del discurso de una empresa, entre las entidades-tipo “Empleado” y “Departamento” se puede identificar la asociación-tipo “Pertenece”. Una ocurrencia o instancia de la asociación-tipo es la relación de pertenencia de una instancia de “Empleado” a una instancia de “Departamento”.

Matemáticamente se puede formalizar el concepto de asociación-tipo como un conjunto de ocurrencias o instancias de asociaciones entre instancias de entidades-tipo :

$$R = \{ \langle e_1, e_2, \dots, e_n \rangle / e_1 \in E_1, e_2 \in E_2, \dots, e_n \in E_n \}$$

Siendo: R : Asociación-tipo

$\langle e_1, e_2, \dots, e_n \rangle$: Instancia de la asociación-tipo

E_i : Entidad-tipo que participa en la asociación-tipo.

n : grado de la asociación-tipo.

Al igual que sucede con las entidades, las asociaciones se pueden clasificar en :

- Asociaciones **regulares**, si asocian dos entidades regulares.
- Asociaciones **débiles**, si asocian una entidad débil con una entidad regular.

Las interrelaciones o asociaciones en el modelo E/R de Peter Chen se representan gráficamente mediante un rombo con el nombre de la interrelación o asociación dentro del mismo.

Los tipos de interrelación o asociaciones en el modelo E/R de Peter Chen se representan mediante un **rombo etiquetado con el nombre de la interrelación**, unido mediante líneas a los tipos de entidad que asocian.

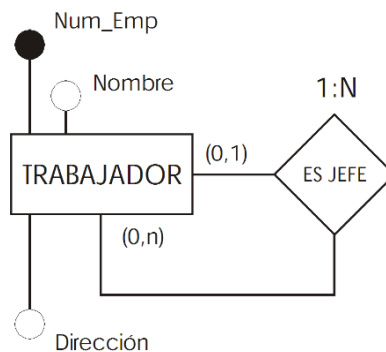
Sobre el rombo figurará la cardinalidad máxima o tipo de correspondencia de la asociación y al lado de cada entidad participante en la asociación, su cardinalidad.

Normalmente se nombran con un verbo. Para distinguir las asociaciones débiles, se representa mediante dos rombos concéntricos.



Como los demás componentes del modelo, toda asociación o interrelación debe ser identificada con un nombre único que la distinga inequívocamente del resto y sea suficientemente explicativo. Normalmente las asociaciones se nombran con un tiempo verbal.

Se denomina **GRADO DE LA ASOCIACIÓN O DE LA INTERRELACIÓN** al **número de entidades que participan en una asociación dada**. Atendiendo al grado las interrelaciones pueden ser unitarias o reflexivas (entre una misma entidad), binarias (entre dos entidades) o N-arias (entre N entidades, por ejemplo Ternarias N=3).



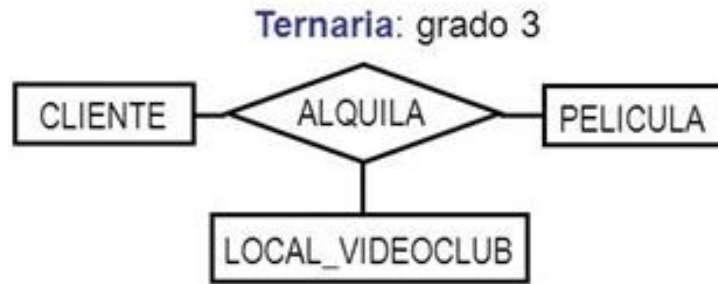
Relaciones unarias o reflexivas: en este tipo de relación sólo participa un único tipo de entidad. Ejemplo:

Relaciones binarias: en este tipo de relación sólo participan dos entidades distintas. Ejemplo:



Binaria: grado 2 (el más frecuente)

Relaciones binarias: en este tipo de relación participan tres o más entidades distintas. Ejemplo:



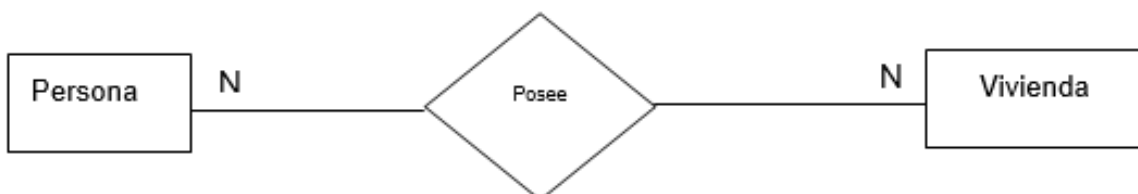
La cardinalidad es aquella característica de una relación que permite especificar si todas las ocurrencias de una entidad participan o no en la relación establecida con otra(s) entidad(es):

Se denomina **CARDINALIDAD MÁXIMA DE LA ASOCIACIÓN o TIPO DE CORRESPONDENCIA** al **número máximo de ocurrencias de cada entidad que pueden intervenir en la asociación o interrelación que se está considerando**. Por este concepto las asociaciones pueden ser:

- **1 : 1**, si una ocurrencia de una entidad se interrelaciona como máximo con una ocurrencia de la otra entidad. Por ejemplo, dadas las entidades “Hombre” y “Mujer”, la asociación “está casado” es 1 : 1 ya que un hombre está casado como máximo con una mujer y una mujer está casada como máximo con un hombre.
- **1 : N**, si una ocurrencia de una entidad se interrelaciona con varias ocurrencias de la otra. Por ejemplo, dadas las entidades “Empleado” y “Departamento”, la relación “pertenece” es del tipo 1 : N ya que un empleado pertenece a un departamento y a un departamento pueden pertenecer varios empleados.
Por ejemplo, que un cliente pueda realizar varios pedidos.



- **N : N**, si varias ocurrencias de una entidad se interrelacionan con varias ocurrencias de la otra. Por ejemplo, dadas las entidades “Empleado” y “Proyecto”, la interrelación “trabaja” es N : N ya que un empleado puede trabajar en muchos proyectos y en un proyecto pueden trabajar muchos empleados.
Otro ejemplo, que una persona posea varias viviendas y que las viviendas puedan tener varios propietarios.



Por último, se denomina **CARDINALIDAD DE UNA ENTIDAD** al *número mínimo y máximo de ocurrencias de una entidad que pueden estar interrelacionadas o asociadas con una ocurrencia de otra u otras entidades participantes en la asociación*. Según corresponda, la cardinalidad de una entidad podrá ser: (0,1), (1,1), (0,N) o (1,N).

A título de ejemplo vamos a representar el siguiente caso:

En el universo del discurso de una empresa, cada empleado sólo pertenece a un departamento pero puede trabajar en varios proyectos. Asimismo, interesa que el sistema guarde información de los hijos que tiene cada empleado. Los hijos se asociarán solamente a un padre.

