

DAW/DAM. UD 2. MODELO CONCEPTUAL (E-R) PARTE 1. MODELO ENTIDAD-RELACIÓN BÁSICO

DAW/DAM. Bases de datos (BD)

UD 2. MODELO CONCEPTUAL (E-R)

Parte 1. Modelo Entidad-Relación básico

Abelardo Martínez y Pau Miñana

Basado y modificado de Sergio Badal (www.sergiobadal.com) y Raquel Torres.

Curso 2023-2024

1. ¿Qué es una base de datos?

Una **base de datos** es una colección de información que se almacena de forma organizada para su posterior utilización.

Las bases de datos están acompañadas del Sistema Gestor de la Base de Datos (SGBD o DBMS en inglés), que es el conjunto de programas que permitirán manejar la información almacenada. Normalmente el SGBD cuenta con herramientas que permitirán garantizar la integridad de la información de la base de datos, controlar el acceso a los datos, realizar consultas para obtener partes de los datos almacenados, elaborar informes, etc.

Las **principales características de una base de datos** son las siguientes:

- Los datos almacenados tienen independencia física y lógica.
- Garantizan la integridad de los datos.
- Son sistema de almacenamiento que contribuyen a reducir la redundancia al mínimo.
- Es habitual que puedan acceder a ellas múltiples usuarios.
- Permiten realizar consultas complejas de diferentes tipos de datos.
- El acceso a los datos es seguro.
- Se pueden hacer copias de seguridad y recuperar los datos.
- Se accede a la información a través de un lenguaje concreto.

Ejemplo

Aquí podemos ver parte de una tabla de la base de datos en la que se muestra la población de hombres y mujeres de cada comunidad autónoma en nuestro país a partir de datos obtenidos del INE (Instituto Nacional de Estadística).

Cifras oficiales de población resultantes de la revisión del Padrón municipal a 1 de enero
Resumen por comunidades autónomas

Población por comunidades y ciudades autónomas y sexo.

Unidades: Personas

	Total	Hombres	Mujeres
	2021	2021	2021
Total	47.385.107	23.222.953	24.162.154
01 Andalucía	8.472.407	4.173.339	4.299.068
02 Aragón	1.326.261	655.248	671.013
03 Asturias, Principado de	1.011.792	482.665	529.127
04 Balears, Illes	1.173.008	584.853	588.155
05 Canarias	2.172.944	1.074.180	1.098.764
06 Cantabria	584.507	283.378	301.129
07 Castilla y León	2.383.139	1.173.114	1.210.025
08 Castilla - La Mancha	2.049.562	1.026.128	1.023.434
09 Cataluña	7.763.362	3.819.831	3.943.531
10 Comunitat Valenciana	5.058.138	2.491.394	2.566.744
11 Extremadura	1.059.501	523.976	535.525
12 Galicia	2.695.645	1.297.301	1.398.344
13 Madrid, Comunidad de	6.751.251	3.229.700	3.521.551
14 Murcia, Región de	1.518.486	760.362	758.124
15 Navarra, Comunidad Foral de	661.537	327.465	334.072
16 País Vasco	2.213.993	1.076.385	1.137.608
17 Rioja, La	319.796	157.823	161.973
18 Ceuta	83.517	42.208	41.309
19 Melilla	86.261	43.603	42.658
Fuente:			
Instituto Nacional de Estadística			

2. Principales sistemas gestores de bases de datos

Ya hemos visto una definición de lo que es un SGBD, pero necesitamos conocerlos por su nombre, cuáles son los más utilizados actualmente y cuáles son los que vamos a emplear a lo largo de este curso.

Los SGBD relacionales más empleados y conocidos actualmente son: Oracle, MySQL, MS SQL Server, PostgreSQL, DB2, MS Access, SQLite. Puedes ver una lista, actualizada cada mes, con los SGBD que más se usan en el mercado en el sitio web <https://db-engines.com/en/ranking>.

Rank			DBMS	Database Model
Aug 2023	Jul 2023	Aug 2022		
1.	1.	1.	Oracle	Relational, Multi-model
2.	2.	2.	MySQL	Relational, Multi-model
3.	3.	3.	Microsoft SQL Server	Relational, Multi-model
4.	4.	4.	PostgreSQL	Relational, Multi-model
5.	5.	5.	MongoDB	Document, Multi-model
6.	6.	6.	Redis	Key-value, Multi-model
7.	8.	8.	Elasticsearch	Search engine, Multi-model
8.	7.	7.	IBM Db2	Relational, Multi-model
9.	9.	9.	Microsoft Access	Relational
10.	10.	10.	SQLite	Relational

De todas estas posibilidades, a lo largo de este curso trabajaremos con MySQL y SQLite, por ser ambos muy utilizados y demandados. En el caso de SQLite destaca su sencillez y potencia, siendo un SGBD muy usado para realizar tests y probar bases de datos. Al final del curso también veremos MongoDB, que es un SGBD no relacional. No obstante, el lenguaje que utilizaremos es estándar, de modo que podrá ser empleado en otros SGBD diferentes.

Debemos tener en cuenta que prácticamente todos los **SGBD** incorporan las mismas **funciones**, entre las que podemos destacar:

1. Permitir a los usuarios almacenar datos, acceder a ellos y actualizarlos de forma sencilla.
2. Garantizar la integridad de los datos. Por ejemplo, que si un alumno pertenece a un grupo, entonces ese grupo existe.

