

MODELO ENTIDAD-RELACIÓN.

1. Caso práctico.



Una **compañía de seguros de automóviles** quiere crear una aplicación para gestionar el funcionamiento de su negocio. Contrata el trabajo con SI Andalucía, que se encargará de desarrollarla.

María, como casi siempre, es la encargada de realizar el análisis y diseño necesarios para poner en marcha la aplicación. Tras la reunión con los representantes de la empresa, a la que también acudió **José**, ha decidido que la aplicación va a sustentarse claramente sobre una base de datos, y lo primero que necesitan es hacer un modelo de la misma, un diseño, que es algo parecido a los planos sobre los que

luego se implantará la base de datos con un SGBD concreto. En esa reunión, fundamentalmente han estado recogiendo los requerimientos que los encargados de la empresa le han dado sobre el funcionamiento de su negocio y que, en lo relativo a los datos, se refleja en los siguientes supuestos semánticos:

- El elemento fundamental de información es la **póliza**, la cuál se identifica mediante un número único, tiene un tipo de seguro (a todo riesgo, a terceros, etc.), un importe de cobertura máxima y un estado (alta, baja, suspensión, etc.). La póliza pertenece a un único cliente (un cliente puede tener más de una póliza diferente) y referencia a un único vehículo y cada vehículo sólo puede tener una póliza.
- Los **clientes** se identifican mediante su NIF. Además se quiere guardar su nombre y apellidos, su teléfono, fecha de nacimiento, fecha de obtención del permiso de conducir y su dirección completa (calle, número, ciudad, código postal y provincia).
- De los **vehículos** es importante conocer su número de chasis, su matrícula, la marca, el modelo, la potencia, el año de fabricación y el color. Además un vehículo puede tener una serie de extras (alarma, radio, etc.) de los que guardaremos un código identificador y el nombre del extra.
- Una póliza puede tener una serie **personas autorizadas**, de las cuales se quiere tener su NIF, nombre y apellidos, fecha de nacimiento y relación con el cliente. Un autorizado sólo tendrá relación con un único cliente.
- Cuando se produce un **sinistro**, se crea un parte de accidente (identificado por un número de siniestro) donde se recoge la información del siniestro: datos de la póliza del cliente, datos del conductor (sólo puede ser el cliente, o alguien autorizado), fecha del siniestro, datos del taller donde se va a reparar el vehículo y fecha e importe de la reparación. Si el accidente es contra otro vehículo no se guardan ninguna información del vehículo contrario, si es de la misma compañía el cliente ya dará su propio parte de accidente.
- Los datos del **taller** que se almacenan serán, el nombre, la dirección y el teléfono además de un código identificador.



Tanto **María** como **José** son conscientes de que hacer un buen diseño de la base de datos les va a facilitar la tarea de desarrollar las aplicaciones que usarán esos datos, y también facilitará el mantenimiento de esas aplicaciones, de la base de datos, y de los propios datos que contiene. Por tanto, se proponen hacerlo con cuidado y meticulosidad, para que no se les escape ninguna información relevante, y poder cumplir con todos los requerimientos que los clientes les han planteado.

José le propone a **María** que aproveche la ocasión para que **Víctor** tome contacto con el modelo Entidad-Relación, que es el que van a usar, y que se vaya familiarizando con los conceptos de Entidades, Relaciones, Atributos, Cardinalidad, etc., al mismo tiempo que aprende a realizar por sí mismo el diagrama E-R a partir de los requerimientos que les plantean los clientes. A fin de cuentas, **María** empieza a tener mucho trabajo, y no le viene mal contar

con una ayuda en sus tareas de análisis y diseño. **Carmen** suele ayudarle, pero también suele estar bastante atareada con la codificación de distintas aplicaciones, por lo que no siempre puede echarle una mano. Ha llegado la hora de formar a **Víctor** para que asuma nuevas responsabilidades profesionales dentro de la empresa, y es imprescindible que aprenda todo lo relativo al modelo Entidad-Relación.



2. Introducción.

En la unidad anterior hemos visto algunos conceptos sobre Bases de Datos, pero de una manera general. ¿Te has preguntado en algún momento cómo se representan esos datos? ¿Cómo podemos recoger toda la información relativa a una determinada porción de la realidad (la semántica de un determinado sistema de información)? Pues la respuesta está en esta unidad.

¿Estáis preparados para adentraros en el mundo del modelo E/R?