La representación, según el Modelo E/R de Chen, sería:

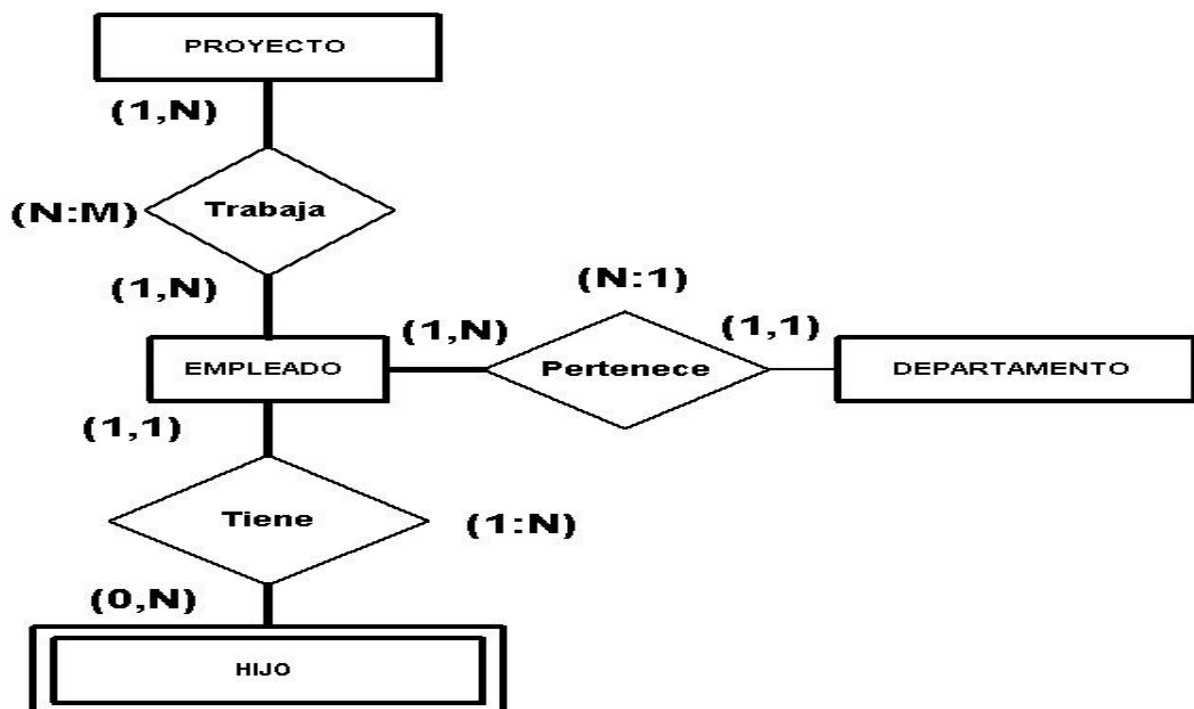


Figura 3 Ejemplo de relaciones y entidades

En efecto, respecto a la cardinalidad máxima o tipo de correspondencia de las asociaciones se cumple que:

- Un empleado pertenece a un departamento, pero a un departamento le pertenecen varios empleados, por tanto, tipo de correspondencia 1:N.
- Un empleado puede trabajar en varios proyectos y en un proyecto pueden trabajar varios empleados, por tanto, tipo de correspondencia N:N.
- Un empleado puede tener varios hijos, pero un hijo sólo lo puede ser de un empleado, por tanto, tipo de correspondencia 1,N. Al ser “Hijo” una entidad débil, esta es una asociación débil.

Respecto a la cardinalidad de las entidades se cumple:

- Asociación “Empleado” – “Departamento” : El número mínimo de empleados que pueden pertenecer a un departamento es uno, y el máximo, N . Por tanto, la cardinalidad de “Empleado” en esta asociación es $(1,N)$. Análogamente, para la entidad “Departamento”, el número mínimo y máximo de departamentos a los que puede pertenecer un empleado es uno. Por tanto, cardinalidad $(1,1)$.
- Asociación “Empleado” – “Proyecto” : El número mínimo de empleados que pueden trabajar en un proyecto es uno, y el máximo, N . Por tanto, la cardinalidad de “Empleado” en esta asociación es $(1,N)$. Análogamente, para la entidad “Proyecto”, el número mínimo de proyectos en los que puede trabajar un empleado es uno, y el máximo es N . Por tanto, cardinalidad $(1,N)$.
- Asociación “Empleado” – “Hijo” : El número mínimo de empleados que pueden tener hijos es cero, y el máximo, N . Por tanto, la cardinalidad de “Empleado” en esta asociación es $(0,N)$. Análogamente, para la entidad “Hijo”, el número mínimo de hijos cuyo padre es un empleado es uno, y el máximo también es uno porque un hijo no lo puede ser de más de un padre (empleado). Por tanto, cardinalidad $(1,1)$.
- En este ejemplo que hemos expuesto se puede observar, también, que todas las asociaciones (pertenece, trabaja, tiene) son binarias, es decir, son de grado dos.

El modelo E/R de Chen, al ser un modelo conceptual de datos, admite en su representación gráfica todo tipo de grados en las asociaciones (reflexivas, binarias, ternarias, etc.) y todo tipo de correspondencia o cardinalidad máxima de las asociaciones (1,1), (1,N) o (N,N). Asimismo, permite el que pueda haber más de una asociación entre dos entidades.

Otro aspecto a considerar en el modelo E/R de Chen es el concepto de **asociación o interrelación exclusiva**. A este respecto, se dice que **una misma entidad que participa en dos asociaciones, lo hace de forma exclusiva si una instancia de la entidad participa en una y sólo una instancia de alguna de las asociaciones**. En la representación gráfica del modelo esta circunstancia se refleja con un arco que envuelve las dos asociaciones.

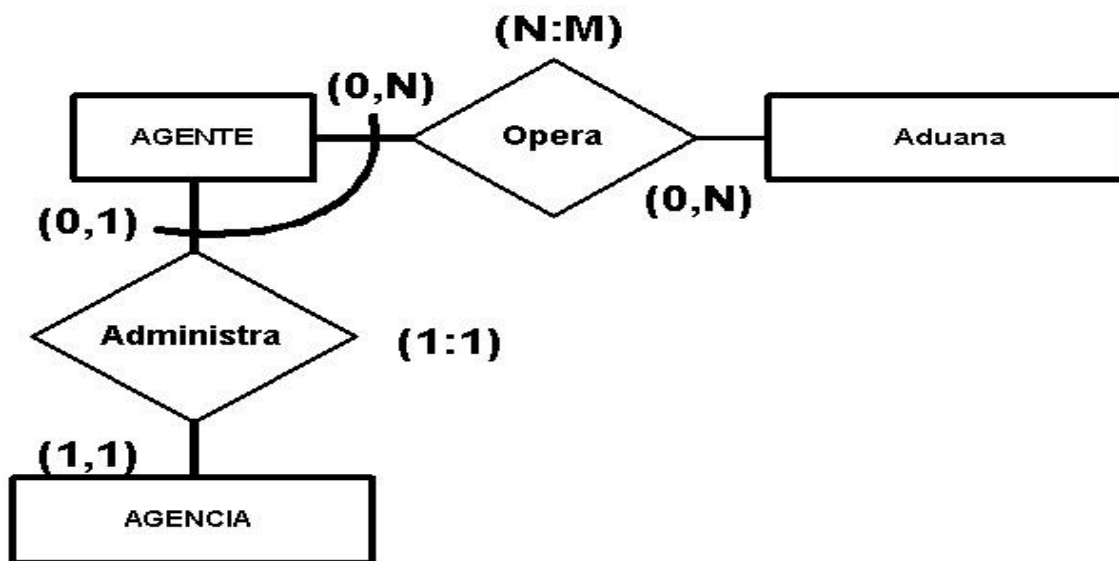


Figura 4 Relación de exclusividad de una Entidad respecto a dos relaciones en E/R

La entidad "Agente", que participa en dos asociaciones (opera y administra), lo hace de forma exclusiva porque se puede dar el caso de que una instancia de la misma, es decir un agente concreto, participe en una y sólo una de las asociaciones. Sería el caso de un agente que no administrara ninguna agencia, pero operara en alguna aduana, o bien, el caso de un agente que administre una agencia, pero no opere en ninguna aduana.