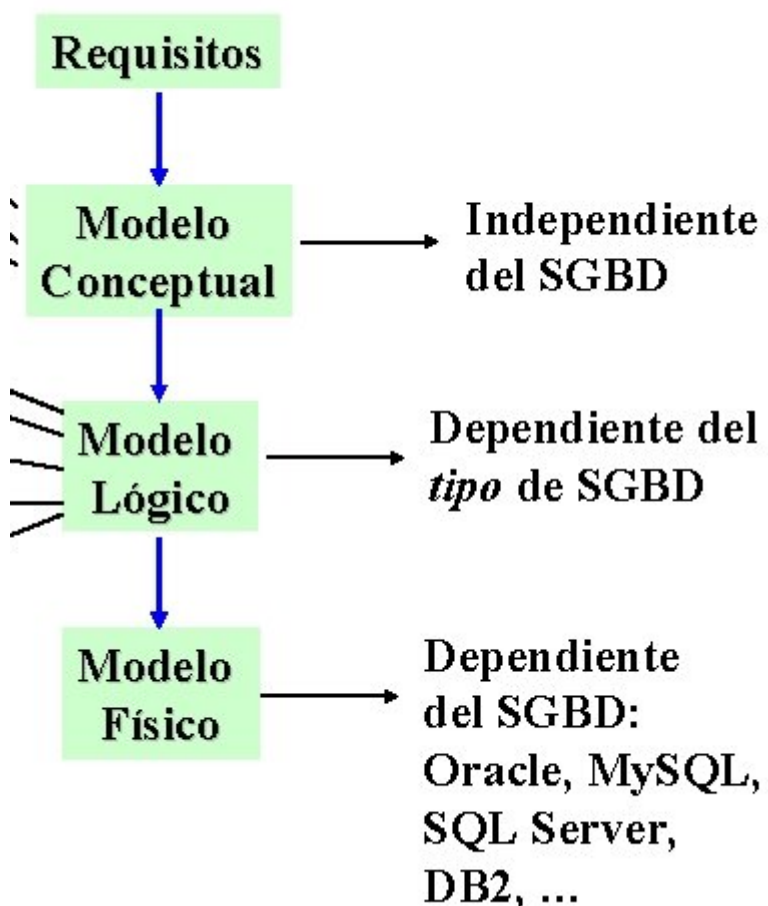
3. Integrar, junto con el sistema operativo, un sistema de seguridad para el acceso a la información. Por ejemplo, pidiendo usuario y contraseña para su acceso.
4. Incluyen herramientas para la monitorización de la base de datos, para analizar y controlar el comportamiento de la misma.
5. Permiten acceso simultáneo de varios usuarios a la misma información. Bloqueando la lectura de un dato a los usuarios mientras se escribiendo por otro usuario.
6. Garantizan la independencia de los datos de la aplicación que los está utilizando. Podremos cambiar a otro SGBD y la aplicación deberá seguir funcionando igual.
7. Incorporan herramientas para realizar copias de seguridad de la información y su restauración cuando sea necesario.

3. Creación de una base de datos

Las bases de datos representan la información perteneciente a un contexto del mundo real. Para crear una base de datos inicialmente debemos estudiar dicho contexto, para después crear un modelo que nos permita plasmar en una base de datos la información que se maneja.

La representación de la realidad de un problema en una base de datos es un proceso que suele realizarse en tres pasos:

- **Primer paso.** Elaboración de un Modelo Conceptual.
- **Segundo paso.** Paso al Modelo Lógico.
- **Tercer paso.** Obtención del Modelo Físico.



Veamos las características de cada uno de ellos.

3.1. Modelo Conceptual

Durante la elaboración del modelo conceptual debemos tener en cuenta que el modelo que resulte de nuestro trabajo debe ser independiente del SGBD que vayamos a utilizar posteriormente.

Además, el modelo se crea con elementos que puedan ser fácilmente comprensibles por los usuarios (generalmente no serán informáticos) del contexto real que estamos plasmando en nuestro modelo, de forma que pueda servir para dialogar sobre el funcionamiento actual y futuro del sistema con las personas que desarrollan o van a desarrollar dicha actividad. La herramienta más empleada por elaborar un modelo conceptual de datos es el **modelo Entidad-Relación** (otros autores los llaman Entidad/Interrelación) de [Peter Chen](#). Este modelo fue creado en 1976 y, aunque hay otros modelos, continúa siendo el más utilizado.

3.2. Modelo Lógico

A partir del modelo conceptual de datos del punto anterior elaboraremos el modelo lógico mediante la aplicación de una serie de reglas en función del tipo de sistema gestor de bases de datos que vayamos a emplear para almacenar nuestra información. Existen diferentes tipos de SGBD, si bien los dos principales son el relacional y el no-relacional.

En el paso a modelo lógico hemos decidido qué tipo de SGBD utilizaremos, pero aún no hemos seleccionado cuál. El modelo obtenido en este paso debe ser viable para cualquier SGBD relacional o SGBDR (RDBMS en inglés) de los que hay en el mercado.

3.3. Modelo Físico

A partir del modelo lógico de datos obtendremos el modelo físico. Este modelo se adaptará al SGBD específico de la base de datos que hayamos seleccionado para almacenar la información.

Estudiaremos cómo crear físicamente los diferentes elementos obtenidos a partir del modelo físico en la base de datos seleccionada.

4. Modelo conceptual

Para realizar el diseño conceptual utilizaremos el **modelo Entidad-Relación** (en adelante E-R). Este modelo fue introducido por Peter Chen en 1976 y se basa en el estudio de las entidades (objetos) que forman parte del sistema, de sus características y de las relaciones que existen entre esas entidades. Este estudio se plasmará de forma gráfica en unos diagramas E-R.

Originalmente, el modelo E-R solo incluía los conceptos de entidad, atributo y relación. Más tarde, se añadieron otros conceptos, como los atributos compuestos, los atributos multivaluados y las jerarquías de generalización, en lo que se ha denominado **modelo Entidad-Relación extendido**.

A continuación veremos los diferentes elementos que componen los diagramas E-R:

4.1. Entidades

El primer paso para elaborar nuestro modelo será descubrir las entidades.

Una **entidad** es cualquier objeto concreto o abstracto del cual podremos almacenar información.

Elementos concretos pueden ser: un coche, un socio de una biblioteca, un libro, un cliente, una mesa, etc. Otros elementos abstractos que pueden ser entidades son por ejemplo: una idea, un sueño, un proyecto que aún no se ha llevado a cabo, etc. También hay otros que, aunque pueden ser más tangibles, algunas veces no son tan evidentes. Por ejemplo: una inversión en bolsa, un divorcio, una sentencia judicial, una declaración de un testigo, etc.

Las entidades usan sustantivos, tales como Pedido, Cliente, Venta, Artículo. Todo dependerá del contexto en el que estemos trabajando.

Para cada elemento que encontremos debemos preguntarnos si nos interesa guardar información sobre él y, en caso afirmativo, lo incluiremos como una posible entidad. Puede ocurrir que al final no sea necesaria y la descartemos, pero aconsejamos que inicialmente sea incluido todo aquello que nos parezca oportuno, puesto que ya tendremos tiempo después de filtrarlo.

Ejercicio 1

¿Qué entidades se te ocurren que puedan existir en un centro educativo?

SOLUCIÓN. Posibles entidades: Alumnos, Profesores, Aulas, Asignaturas, Notas, etc.

4.2. Ocurrencia

Una **ocurrencia** es un elemento concreto de una entidad.