Gracias al modelo conceptual Entidad-Relación, creado por Peter Chen en los años setenta, podemos representar el mundo real a través de una serie de símbolos y expresiones determinados. **El objetivo de este modelo es simplificar el diseño de bases de datos partiendo de las descripciones textuales de la realidad, que establecen los requerimientos del sistema**, es decir, obtener una representación de la realidad que capture las propiedades de la misma. Esta representación debe suponer una imagen fiel del comportamiento del mundo real.

Al tratarse de un modelo conceptual, éste no está orientado a ningún sistema físico concreto: tipo de ordenador, SGBD, sistema operativo... Tampoco tiene un objetivo informático claro, podría utilizarse para explicarle a un empleado cualquiera el funcionamiento de cualquier proceso de una forma natural y sencilla, por lo que debe ser un sistema de fácil comprensión para personas sin conocimientos informáticos. Además, las características actuales de este modelo favorecen la representación de cualquier tipo de sistema y a cualquier nivel de abstracción o refinamiento, lo cual da lugar a que se aplique tanto a la representación de problemas que vayan a ser tratados mediante un sistema informatizado como manual.

¿Qué crees que es lo primero que tenemos que hacer cuando vamos a crear una base de datos?

Lo primero será:

- **analizar el problema sobre el papel y**
- **pensar qué tipo de información necesitamos guardar**, o mejor dicho,
- **qué tipo de información necesitaremos obtener de nuestra base de datos.**



El modelado de bases de datos consiste justamente en realizar estas tareas.

PARA SABER MÁS

Si quieres conocer algo más acerca del trabajo del creador del Modelo Entidad-Relación, pulsa en los siguientes enlaces:

Publicaciones de Peter Chen

http://www.informatik.uni-trier.de/~lev/db/indices/a-tree/c/Chen:Peter_P=.html

Texto en el que aparece por primera vez el concepto de Modelo Entidad-Relación

<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=320434.320440>

Enlace al artículo original que publicó P.Chen para definir el modelo E/R

<http://bit.csc.lsu.edu/~chen/pdf/erd.pdf>

AUTOEVALUACIÓN:

Con el modelo Entidad-Relación se pretende:

- Representar una realidad mediante una técnica de diseño. (CORRECTA)
- Crear una base de datos independiente del sistema objeto de estudio.
- Crear una base de datos para un SGBD concreto.
- Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

3. Entidades y relaciones.

CASO.



María le explica a **Víctor** que el primer paso para elaborar el diagrama E-R para la base de datos con la información de la compañía de seguros de automóviles, que representará la solución diseñada para esta base de datos en concreto, es:

- encontrar las **entidades** que intervienen en el problema,

- las relaciones existentes entre esas entidades, y
- los atributos que tienen esas entidades y esas relaciones.

Le comenta que la tarea no es siempre fácil, y que incluso puede ser bastante complicada, pero que todo consiste en seguir el proceso adecuado, y en gran medida, usar la lógica y el sentido común, algo que requiere haber comprendido perfectamente el problema y los requerimientos que nos proporcionan los clientes. Es la información de partida sobre la que debemos comenzar el trabajo. Pero también es necesario haber entendido la teoría del modelo Entidad-Relación.



Tras las oportunas explicaciones, **Víctor** cree haber comprendido bastante bien, los conceptos de Entidad y Relación, y sigue con atención las explicaciones de **María** sobre lo que podemos hacer para determinar cuales son las entidades y relaciones del problema, así como los atributos.



Para las Entidades:

Se buscan los nombres o sustantivos que se mencionan que hacen referencia a objetos importantes.

También podemos identificar las entidades buscando aquellos objetos que existen por sí mismos. Por ejemplo, en el caso que nos ocupa, las entidades serían **POLIZA**, **CLIENTE**, **VEHICULO**, **EXTRA**, **AUTORIZADO**, **SINIESTRO** y **TALLER**.

Para las Relaciones:

Se suelen buscar las expresiones verbales (por ejemplo, en el caso de la compañía de seguros las Relaciones se obtienen así:

- **POLIZA** se relaciona con **CLIENTE** mediante una relación que podemos llamar '**tiene**'
- **POLIZA** se relaciona mediante '**referencia**' con **VEHICULO**,
- **VEHICULO** a su vez se relaciona con **EXTRA** mediante '**esta_equipado**'.
- Por otro lado, **CLIENTE** se relaciona mediante '**sufre_cli**' con **SINIESTRO**,
- al igual que **AUTORIZADO** que se relaciona mediante '**sufre_aut**' con **SINIESTRO**.
- Por último, **SINIESTRO** se relaciona mediante '**se_repara**' con **TALLER**.