2.1.3. Atributos

Se define **ATRIBUTO** como **cada una de las propiedades, características o unidades de información básicas de una entidad o de una asociación o interrelación**.

Un *atributo* es una propiedad o característica asociada a una determinada entidad y, por tanto, común a todas las ocurrencias de esa entidad

Se entiende por **IDENTIFICADOR PRINCIPAL** o **CLAVE** *aquel o aquellos atributos de una entidad que identifican unívocamente cada una de las ocurrencias de la misma*. Por ejemplo, dada la entidad "Empleado" y los atributos DNI, Nombre, Apellidos, Domicilio y Edad, el atributo DNI es el identificador principal.

Se define **DOMINIO** como el *conjunto de valores que puede tomar un atributo* dentro del universo del discurso que se está modelizando.

Un *dominio* es un conjunto nominado de valores homogéneos asignable a un atributo con independencia de cualquier entidad, relación o atributo al que pertenezca. Por ejemplo Colores, Números Enteros, Años entre 1900 y 2050.

Los atributos se representan gráficamente etiquetando con su nombre un círculo u óvalo unido al tipo de entidad o interrelación mediante un arco. Alternativamente, se pueden representar mediante un pequeño círculo y el nombre a la derecha del mismo. El identificador aparece con el nombre marcado o subrayado, o bien con su círculo en negro. En general, se representan solamente los atributos más significativos.



Figura 5 Representaciones de los atributos.

Conceptualmente, cada entidad y cada relación son distintas, y la diferencia entre distintas entidades y distintas relaciones debe expresarse en términos de sus atributos. De modo que toda entidad o relación debe ser unívocamente identificada y distinguible mediante un atributo, o conjunto de atributos, denominado **identificador, clave principal o primaria**. Para entender este concepto hay que tener en cuenta una serie de definiciones previas:

- Se denomina *Superclave* a cualquier conjunto de atributos que permita distinguir a todas las entidades de cualquier instancia válida de un tipo de entidad.
- Se denomina *Clave candidata* de un tipo de entidad a una superclave que no contiene ningún subconjunto que también sea superclave (Conjunto mínimo de atributos que forma una superclave).
- Finalmente, se tiene que la *Clave primaria* es una clave candidata seleccionada por el diseñador para distinguir entre las entidades de cada instancia. Dicho de otra forma, la clave principal es aquel atributo o conjunto de atributos cuyos valores identifican unívocamente cada entidad. La representación gráfica del atributo principal o clave es mediante una línea que lo subraye.

Tipos de atributos:

- **Atributos monovalorados y multivalorados.** Se llaman atributos multivalorados a aquellos que pueden contener más de un valor simultáneamente, y monovalorados a los que solamente pueden contener un valor. A modo de ejemplo, una persona puede tener varios números de teléfono (casa, trabajo, móvil), donde se contaría con un atributo multivalorado "teléfono".
- **Atributos simples y compuestos.** Se dice que un atributo es compuesto cuando puede descomponerse en otros componentes o atributos más pequeños, y simple en otro caso. En el caso del domicilio puede que interese descomponerlo a su vez en calle, el

número y la ciudad por separado. Un Atributo compuesto es una manera más sencilla de representar una entidad dentro del modelo.



Figura 6 Representaciones de los atributos monovaluados, multivaluados y compuesto.

2.1.4. Restricciones o limitaciones de integridad.

Las restricciones a considerar en el modelo E/R, también conocidas como limitaciones de integridad, pueden afectar a los atributos, a las asociaciones o interrelaciones y a las entidades. Distinguiremos dos tipos de restricciones:

1. **RESTRICCIONES SINTÁCTICAS.** Afectan a los atributos y hacen referencia al **formato de escritura del atributo**. Por ejemplo, si se trata del atributo "fecha", podremos decir que en el modelo que estamos representando su formato debe ser AAAA/MM/DD.
2. **RESTRICCIONES SEMÁNTICAS.** Es una **proposición que puede tomar el valor de "cierto" o "falso" para cada ocurrencia de una entidad**. Dicho de otra forma, las restricciones semánticas definen los valores de los atributos permitidos o prohibidos para cada instancia de una entidad-tipo o asociación-tipo. Se clasifican en :
 - **Restricciones Estructurales**, que son inherentes al universo del discurso objeto de modelización, es decir, al modelo en sí. Por ejemplo, el atributo "mes" de la entidad "Vacaciones" sólo podrá tomar uno de los doce valores posibles de los meses del año.
 - **Restricciones de Usuario**, que son específicas de la modelización concreta que se realiza del universo del discurso. Este tipo de restricciones pueden definirse sobre :
 - **Valores**, delimitando los valores posibles de un atributo perteneciente a un elemento del modelo. Por ejemplo, el atributo "salario" de la entidad "Empleado" no puede tomar un valor superior a 5.000.000.
 - **Asociaciones**, delimitando, o bien el grado de una asociación, esto es, el número de entidades que pueden intervenir en una asociación o interrelación, o bien, la cardinalidad máxima o tipo de correspondencia de la asociación, o bien la cardinalidad individual de cada entidad participante en la asociación.

A modo de ejemplo, para entender qué se entiende por restricción, se plantea la siguiente situación. Supongamos una entidad profesor y una entidad alumno, que se encuentran relacionadas por la asociación supervisa. Si se quiere que un profesor supervise de manera única a un alumno habrá de indicarlo en el diagrama de manera que no puedan

existir dos profesores que supervisen el mismo alumno. Esto sería una restricción en el modelo.



Figura 7 Ejemplo de restricción de una asociación en el modelo E/R.

- **Cardinalidad funcional**, determinando la existencia de una dependencia funcional entre entidades de una asociación. Por ejemplo, en la asociación “dirige” entre las entidades “Empleado” y “Departamento”, si se establece que la cardinalidad de la entidad “Empleado” es (0,1), se puede establecer la restricción de que existe una dependencia funcional de “Empleado” sobre “Departamento” a través de la asociación “dirige”, que además es débil ya que la cardinalidad mínima de “Empleado” es cero.

En definitiva, las restricciones o limitaciones de integridad aportan más semántica al modelo conceptual, asegurando la coherencia y cohesión de los datos que se recogen e informando sobre los estados y transiciones prohibidos en el universo del discurso.

2.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MODELO ENTIDAD / ASOCIACIÓN. UN EJEMPLO.

El Modelo E/R, por ser un modelo conceptual, admite que gráficamente se representen todo tipo de grados de las asociaciones o interrelaciones y todo tipo de cardinalidades. Ahora bien, a la hora de construir y representar un Modelo Entidad / Asociación hay que matizar que no existe un algoritmo que permita de forma normalizada elaborar el modelo conceptual a través del formalismo del modelo E/R.

No obstante, y dada la importancia fundamental que tiene el modelo conceptual de datos para el desarrollo de un sistema de información, daremos una serie de pautas y recomendaciones que sirvan de ayuda a su construcción y representación.