Ejemplo 1

Supongamos una entidad Pedido formada por los pedidos realizados por los clientes a una empresa determinada. Por ejemplo, serían ocurrencias:

- El pedido número 1201 realizado por Pepe Ruiz el día 28/08/2023
- El pedido número 1202 realizado por Blanca García el día 29/08/2013
- Etc.

Cada pedido es una ocurrencia de la entidad Pedido.

Ejemplo 2

Supongamos la entidad Clientes, que son los que realizan los pedidos a una empresa. Por ejemplo, serían ocurrencias:

- El cliente Pepe Ruiz es autónomo con sede fiscal en Polígono industrial Vara de Quart de Valencia y con CIF: B1234567890
- La cliente Blanca García es un particular con domicilio en Plaza Zocodóver 17 de Toledo y con el NIF: 123456789A
- Etc.

Ejercicio 2

Indica al menos una entidad y una ocurrencia de cada uno de los siguientes contextos:

- Una academia de estudios.
- Una liga de balonmano.
- Una agencia de viajes.
- Una frutería.
- Una empresa de alquiler de bicicletas.

SOLUCIÓN

- Academia de estudios. Entidad: Profesor; Ocurrencia: Maestro Yoda, cuya especialidad es el uso de la fuerza.
- Liga de balonmano. Entidad: Jugador; Ocurrencia: Paco López, que juega en la posición de pivote.
- Agencia de viajes. Entidad: Vuelo; Ocurrencia: VLC-MAD, con un precio de 120 euros.
- Frutería. Entidad: Producto; Ocurrencia: Naranjas navelate, con origen Valencia.
- Empresa de alquiler de bicicletas. Entidad: Bicicleta; Ocurrencia: BH de montaña, con frenos de disco.

4.3. Relaciones

Una **relación**, también llamadas interrelación, representa una asociación o correspondencia entre entidades. Es el elemento que nos permitirá relacionar las ocurrencias de las diferentes entidades. La representación gráfica de una relación es un rombo y en su interior se escribe el nombre de la relación, que suele ser un verbo o una acción verbal.

Por ejemplo: qué pedidos pertenecen a un cliente, qué coche ha sido vendido por qué comercial, etc.

Se denomina **grado** de una relación al número de entidades que participan en esa relación.

Relaciones de grado 2

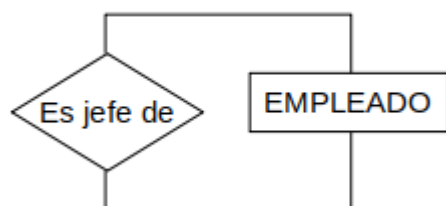
Veamos un ejemplo que aparece en la gran mayoría de las empresas en las que existen varios departamentos y cada uno de los empleados pertenece a un determinado departamento. Tenemos dos entidades: por un lado Empleado y por otro lado Departamento. La asociación que utilizamos en este caso es Pertenece; es decir, los empleados pertenecen a departamentos.



En el ejemplo anterior hay dos entidades que están asociadas por una relación, por lo que en este caso estaríamos hablando de una relación de grado 2 (también llamadas **Binarias**). Lo más habitual es encontrar relaciones de grado 2; sin embargo, también podemos encontrar otros grados.

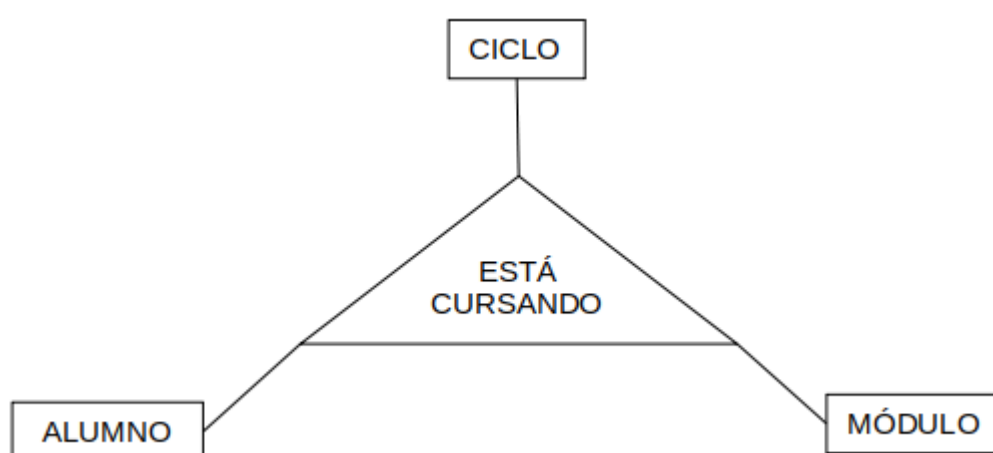
Relaciones de grado 1

También llamadas **Reflexivas** o Unarias. Son en las que una relación crea una correspondencia entre unas ocurrencias de una entidad con otras ocurrencias de la misma entidad. Por ejemplo, la relación "Es jefe de" con la entidad Empleado. Algunos empleados son jefes de otros empleados.



Relaciones de grado 3

También llamadas **Ternarias**. En estas relaciones intervienen tres entidades. Por ejemplo:



Relaciones de grado n

Aunque es muy poco frecuente, podemos encontrarnos relaciones que asocien cuatro entidades. En ese caso sería una relación de grado 4 y así sucesivamente hasta grado n.

Ejercicio 3

En el ejercicio anterior te pedimos entidades y ocurrencias, ahora necesitamos que sugieras, al menos, una entidad más por contexto y la relación entre esa entidad y la que propusiste. Indica el grado correspondiente para cada relación encontrada. Por ejemplo: Instituto (entidad: Profesor; entidad: Alumno; Relación: ImparteClase).

Si no has encontrado las entidades, aquí te sugerimos algunas posibles. Por supuesto, no son las únicas, seguro que tú has encontrado más, algunas iguales o similares y otras distintas. Genial, todo está bien.

- Una academia de estudios. Posibles entidades: profesores, estudios, cursos, asignaturas o módulos, alumnos, exámenes, etc.
- Una liga de balonmano. Posibles entidades: entrenadores, equipos, partidos, jugadores, goles, árbitros, tarjetas, etc.
- Una agencia de viajes. Posibles entidades: clientes, tipos de viajes, destinos, medios de transporte, hoteles, empresas de traslado, seguros, etc.
- Una frutería. Posibles entidades: productos, empleados, horarios de trabajo, tiques de compra, envíos a domicilio, etc.
- Una empresa de alquiler de bicicletas. Posibles entidades: gamas/modelos de bicicletas, bicicletas, revisiones, seguros, clientes, precios, temporadas, etc.