¿Cuáles son los componentes del modelo Entidad-Relación?

Este modelo hace uso básicamente de tres conceptos:

- Entidades
- Relaciones entre dichas entidades y
- Atributos.

Además, para potenciar la capacidad expresiva del modelo Entidad-Relación se tiene en cuenta la definición de:

- atributos compuestos y los
- objetos especializados (o generalizados),

Todos estos conceptos definen lo que se conoce como **Modelo Entidad-Relación Extendido** (Modelo ERE) y serán explicados con detalle a lo largo de la unidad.



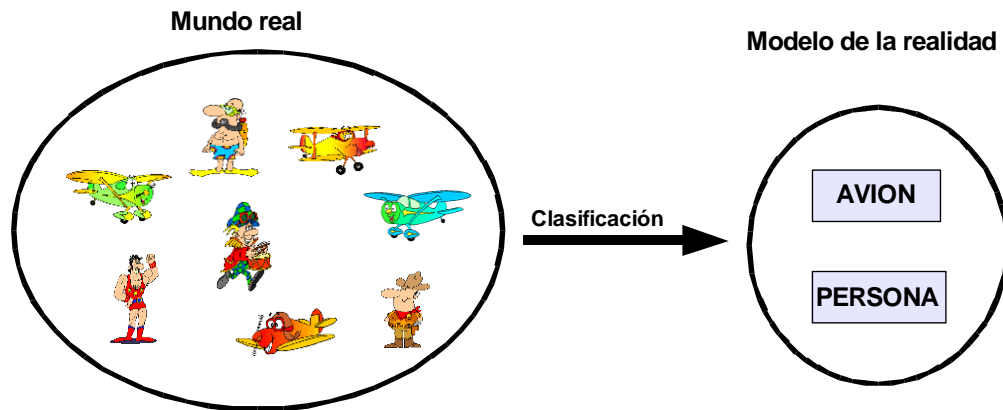
3.1 Entidades.



¿Para qué sirven las Bases de Datos? Hasta donde sabemos, para guardar información sobre las cosas del mundo real que nos interesan. Por tanto, ¿no crees que será necesario identificar esas cosas antes de guardar información sobre ellas?

Al observar la realidad que nos rodea podemos detectar el conjunto de objetos (físicos o abstractos) de los que queremos almacenar información. Haciendo uso de nuestra capacidad de clasificación podemos descubrir el conjunto de "**clases de objetos**" que son de interés en nuestro problema. Este mecanismo de abstracción, que la mayoría de

las veces usamos de manera inconsciente, permite centrarnos en los conjuntos de instancias, obviando las instancias concretas.



De esta manera podemos decir que **los componentes básicos de un sistema de información son los objetos o entidades de los que se quiere almacenar la información.**

Todos los objetos de una misma clase se representan con un tipo de Entidad concreto (por simplicidad, a partir de ahora las nombraremos como entidades simplemente), que se diferencia de otra entidad porque posee ciertas características que la hacen única.

Cada entidad tendrá una serie de instancias, que no son más que objetos, ocurrencias concretas de ese tipo de entidad.

Resumiendo podemos decir que **una entidad representa cualquier persona, suceso, evento o concepto** (en otras palabras, cualquier “cosa”) **sobre el que queramos almacenar información.**

Una entidad cumple las siguientes **propiedades**:

- **Tiene existencia propia.** Es decir, desde el punto de vista en el cual se estudia el sistema y al nivel de abstracción en que es considerado, la entidad existe como un elemento que interviene en el comportamiento global del sistema.
- **Es diferente del resto de las entidades** (objetos) que intervienen en el sistema de información.
- **Las entidades de un mismo tipo tienen características y propiedades similares.**



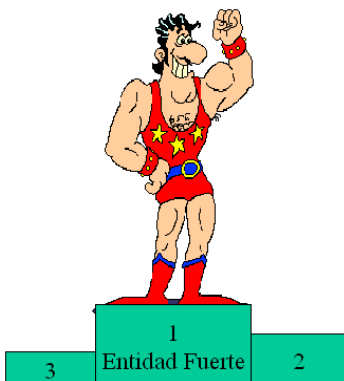
Las entidades las podemos clasificar en:

- **Entidades Fuertes**, o regulares.
- **Entidades Débiles.**

3.1.1 Entidades fuertes.

También llamadas “**Entidades Regulares**”. Son aquellas entidades que **existen por sí mismas**. La existencia de una instancia en la entidad no depende de la existencia de otras instancias en otra entidad. Por ejemplo "CLIENTE", "EMPLEADO". La existencia de instancias concretas de la entidad ‘EMPLEADO’ no depende de la existencia de objetos concretos de la entidad ‘CLIENTE’.