1. En primer lugar se ha de partir del “real percibido” por el usuario, esto es, de la visión que tiene éste del universo del discurso que va a ser objeto del sistema. Para ello, se utilizará fundamentalmente la técnica de la entrevista y el análisis de la documentación que se pueda aportar (listados, pantallas, normativas, etc.).
2. A continuación se elaborará un esquema de la realidad percibida expresado en lenguaje natural, que facilitará la obtención del esquema conceptual. Será necesario, pues, interpretar las frases del lenguaje natural transformándolas en los elementos del modelo E/R, es decir, en entidades, asociaciones y atributos.

A este respecto, unas reglas que ayudan a elaborar un primer esquema conceptual partiendo de lo expresado en lenguaje natural, son las siguientes:

- Un nombre común que actúa como sujeto o complemento directo en una frase, generalmente es una entidad, o en su defecto, un atributo. Por su parte, los nombres propios suelen indicar instancias u ocurrencias de una entidad. Por ejemplo: “*Los empleados trabajan en proyectos*,”

en concreto, *Juan trabaja en dos proyectos*". Empleado y Proyecto son entidades y Juan es una ocurrencia de Empleado.

- Un verbo es una asociación o interrelación. En el ejemplo anterior, trabajar indica una asociación entre las entidades Empleado y Proyecto.
 - Una preposición o una frase preposicional entre dos nombres suele indicar una asociación o interrelación, o bien, la asociación entre una entidad y sus atributos. Por ejemplo, en la frase "*los hijos del empleado...*" se está estableciendo una asociación entre las entidades Empleado e Hijo, mientras que en la frase "*el domicilio del empleado ...*", se está asociando el atributo domicilio a la entidad Empleado. Domicilio sería un atributo compuesto en algunos casos y también se podría modelar como otra "Entidad", el empleado tiene o vive en su "Domicilio".
3. El siguiente paso será construir el modelo E/R. Para ello se podrá seguir los siguientes cinco pasos
1. Identificar las entidades dentro del sistema
 2. Determinar las claves o identificadores de las entidades
 3. Establecer las relaciones entre las entidades, describiendo el grado de las mismas.
 4. Dibujar el modelo de datos
 5. Identificar y describir los atributos de cada entidad

Mediante una de estas cuatro estrategias: (o una combinación de estas)

- **Descendente**, que consiste en refinar los conceptos de forma progresiva. Parte de una única entidad que describe el universo del discurso y se va descomponiendo sucesivamente con mayor nivel de detalle. Su mayor inconveniente es que requiere un alto nivel de abstracción, por contra, no presenta ningún problema secundario.
 - **Ascendente**, esto es, ir construyendo los conceptos como síntesis de otros más elementales. Aquí se parte del nivel más bajo, que son los atributos, y se van agrupando éstos en entidades. Posteriormente se crean las asociaciones entre entidades hasta obtener el esquema completo. Esta estrategia facilita las decisiones de diseño, pero tiene el inconveniente de que es necesario reestructurar el modelo constantemente.
 - **Horizontal**, también llamada "*inside-out*" o **método de la mancha de aceite**. En esta estrategia se parte de un modelo E/R muy elemental y se va completando a medida que se deducen más cosas del esquema escrito en lenguaje natural. Su gran ventaja es que facilita la descripción de nuevos conceptos relacionados con los anteriores, pero tiene el inconveniente de que sólo se obtiene una visión global del modelo al final.
 - **Mixta**. Consiste en dividir el problema en modo descendente, ascendente y horizontal, con lo que aprovecha las ventajas de cada estrategia. Su único inconveniente es que requiere decisiones críticas acerca del esqueleto inicial del esquema.
4. Finalmente, una vez obtenido el modelo E/R, esto es, el modelo conceptual de datos, el último paso será analizar la existencia de redundancias (atributos redundantes y asociaciones redundantes) y eliminarlas, ya que pueden crear problemas en la implementación de la base de datos. Dicho de otra forma, el último paso es convertir el modelo conceptual en un modelo lógico.

3 EL MODELO ENTIDAD / ASOCIACIÓN EXTENDIDO.

Desde su presentación en 1.976, el modelo E/R de Chen ha recibido aportaciones de diversos autores con el fin de dotarlo de una mayor capacidad semántica, que permita reflejar más fielmente el mundo real, dando lugar a lo que se ha venido en llamar **Modelo Entidad / Asociación Extendido (EE/R)**.

Las principales aportaciones del Modelo EE/R respecto al de Chen son las siguientes:

1. **Considera la cardinalidad mínima de la asociación**
2. **Distingue debilidad en existencia y en identificación**
3. **Descomposición de asociaciones**
4. **Relaciones en el modelo ER-Extendido**

3.1. Cardinalidad mínima de la asociación

El modelo EE/R, respecto al tipo de correspondencia de una asociación, considera no sólo la cardinalidad máxima de las asociación o interrelación, sino también la **cardinalidad mínima**, que se define como el número mínimo de ocurrencias de una entidad-tipo que se pueden interrelacionar con cada ocurrencia de las otras entidades-tipo en la asociación que se está considerando.

Recordemos que la cardinalidad es aquella característica de una relación que permite especificar si todas las ocurrencias de una entidad participan o no en la relación establecida con otra(s) entidad(es):

- Si toda ocurrencia de la entidad A debe estar asociada con al menos una ocurrencia de la entidad B a la que está asociada por una determinada interrelación, se dice que la clase de pertenencia es obligatoria, es decir, la cardinalidad mínima es 1.
- Por el contrario, si no toda ocurrencia de la entidad A necesita estar asociada con alguna ocurrencia de la entidad B asociada, se dice que la clase de pertenencia es opcional, es decir, la cardinalidad mínima es 0.

Podemos definir la cardinalidad de un tipo de Entidad como el número mínimo y máximo de ocurrencias de un tipo de entidad que pueden estar relacionadas con una ocurrencia del otro, u otros tipos de entidad que participan en el tipo de relación. Su representación gráfica es una etiqueta del tipo (0,1), (1,1), (0, n) ó (1,n) según corresponda.

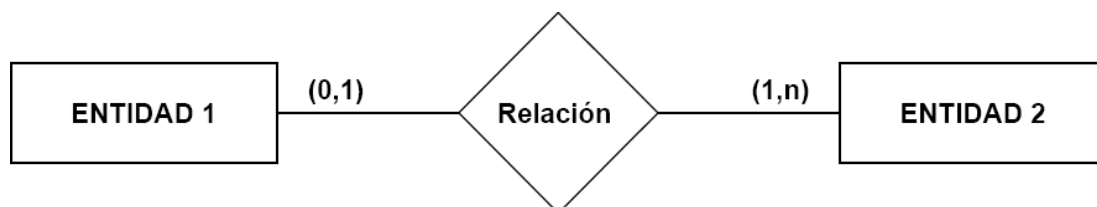


Figura 8 Relación con cardinalidades mínimas.

3.2. Debilidad en existencia y en identificación

En relación con las entidades débiles, el modelo EE/R considera los conceptos de **dependencia en existencia**, si las ocurrencias de la entidad débil no tienen sentido sin las ocurrencias de la entidad de la que depende, y de **dependencia en identificación**, si además de lo anterior, la entidad débil no se puede identificar únicamente mediante los valores de sus atributos, sino también a partir de sus asociaciones o interrelaciones.