SOLUCIÓN

- Academia de estudios. (entidad: Profesor; entidad: Asignatura; relación: Imparte)
- Liga de balonmano. (entidad: Jugador; entidad: Partido; relación: Jugar).
- Agencia de viajes. (entidad: Vuelo; entidad: Pasajero; relación: Viajar).
- Frutería (entidad: Producto; entidad: Cliente; relación: Comprar).
- Empresa de alquiler de bicicletas. (entidad: Bicicleta; entidad: Cliente; relación: Alquilar).

4.4. Participación

Continuando con el modelo entidad relación, ahora, a partir de dos entidades relacionadas vamos a establecer su participación.

La **participación** de una ocurrencia de una entidad indica, en una pareja de números, el mínimo y el máximo número de veces que puede aparecer en la relación asociada a otra ocurrencia de entidad.

Las posibles participaciones son:

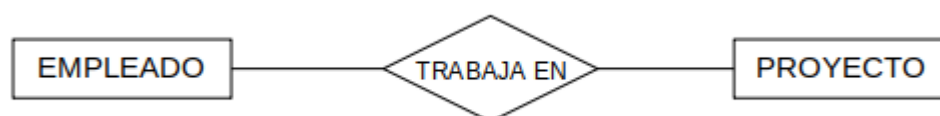
Participación	Significado
(0,1)	Mínimo 0, Máximo 1
(1,1)	Mínimo 1, Máximo 1
(0,n)	Mínimo 0, Máximo n o muchos
(1,n)	Mínimo 1, Máximo n o muchos

Ejemplo práctico

Supongamos que tenemos la entidad Empleado y la entidad Proyecto asociadas por la relación "Trabaja en". La participación nos mostrará el número mínimo y máximo de proyectos en los que un empleado puede trabajar y, por otro lado, indicará en un proyecto cuál es el número mínimo y máximo de empleados que pueden trabajar en él.

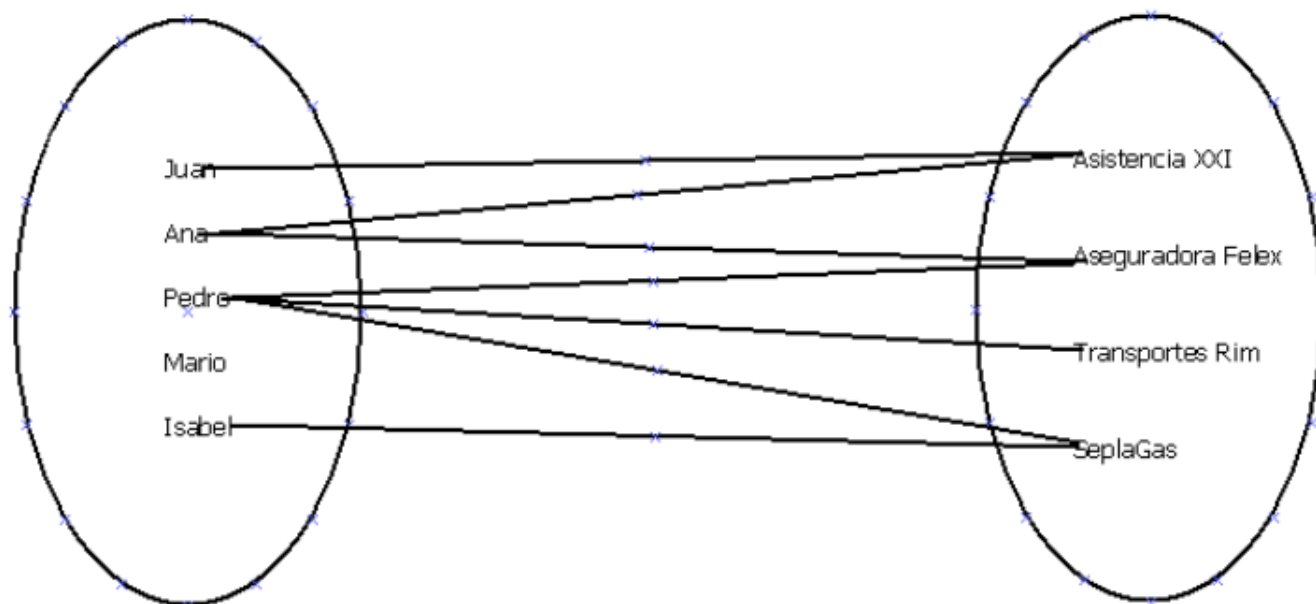
Supongamos que preguntamos en la empresa quienes son sus empleados y nos dan 5 nombres (Juan, Ana, Pedro, Mario e Isabel) y por otro lado preguntamos cuántos proyectos tienen y nos dan 4 nombres de proyectos (Asistencia XXI, Aseguradora Félex, Transportes Rim y SeplaGas).

Para ver la participación debemos (esto solo lo hacemos ahora para comprender el concepto, después saldrá de forma automática) preguntar al cliente en qué proyecto trabaja cada uno de los empleados y dibujar los dos conjuntos, así como las líneas que muestran la correspondencia de la relación "Trabaja en".



Como podemos observar, Juan trabaja en un proyecto, Ana en dos, Pedro en tres, Mario

en ninguno e Isabel en uno. Por otro lado, en Asistencia XXI trabajan dos empleados, en aseguradora Félez otros dos empleados, en Transportes Rim un empleado y en SeplaGas dos empleados.



Una vez analizado el resultado debemos realizar las siguientes preguntas que responderemos nosotros con los conocimientos adquiridos de nuestras conversaciones con el cliente. En caso de duda, volveremos a preguntar al cliente o estudiaremos cómo ha funcionado la empresa, etc.

Empleados. Posibles preguntas:

- ¿Un empleado tiene que estar siempre trabajando en un proyecto o puede estar sin trabajar en ninguno? En este caso podemos observar que existe un empleado (Mario) que no trabaja en ningún proyecto. Siempre que realicemos estas preguntas debemos fijarnos en la escala temporal, no solo tenemos que preguntarnos por el momento actual, también por el pasado y por el futuro. Por ejemplo, al contratar un nuevo empleado ¿tendrá o no tendrá ya un proyecto en el que trabajar? Cuando finalice un proyecto ¿los empleados de ese proyecto ya estarán trabajando en otro o podrá haber un tiempo mientras son reasignados a otro proyecto?, etc. De esta forma obtendremos la participación mínima: un 0 si el empleado puede estar en algún momento sin estar trabajando en un proyecto y un 1 si un empleado va a estar trabajando en uno como mínimo.
- Para obtener la participación máxima debemos preguntarnos ¿un empleado puede trabajar como máximo en un proyecto o puede trabajar en más de un proyecto? En nuestro diagrama está claro que Ana y Pedro están trabajando en más de un proyecto.