3.3. Descomposición de asociaciones

Otro concepto que introduce el modelo EE/R es el de **descomposición de las asociaciones**. Su objeto es simplificar el modelo conceptual, manteniendo su semántica, para hacerlo más legible y fácil de comprender. Existen dos tipos de descomposición de las asociaciones:

- **Descomposición endógena.** “Si en una asociación o interrelación de grado mayor que dos, una entidad tiene una cardinalidad individual (1,1), la asociación se puede descomponer en tantas asociaciones binarias (grado 2) como entidades participen menos uno, y los atributos de la asociación o interrelación original pasan a la entidad con cardinalidad (1,1)”.

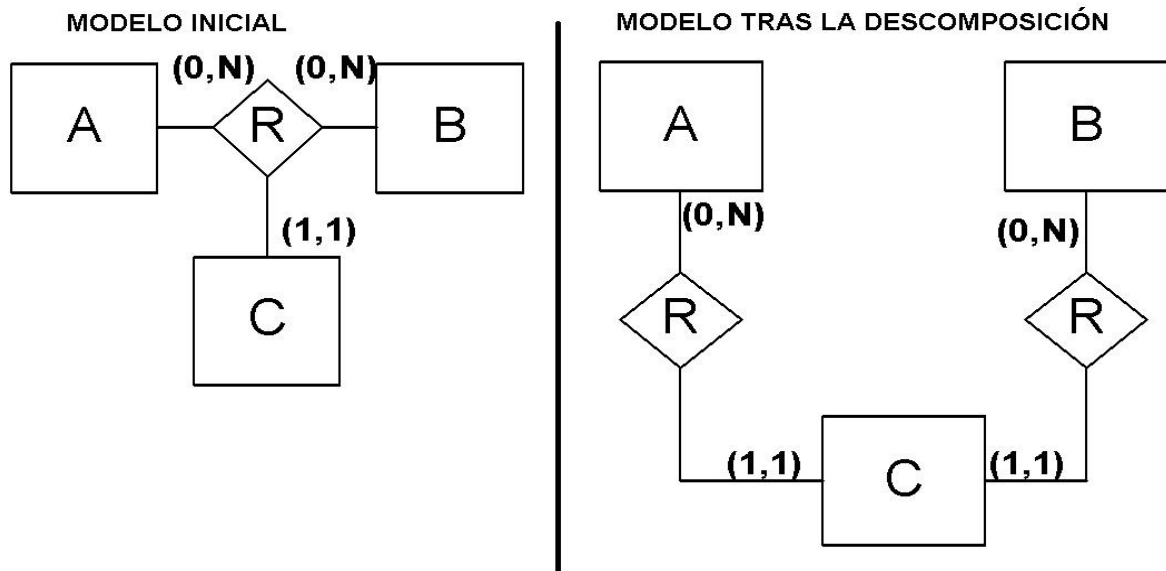


Figura 9 Descomposición endógena de una Relación

- **Descomposición exógena.** “Cuando existen varias entidades de una asociación que participan en otra en la cual una de esas entidades determinan a otra, es decir, existe una dependencia funcional entre ellas, si los subconjuntos de entidades involucrados en ambas asociaciones son los mismos, la entidad determinada en la segunda asociación puede desaparecer de la primera”.

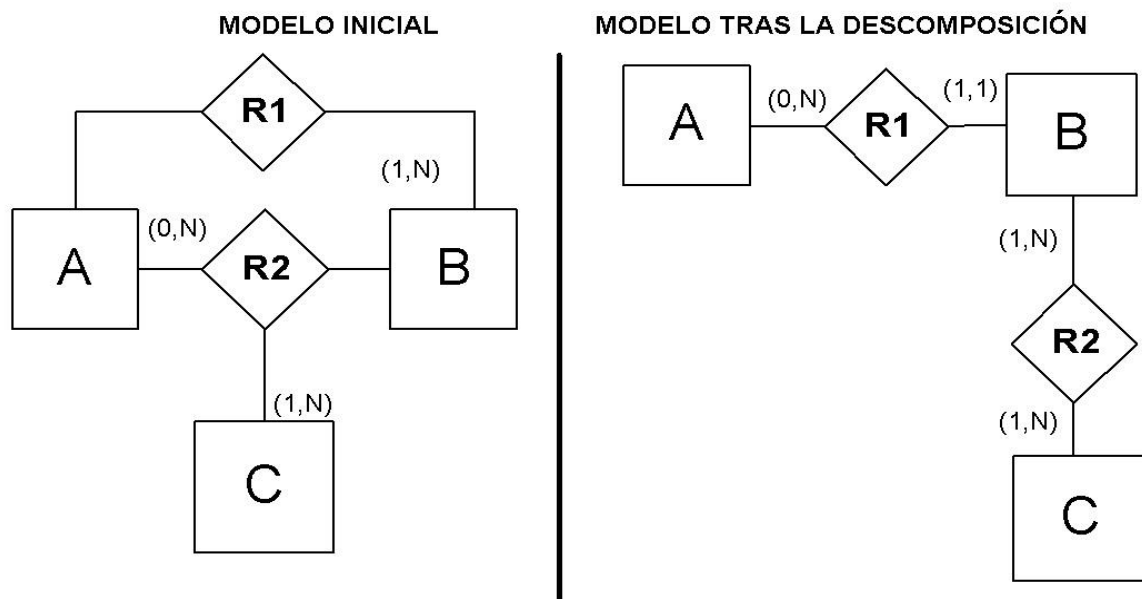


Figura 10 Descomposición exógena de una Relación

3.4. Relaciones en el modelo ER-Extendido

En función de este papel que pueden desempeñar las entidades se consideran los siguientes tipos de relaciones:

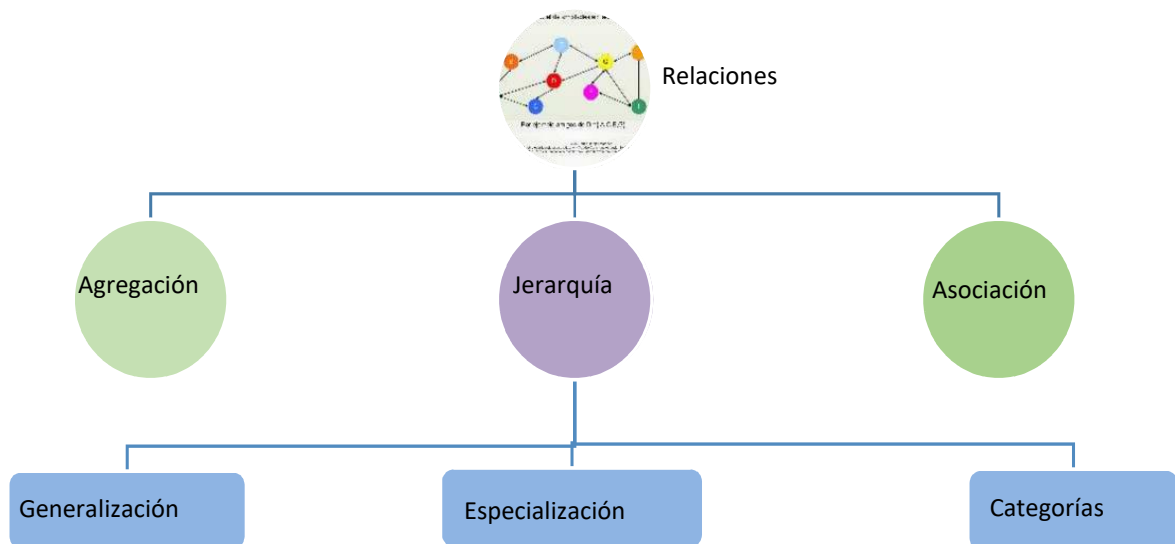


Figura 11 Tipo de relaciones del modelo E/R

En general, las Jerarquías, que podrán ser:

- Generalización, permite abstraer un tipo de entidad de nivel superior (supertipo) a partir de varios tipos de entidad (subtipos).
- Especialización es la operación inversa a la generalización, en ella un supertipo se

descompone en uno o varios subtipos, los cuales heredan todos los atributos y relaciones del supertipo, además de tener los suyos propios.

- **Categorías.** Se denomina categoría al subtipo que aparece como resultado de la unión de varios tipos de entidad. La *representación* de las jerarquías se realiza como se muestra a continuación.

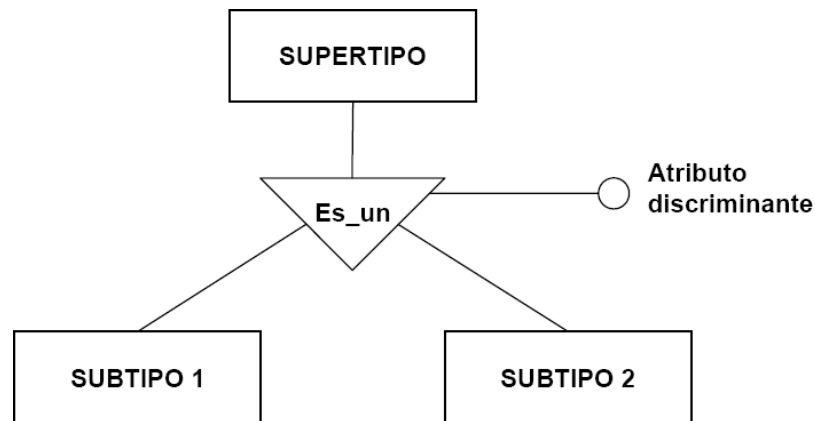


Figura 12 Relación is-a (es-un) de tipo jerárquica

3.4.1. Especialización - Generalización

Por último, el modelo EE/R permite definir el concepto de **subentidad**, como un conjunto de ocurrencias de una entidad. Se representan haciendo uso de enlaces triangulares (etiquetados como "es un") entre la entidad y sus correspondientes subentidades, unidos mediante arcos. Otra forma de representación de esta jerarquía es la inclusión de los rectángulos que representan a las subentidades dentro del que representa a la entidad.

El concepto de subentidad permite definir la idea de **herencia** y aproxima el modelo EE/R al paradigma de la Orientación a Objetos, como se verá en el tema dedicado a esta materia. El concepto de herencia se plasma en que toda ocurrencia de una subentidad es ocurrencia de la entidad asociada, y todo atributo de ésta es un atributo de la subentidad. Sin embargo, ambas características no se dan en sentido inverso.

Un tipo de entidad E es una generalización de un tipo de entidad R cuando los atributos de E están incluidos en los atributos de R. La entidad E recibe el nombre de **Superentidad**, mientras que R es conocida como **Subentidad**. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de generalización de Cuenta, que puede ser una Cuenta de Ahorro o una Cuenta Cheque.

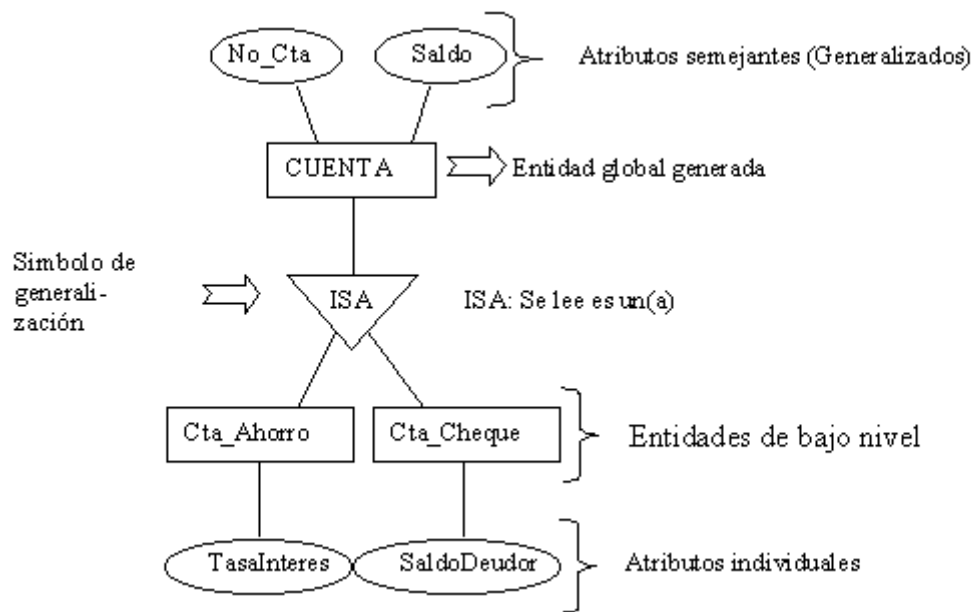


Figura 13 Generalización en modelo ER

La generalización se representa con un triángulo que incluye el texto "is a" o "es un", entre la superentidad y sus correspondientes subentidades, unidos mediante arcos.

La representación de una jerarquía entre tipos de entidad (superentidades - subentidades) puede presentarse de varias maneras:

- **Jerarquías (en general):** Cada subentidad "hereda" todas las relaciones y atributos de la superentidad
- **Jerarquías según cobertura:**
 - **Jerarquía con Cobertura Total.** Cada elemento de la superentidad debe estar en al menos una de las subentidades.
 - **Jerarquía con Cobertura Parcial.** Puede haber elementos de la superentidad que no estén en ninguna de las subentidades.
- **Jerarquías según solapamiento:**
 - **Jerarquía Disjunta.** Cada elemento de la superentidad está a lo sumo en una subentidad.
 - **Jerarquía con Solapamiento (No disjunta).** Los elementos de la superentidad pueden estar en más de una subentidad.

La representación de las jerarquías se realiza mediante un triángulo invertido, con la base paralela al rectángulo que representa el supertipo y conectando a éste y a los subtipos. Si la división en subtipos viene determinada en función de los valores de un atributo discriminante, éste se representará asociado al triángulo que representa la relación. En el triángulo se representará: con una letra **d**, el hecho de que los subtipos sean disjuntos, con un círculo o una **O** si los subtipos pueden solaparse y con una **U** el caso de uniones por categorías. La presencia de una jerarquía total se representa con una doble línea entre el supertipo y el triángulo. En la siguiente imagen se muestra su representación gráfica.