Para obtener la participación máxima seleccionaremos un 1 si un empleado puede trabajar como máximo en un proyecto o n si puede trabajar en más de un proyecto.

Después de estas preguntas obtendremos la **participación de los empleados**, en este caso será **(0,n)**.

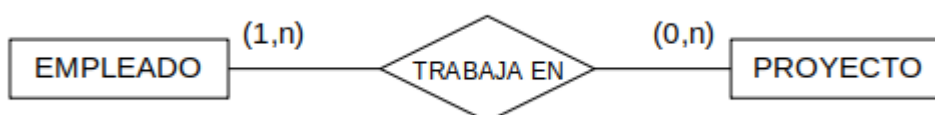
Proyectos. Posibles preguntas:

- Ahora realizaremos unas preguntas similares para los proyectos. En un proyecto ¿siempre tiene que haber al menos un empleado que trabaja en él? En nuestro caso, consideraremos que después de hablar con los clientes, nos han dicho que siempre antes de crear un proyecto se ha asignado un responsable que va a trabajar en él. Esto nos indica que todo proyecto siempre tendrá al menos un empleado que trabaja en él. La participación mínima en este caso será un 1.
- En un proyecto ¿solamente puede estar trabajando un empleado o puede haber proyectos en los que trabajen varios empleados? Como podemos apreciar en los conjuntos, hay proyectos en los que están trabajando varios empleados. La participación máxima en este caso será n.

Con la respuestas de estas preguntas obtendremos la **participación de los proyectos**, en este caso será **(1,n)**.

Colocaremos la participación junto a nuestro diagrama E-R. La participación de los empleados respecto a los proyectos se colocará junto a la entidad Proyectos, y la participación de los proyectos respecto a los empleados se colocará junto a la entidad Empleados.

Aunque parece que lo estamos colocando al revés, no es así; se coloca de esta forma para que su lectura sea sencilla. De este modo podemos leer de izquierda a derecha que un Empleado Trabaja en 0 o n Proyectos. Y de derecha a izquierda podemos leer que en un Proyecto Trabajan de 1 a n Empleados.



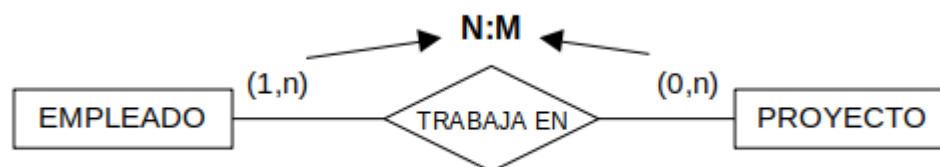
4.5. Cardinalidad

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.

Veamos el ejemplo del punto anterior. Para obtener la cardinalidad tomaremos el valor máximo de cada uno de los pares de las participaciones obtenidas separados por el símbolo dos puntos.

- Para la primera vemos cuál es el valor máximo de $(1,n)$, en este caso será **n**.
- Para la segunda vemos cuál es el valor máximo de $(0,n)$, en este caso será **n**.
- El valor de la cardinalidad serán los valores obtenidos separados por el símbolo dos puntos, **N:N**. No obstante, si dejamos los dos valores con n puede dar lugar a error, suponiendo que la cardinalidad debe ser la misma en toda correspondencia. Por ello en estos casos una de las n se cambia por m y la **cardinalidad** sería **N:M**.

El resultado sería:



De modo que un empleado puede trabajar en m proyectos y en un proyecto pueden trabajar n empleados.

4.6. Relaciones de grado 2. Participación y tipos de cardinalidad

Veamos con unos ejemplos los diferentes tipos de cardinalidades que podemos encontrar.

4.6.1. Primer tipo (Cardinalidad 1:1)

Partimos de las entidades Empleado y Departamento y la relación "Es jefe de".



Buscamos la **participación**. Un empleado puede ser jefe de un departamento o no serlo, pero nunca podremos encontrar un empleado que sea jefe de más de un departamento. La participación será (0,1). Por otro lado, un Departamento siempre tendrá asignado un jefe de departamento y en un departamento no puede haber más de un jefe. La participación en este caso será (1,1).

Por último obtenemos la **cardinalidad** con el valor máximo de cada participación. El máximo de (1,1) es 1 y el máximo de (0,1) es 1. Luego la cardinalidad que obtenemos será 1:1.



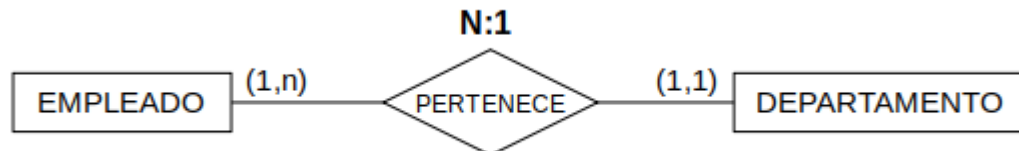
4.6.2. Segundo tipo (Cardinalidad 1:N)

Partimos de las entidades Empleado y Departamento y la relación "Pertenece a".



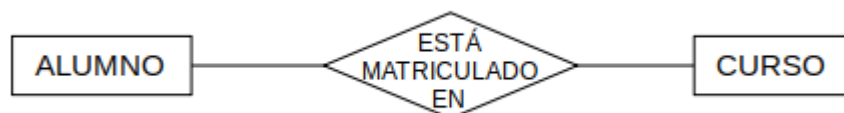
Buscamos la **participación**. Un empleado debe pertenecer a un departamento y solo a un departamento. La participación será (1,1). Por otro lado, un Departamento siempre tendrá al menos un empleado, aunque lo más normal es que en un departamento trabajen varios empleados. La participación en este caso será (1,n).

Por último obtenemos la **cardinalidad** con el valor máximo de cada participación. El máximo de (1,1) es 1 y el máximo de (1,n) es n. Luego la cardinalidad que obtenemos será N:1.



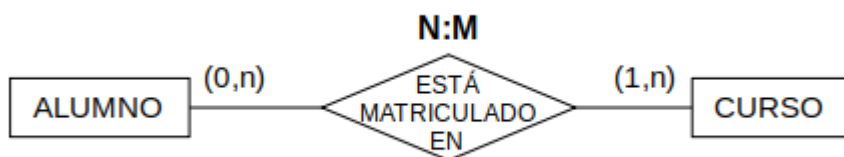
4.6.3. Tercer tipo (Cardinalidad N:M)

En este caso vamos a plantear las entidades Alumnos y Cursos y la relación "Está matriculado en".



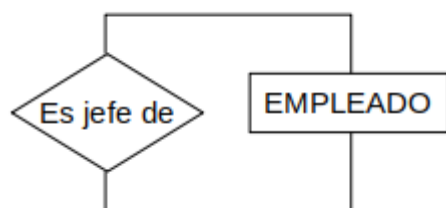
Calculamos la **participación**. Un alumno debe estar matriculado en un curso o en varios, luego la participación será $(1,n)$. Por otro lado, en un Curso puede no haber alumnos matriculados (por ejemplo es un curso nuevo) o puede haber varios alumnos que lo estén realizando. La participación será $(0,n)$.

Por último obtenemos la **cardinalidad** con el valor máximo de cada participación. El máximo de $(0,n)$ es n y el máximo de $(1,n)$ es n . Luego la cardinalidad que obtenemos sería $n:n$ y tal como comentamos en el punto anterior lo representaremos como $N:M$.



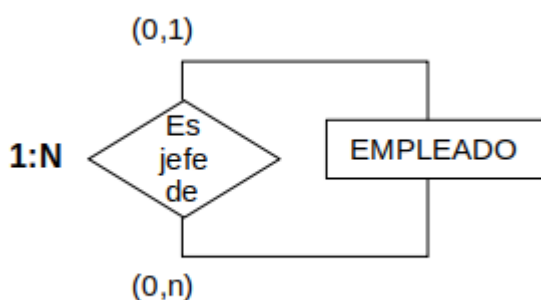
4.7. Relaciones de grado 1. Participación y cardinalidad

El procedimiento es el mismo que en las relaciones binarias; la única diferencia es que en ambos extremos de la relación la entidad es la misma. Disponemos de la entidad Empleado y la relación con ella misma "Es jefe de".



Buscamos la **participación** de esta relación. Un empleado es jefe de 0 empleados (cuando no es jefe) o de n empleados (cuando es jefe). Luego la participación será $(0,n)$. Por otro lado, un empleado siempre tendrá un jefe (1), excepto el jefe máximo que no tendrá nadie de quien dependa (0). La participación será $(0,1)$.

Obtenemos la **cardinalidad** a partir de los valores máximos de sus pares; en este caso será 1 y n , quedando 1: N .



4.8. Relaciones de grado 3. Participación y cardinalidad

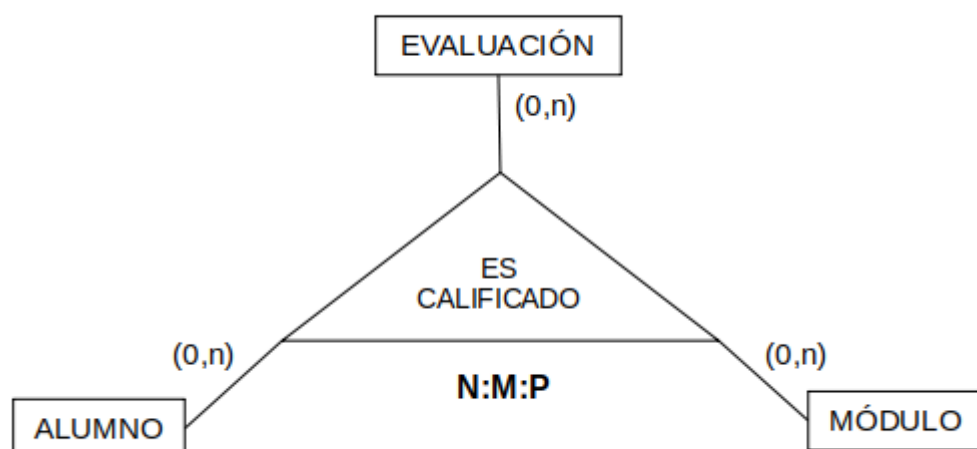
La **participación** en una relación de grado tres no es tan fácil de averiguar como en las de grado 2 o grado 1. Para ello debemos tomar una de las entidades y combinar las otras dos entidades. Después, tomamos otra de las entidades y vemos su correspondencia con las otras dos combinadas y así sucesivamente.

Supongamos que tenemos una relación de grado tres llamada "Es calificado" que relaciona a los Alumnos, con los Módulos y con las Evaluaciones. La metodología a seguir será la siguiente: fijaremos una ocurrencia de dos de las entidades y preguntaremos por la tercera:

- Dado un alumno y un módulo, ¿en cuántas evaluaciones se le puede calificar a ese alumno de ese módulo? Puede tener un mínimo de 0 si el alumno no se presenta a ninguna evaluación de ese módulo o varias (0,n).
- Dado un alumno y una evaluación, ¿de cuántos módulos será calificado ese alumno en esa evaluación? Es posible que el alumno no se haya presentado a ningún módulo, y por lo tanto no haya sido calificado en ninguno, aunque lo normal es que se le califique de los módulos que cursa (0,n).
- Dado un módulo y una evaluación, ¿cuántos alumnos serán calificados de ese módulo en esa evaluación? Puede tener un mínimo de 0 si no se presentara ningún alumno o lo normal es que se presenten muchos alumnos (0,n).

Cuando trabajamos con participaciones en relaciones de grado 2, la participación de una entidad se coloca al otro lado de la relación. Sin embargo, cuando el grado es 3 o superior, eso no se puede hacer, pues la **participación** es respecto de las otras dos entidades combinadas. Por ello, **se deja junto a la misma entidad**.

Para obtener la **cardinalidad** obtenemos el máximo de cada uno de los pares: máximo de (0,n) es n, máximo de (1,n) es n y por último máximo de (0,n) también es n. Quedaría N:N:N. Al igual que en las de grado 2, para indicar que no tiene que ser el mismo número de ocurrencias las que se correspondan, cambiaremos las letras quedando N:M:P.



IMPORTANTE

La participación mínima en una relación de grado tres no tiene el mismo significado que en las relaciones binarias. Por ejemplo, la participación mínima de 0 que hay al lado de la entidad “Alumno” no significa -en ningún caso- que haya alumnos que no participen en la relación ternaria.