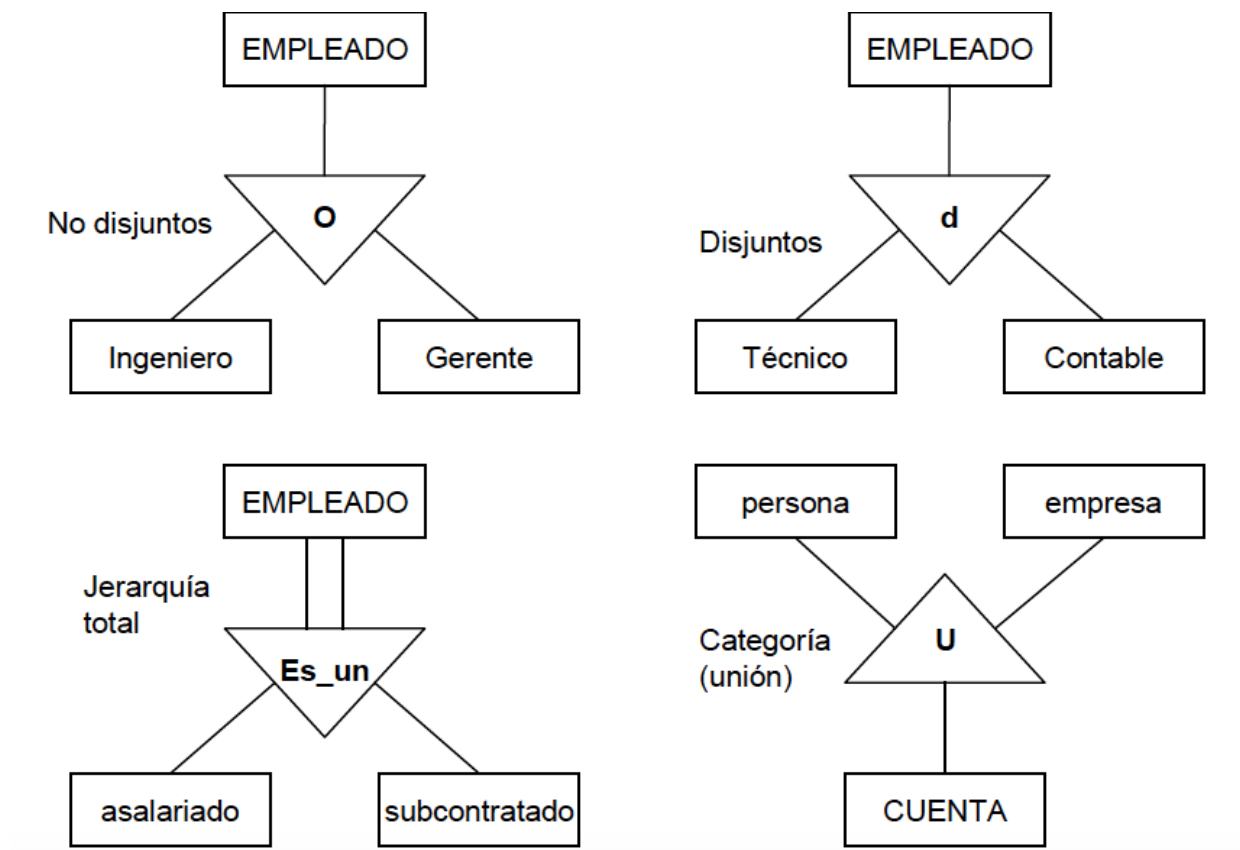


Figura 14 Representación gráfica de jerarquías en E/R

3.4.2. Agregación

La agregación se trata de considerar un conjunto de elementos, ya sean entidades o relaciones, como si fueran un único tipo de entidades. Surge cuando varias entidades, que no han de ser obligatoriamente distintas, se asocian de forma que se pueden ver como una única, la cual se puede relacionar con otras entidades. Se denota incluyendo en un rectángulo todos los componentes de la agregación, pues el modelo E-R no permite establecer relaciones entre relaciones.

Por ejemplo, si se quieren gestionar las incidencias de una clase. Se cuenta con una entidad profesor que imparte clases a un grupo en un aula. En una clase habrá ninguna o varias incidencias, e interesa determinar qué participantes ha habido en esa clase con incidencia, qué profesor, en qué aula y con qué grupo. Atendiendo a la relación de agregación se podría crear una nueva entidad clase que englobe todo, representándose de la siguiente manera:

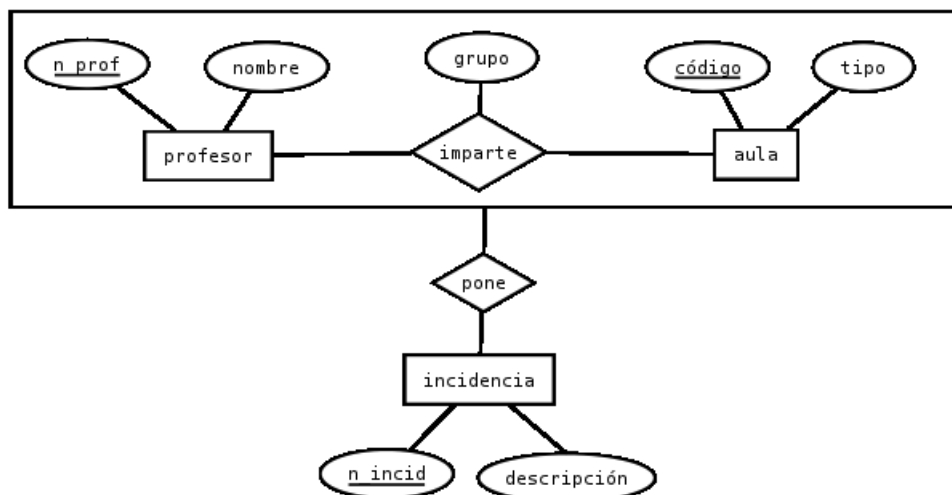


Figura 15 Representación gráfica de una agregación en E/R

3.4.3. Traducción del modelo E/R al modelo relacional

Un modelo conceptual puede ser transformado a varios modelos lógicos, entre ellos el modelo relacional. Para obtenerlo, se ha de partir de un modelo E/R o modelo conceptual previamente tratado. No se emplea el modelo E/R en el Sistema de Gestión de Base de Datos directamente, sino que previamente ha de generarse a partir de éste un modelo lógico equivalente, es decir, que cumpla con la estructura y restricciones del modelo relacional. Así, el objetivo principal de esta traducción o transformación es el paso de un diagrama del modelo E/R a tablas del modelo relacional, casi implementables en lenguaje SQL. En primer lugar, se realiza una reestructuración del modelo, eliminando redundancias y generalidades, para luego transformar el modelo resultante en el modelo relacional.

Para llevar a cabo la reestructuración del modelo E/R hay que realizar un *Análisis de Redundancias*, donde se analizan aquellos atributos cuyos valores pueden ser derivados de otros de la misma entidad, o atributos que son fácilmente derivables de otras entidades mediante funciones de agregación, para tratar de eliminar las redundancias. La redundancia presenta como principal inconveniente la necesidad de mayor capacidad de almacenamiento y más operaciones para mantener la información actualizada.

El segundo paso de la reestructuración es la eliminación de *generalidades*, ya que el modelo relacional no puede representarlas directamente. Existen distintas alternativas para evitarlas: plegar las entidades hijo hacia el padre, o sustituir la generalización por más relaciones.