Lo que significa es que dado un par módulo-evaluación, puede tener un mínimo de 0 si no se presenta ningún alumno. Ahora bien, **todas las ocurrencias de la relación tienen un elemento de cada entidad (3). Para relacionar sólo 2 de las entidades se necesita OTRA relación distinta.**

4.9. Atributos

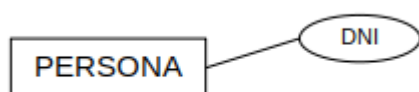
Los **atributos** son las propiedades o características que deseamos guardar de una entidad o de una relación. Los atributos se representan como elipses conectadas al elemento al que pertenecen.

Los atributos permiten representar las propiedades de los objetos del sistema de información así como de las asociaciones entre ellos. En el modelo E-R los atributos se representan con elipses nominadas unidas por un arco a la entidad o relación a la que describen.

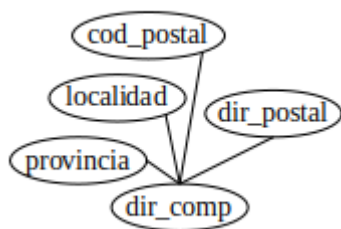
Podemos distinguir **diferentes tipos**.

a) Según su estructura

- **Simple.**

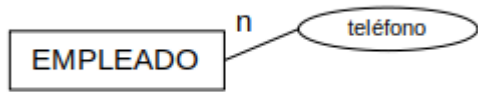


- **Compuesto** o Estructurado. Los valores se componen de otros valores (que pueden ser de cualquier tipo). Este caso se representa uniendo con arcos las elipses de los atributos con las elipses de los atributos que lo componen.



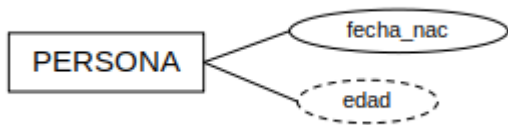
b) Según el número máximo de valores que puede tomar el atributo para cada ocurrencia de entidad o de relación

- **Multivaluado.** Puede tomar n valores como máximo. Se representa etiquetando el arco con una n (o con una constante numérica si el máximo está limitado). Por ejemplo, el Teléfono. Es posible que un empleado tenga más de un número de teléfono.



c) Dependiendo del tipo de información que representa

- **Derivado.** Información que puede obtenerse a partir de otra información. Se representa con una elipse de trazos discontinuos.



5. Restricciones de integridad

Para dar mayor capacidad expresiva al modelo E-R, la definición de entidades y relaciones puede enriquecerse con la inclusión de algunas restricciones que limitan el conjunto de ocurrencias válidas. Estas restricciones se pueden definir sobre atributos, sobre entidades y sobre relaciones.

5.1. Restricciones de dominio

Estas restricciones limitan el conjunto de valores que puede tomar un atributo. Para ello se definen dominios como tipos de datos que se asocian a cada atributo. Por ejemplo: una cadena de caracteres, un valor entero, un valor real, una fecha, un valor lógico (verdadero o falso), una imagen, etc. Para todos los atributos de una Entidad o Relación debemos elegir su dominio.

Un **dominio** es la naturaleza del dato de un atributo de una entidad o relación.

Ejemplo práctico

Para los atributos de la entidad Persona siguiente:



Atributo	Dominio
DNI	Cadena de longitud 10
nombre	Cadena de longitud 50
altura	Número entero

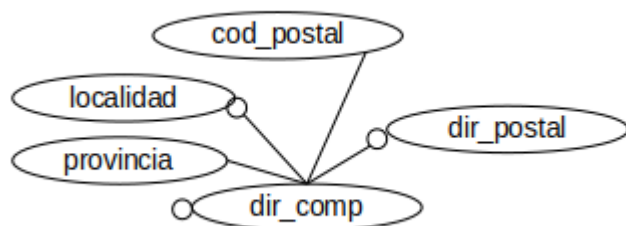
En el caso de los atributos derivados se debe incluir además la expresión de derivación.

5.2. Restricciones de valor no nulo

Se representa con un círculo pequeño sobre el extremo del arco que se une a la elipse. Indica que ese atributo deberá tomar siempre valor para cada ocurrencia de la entidad o relación que cualifica.



En el caso de que un atributo compuesto tenga restricción de valor no nulo, al menos alguno de sus componentes debe tener la misma restricción.



5.3. Restricciones de unicidad

Representa el hecho de que las distintas ocurrencias de una entidad o relación deben tomar valores distintos para el atributo (o conjunto de atributos) que tienen esta restricción. Se representa subrayando de manera DISCONTINUA.

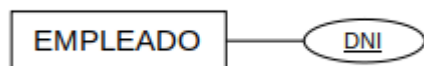
Por ejemplo, en la entidad Empleado no puede repetirse ninguna ocurrencia que tenga el mismo DNI ni tampoco el mismo número de Seguridad Social.



5.4. Restricciones de identificación

Esta restricción reúne la restricción de unicidad y la de valor no nulo. Se representa subrayando con una línea continua el atributo o conjunto de atributos que la tienen y puede también encontrarse en una relación. **En cada entidad hay SIEMPRE una restricción de identificación** (formada por uno o varios atributos) que se denomina “**clave primaria**” o “**clave principal**”.

Por ejemplo, en la entidad Empleado no puede haber 2 ocurrencias con el mismo DNI (puesto que no puede repetirse) y, además, todo empleado debe tener un DNI.



6. Entidades débiles

Cuando una entidad participa en una relación puede adquirir un papel fuerte o débil.

Una **entidad fuerte** es aquella que posee un atributo o conjunto de atributos que la identifican de manera única.

Una **entidad débil** es aquella que no puede existir sin participar en la relación; es decir, aquella que no puede ser unívocamente identificada solamente por sus atributos. Una entidad débil necesita de otra entidad para poder existir; es decir, si no existe la entidad fuerte, la débil tampoco podría existir.

Podemos reconocer una entidad débil B por su dependencia de la otra entidad A. Para ello podemos preguntarnos: si borramos una ocurrencia de la entidad A, ¿será necesario borrar también las ocurrencias relacionadas de la entidad B (la débil)?

Si la respuesta es afirmativa, estamos verificando una dependencia. Por ejemplo, mantener los movimientos de una cuenta bancaria no tiene sentido si eliminamos la cuenta bancaria, o mantener las líneas de detalle que forman una factura no tendrá sentido si se elimina la factura. En estos casos las entidades Movimientos y Líneas de factura son candidatas a ser entidades débiles. Además, la relación que aparece entre estas dos entidades también es una relación débil, puesto que también depende de la entidad fuerte para su existencia.

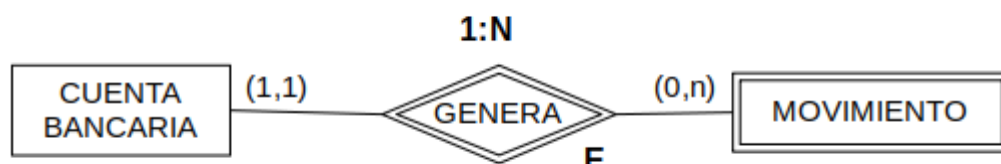
Estas relaciones débiles pueden ser de dos tipos:

- Dependencia de existencia.
- Dependencia de identificación.

6.1. Dependencia de existencia

Por ejemplo, en un ambiente bancario tenemos cuentas bancarias y tenemos movimientos bancarios. Obviamente, los movimientos bancarios no tienen sentido sin la existencia de cuentas bancarias. Existe una dependencia de existencia CON la entidad fuerte y se representa escribiendo una “E” al lado de la relación en la parte de la entidad débil, aunque hay distintas notaciones al respecto y puede estar dentro o fuera de la relación.

En el caso de las dependencias de existencia, ambas entidades disponen de una clave principal que identifica de manera unívoca cada ocurrencia de la entidad.



6.2. Dependencia de identificación

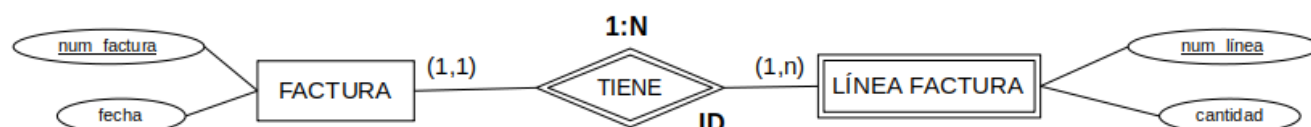
Este tipo de dependencia ocurre cuando, además de una dependencia de existencia, la entidad débil no dispone de una clave principal entre sus atributos y necesita añadir la clave principal de la entidad fuerte para formar su clave principal. Por tanto, la **dependencia de identidad siempre incluye a la de existencia**.

Se representa escribiendo "ID" al lado de la relación en la parte de la entidad débil, aunque hay distintas notaciones al respecto y puede estar dentro o fuera de la relación.

Ejemplo

Vamos a ver el típico ejemplo de facturación. En este caso la clave que utilizaremos para la entidad "Factura" es su "Número de factura" y la clave que formaremos en la entidad "Línea de Factura" será la clave compuesta "Número de factura" de la entidad fuerte más el "Número de línea" que indica la posición que ocupa en la factura. El atributo "Número de factura" no hay que ponerlo en la entidad "Línea de Factura" sino que lo coge a través de la relación.

Es posible que alguien se esté preguntando ahora mismo, ¿y por qué el "Número de línea" no es la clave principal de la entidad "Línea de Factura"? La respuesta es que las líneas de factura de cada factura siempre comienzan por 1, hasta el número de artículos que aparezcan en la misma. Por tanto, no se trata de un atributo único y no puede ser atributo clave.



7. Procedimiento del diseño conceptual

En este apartado vamos a presentar una guía a seguir para crear nuestro diseño conceptual de datos utilizando el modelo E-R. **Pasos:**

1. El primer paso es estudiar el problema hasta que seamos capaces de reproducir la situación de memoria. Es muy importante leer y releer la documentación de la que dispongamos (reuniones con el cliente, documentos de la empresa, informes que genera o necesita generar la empresa, etc.) hasta comprender completamente el funcionamiento del sistema que vamos a modelar, plantearnos todas las dudas que se nos ocurran e intentar buscar una solución justificada para cada una, con el fin de comprobarlo después con nuestro cliente (o con el profesor si se trata de un ejercicio de clase).
2. El segundo paso es buscar las posibles entidades que tendrá nuestro modelo. Puede ser que al principio no salgan todas o que pongamos entidades que después no serán necesarias. No hay problema, la creación del modelo conceptual de datos deberá ser revisada varias veces y en cada una de esas revisiones iremos depurando nuestro modelo hasta conseguir el modelo adecuado para la información que vamos a implantar en la empresa.
3. A partir de las entidades que hemos obtenido, buscamos las relaciones existentes entre ellas que puedan ser interesantes para la información que deseamos almacenar en nuestra base de datos. Al igual que en el punto anterior, puede ser que pongamos alguna de sobra o bien que nos falte alguna. En las sucesivas revisiones que haremos podremos ir mejorando nuestro modelo. Una vez localizadas las relaciones, buscaremos sus participaciones y su cardinalidad.
4. El siguiente paso será localizar los atributos de las entidades y de las relaciones que hayamos establecido en los puntos anteriores. Además, para cada entidad deberemos buscar las claves candidatas (puede ser un campo o un conjunto de campos) y de ellas elegir la clave principal de cada entidad (recuerda que si hay varias claves candidatas debemos elegir como principal aquella que tenga más sentido según el contexto con el que estemos trabajando). También debemos detectar los atributos compuestos y los elementos que los forman.
5. Una vez que tenemos todos los atributos especificaremos el dominio de cada uno de ellos.

Cuando hemos terminado el último paso tenemos el primer boceto de nuestro modelo de datos. Ahora se trata de un proceso de refinamiento. Debemos tomar nuestro modelo y toda la información del problema que estamos representando y verificar que toda la información relevante está reflejada en nuestro modelo. Si es así, habremos terminado con

este paso; si no lo es, revisaremos los pasos uno a uno hasta conseguir nuestro objetivo.

8. Bibliografía

- Bases de datos. ¿Qué son? Tipos y ejemplos. <https://ayudaleyprotecciondatos.es/bases-de-datos/>
- Iván López, M.^a Jesús Castellano. John Ospino. Bases de Datos. Ed. Garceta, 2a edición, 2017. ISBN: 978-8415452959
- Matilde Celma, Juan Carlos Casamayor y Laura Mota. Bases de datos relacionales. Ed. Prentice-Hall, 2003
- Cabrera Sánchez, Gregorio. Análisis y diseño detallado de aplicaciones informáticas de gestión. Ed. McGraw-Hill, 1st edition, 1999. ISBN: 8448122313



Obra publicada con [Licencia Creative Commons Reconocimiento Compartir igual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)