Una vez se cuente con este modelo conceptual equivalente, el paso al modelo relacional equivale a realizar los siguientes pasos:

- **Transformaciones de entidades fuertes.** Construir tablas por cada una de las entidades que aparecen en el modelo E/R, que tengan el mismo nombre, con los mismos atributos y clave. Los atributos pasan a ser columnas de la tabla.
- **Transformaciones de las relaciones.** En caso de que sea necesario, crear tablas para las distintas asociaciones, con el mismo nombre, con los atributos de la relación, y las claves de las entidades vinculadas, que formarían la clave de la tabla, aunque hay que distinguir según el tipo de relación. En los casos en los que no es necesario crear una tabla adicional para la relación, se crearán las claves ajenas en las tablas correspondientes:

Relaciones 1:N, se propaga el identificador de la entidad de cardinalidad máxima 1 a la que es N, teniendo en cuenta que:

Si la relación es de asociación, la clave propagada es clave ajena en la tabla a la que se ha propagado.

- ✓ **Si la relación es de dependencia**, la clave primaria de la tabla correspondiente a la entidad débil está formada por la concatenación de los identificadores de ambas entidades.
- ✓ **Relaciones 1:1**, es un caso particular de las 1:N y, por tanto, se puede propagar la clave en las dos direcciones, pudiendo elegir. Se debe analizar la situación, intentando recoger la mayor semántica posible, y evitar valores nulos.

Relaciones N:M, se transforman siempre en una tabla. se transforman en una tabla, cuya clave primaria es la concatenación de los identificadores de las clases asociadas, siendo cada uno de ellos clave ajena de la propia tabla. Si la relación tiene atributos, éstos se transforman en columnas de la tabla.

Las relaciones de agregación se transforman del mismo modo que las 1:N.

Transformaciones de las entidades débiles. Toda entidad débil incorpora una relación con una entidad fuerte. Esta relación no necesita incorporarse como tabla en el modelo relacional. Si se necesita incorporar la clave de la entidad fuerte como clave en la entidad débil. Es más, normalmente esa clave externa forma parte de la clave principal de la tabla que representa a la entidad débil.

3.4.4. Ventajas y desventajas del Modelo Entidad-Relación

Una de las ventajas del modelo E/R es que es una aproximación de alto nivel que permite expresar con mucha precisión el esquema conceptual. A su vez, los diagramas de E/R permiten mantener una visión global del sistema, lo que favorece la comunicación entre los analistas y diseñadores.

No obstante, este modelo también presenta algunos inconvenientes. Se puede citar como desventaja el hecho de que carece de un soporte formal. Además, los Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD) no suelen implementarlo directamente, sino que previamente hay que realizar una transformación de este modelo E/R a un modelo de más bajo nivel que es el que corresponde a los SGBD, y que éstos comprenden. Generalmente, tal y como se ha visto, se suele transformar en un modelo relacional, que suele ser el más empleado como modelo de bajo nivel.

GLOSARIO

CASE: Computer Aided Software Engineering

DD: Diccionario de Datos.

DDE: Entrada del Diccionario de Datos.

UML: Unified Modelling Language.

CRC: Collaboration Responsibilities Cards.

DFD: Diagrama de Flujo de Datos.

SGBD: Sistema de Gestión de Bases de Datos.

DED: Diagrama de Estructura de Datos.

SQL: Structured Query Language.

ER: Modelo Entidad Relación.

ASI: Análisis del Sistema de Información

ERS: Especificación de Requisitos Software

OMG: Object Management Group

OO: Orientación a Objetos

RESUMEN ESQUEMÁTICO

Un Modelo de Datos es una representación gráfica orientada a la obtención de las estructuras de datos de una forma metódica y a la vez sencilla.

Es un "instrumento" que nos facilita la representación de las necesidades del usuario.

Ventajas modelo de datos:

- ✓ Control de errores.
- ✓ Estructuras de datos independientes del entorno físico y lógico.
- ✓ Mejora del mantenimiento.
- ✓ Mejora de la comprensión del problema.
- ✓ Facilita la comunicación entre todos los miembros del equipo de desarrollo.

Modelo E/R: conjunto de conceptos, reglas y convenciones que permiten describir los datos de una parcela del mundo real.

- Propuesto por Peter Chen en 1976.
- Los componentes del Modelo Entidad/Relación son:
 - ✓ Entidades (regulares o débiles)
 - ✓ relaciones regulares o débiles,
 - ✓ atributos (monovaluados/multivaluados, simples/compuestos),
 - ✓ restricciones (cardinalidad y tipo de correspondencia, sintácticas, semánticas estructurales y de usuario).
- ✓ **Una entidad es un objeto real o abstracto** de interés en una organización y acerca del cual se puede y se quiere obtener una determinada información; personas, cosas, lugares, etc., son ejemplos de entidades.
- ✓ **Un atributo es una propiedad o característica** asociada a una determinada entidad y, por tanto, común a todas las ocurrencias de esa entidad
- ✓ **Un dominio** es un conjunto nominado de valores homogéneos asignable a un atributo con independencia de cualquier entidad, relación o atributo al que pertenezca.
- ✓ **Una relación es una asociación entre entidades** caracterizada por unas determinadas restricciones que determinarán qué entidades participan en la misma
- ✓ **Una entidad tiene dependencia de existencia** de otra cuando sin la primera la segunda carecería de sentido. A este tipo de entidades que tienen dependencia de existencia se las denomina entidades débiles. También puede tener **dependencia en identificación** (necesita el ID de la entidad regular para identificarla → más débil)

Una relación queda caracterizada por tres propiedades:

- **Nombre.**
- **Grado:** número de tipos de entidad sobre las que se establece la relación.

- i) Unitarias o Unarias o Reflexivas
 - ii) Binarias
 - iii) Ternarias
- **Tipo de Correspondencia:** Número máximo de ocurrencias de cada tipo de entidad que pueden intervenir en una ocurrencia del tipo de relación.

Tipos de correspondencia

Existen tres posibles tipos de correspondencia:

- 1:1 ó uno a uno. Una ocurrencia de la entidad A se asocia como máximo con una única ocurrencia de la entidad B y viceversa.
- 1:N o uno a muchos. Una ocurrencia de la entidad A se asocia con un número indeterminado de ocurrencias de la entidad B, pero una ocurrencia de la entidad B se asocia como máximo con una ocurrencia de A.
- M:N o muchos a muchos. Una ocurrencia de la entidad A se asocia un número indeterminado de ocurrencias de la entidad B y viceversa.

Modelo Entidad Relación Extendido: añade especialización-generalización, cardinalidad mínima, dependencia en existencia e identificación, agregación.

- Traducción al modelo relacional: hay que realizar análisis de redundancias, eliminar generalidades, transformar entidades fuertes, transformar las relaciones a tablas, transformar las entidades débiles.
- Ventajas: expresa con mucha precisión el esquema conceptual, facilita comunicación.
- Desventajas: carece de soporte formal y SGBD no lo implementan.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. Temario ASTIC – Cuerpo Superior de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
2. Metodología MÉTRICA Versión 3. Guía de técnicas y prácticas.
3. Database systems: the complete book. Prentice-Hall. Garcia-Molina, Ullman y Widom
4. Algunas extensiones del modelo E/R orientadas a objetos. Miguel Adoración, Piattini, Mario
5. Ingeniería del Software. Un Enfoque Práctico. Ed. McGraw Hill. 7ª Ed. 2014. Pressman, Roger.S.
6. Ingeniería del Software. Ed. Pearson. 9ª Ed. 2012. Sommerville, Ian.