En el modelo E/R una entidad fuerte se representa con un rectángulo nominado, es decir con un rectángulo en cuyo interior aparece el ‘nombre’ de la entidad.



LIBRO

EMPLEADO

CLIENTE



Es importante tener en cuenta que el diseño E-R acabará materializado en objetos de un sistema gestor de bases de datos (SGBD), por lo que es interesante respetar los nombres utilizados en el diseño, razón por la que no se utilizan tildes en los nombres de los distintos componentes del modelo E-R, ya que los SGBD no suelen aceptar este tipo de caracteres como nombres de objeto válidos. Como verás a lo largo de la unidad, ningún componente tiene las tildes de su escritura habitual.

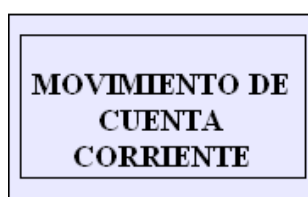
3.1.2 Entidades débiles.

Son aquellas entidades en las que se hace necesaria la existencia de instancias de otras entidades distintas para que puedan existir instancias en esta entidad. Un ejemplo claro de este tipo de entidades sería la entidad "MOVIMIENTO DE CUENTA CORRIENTE" que sólo existe si previamente existe la correspondiente 'CUENTA CORRIENTE'. Resulta evidente que la desaparición de una instancia de la entidad 'CUENTA CORRIENTE' provoca la desaparición de todas las instancias de 'MOVIMIENTO DE CUENTA CORRIENTE' que dependen de ella.



Por tanto, la existencia de una instancia de una entidad débil depende de la existencia de una instancia de la entidad fuerte con la que se relaciona.

En el modelo E/R una entidad débil se representa con un rectángulo doble nominado.



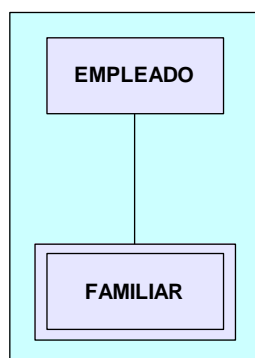
Para las entidades débiles, existen dos tipos de dependencia:

- **Dependencia en existencia (entre entidades).**

Si desaparece una instancia del tipo de entidad fuerte **deben desaparecer** las instancias de la **entidad débil** que dependen de ella. Se nota con una "E" en la relación débil.

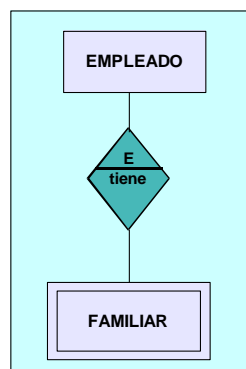
Es muy común que la dependencia represente únicamente con las dos involucradas, unidas mediante una distinguiendo la entidad débil rectángulo doble.

Si consideramos la entidad fuerte la débil FAMILIAR, está claro que FAMILIAR queda perfectamente necesidad de utilizar la clave entidad EMPLEADO, aunque si cualquier instancia de la entidad evidente que no tiene sentido instancias de la entidad estaban asociadas dicha instancia.



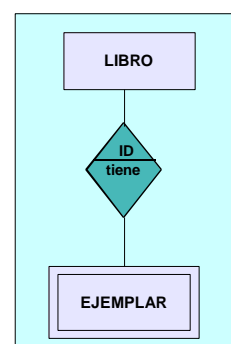
en existencia se entidades línea y mediante un

EMPLEADO, y cada instancia de identificada sin primaria de la eliminamos EMPLEADO, es mantener las FAMILIAR que



- **Dependencia en identificación.**

Se produce cuando además de la dependencia en existencia, una instancia del tipo de entidad débil **no se puede identificar por sí misma**, y debe hacerse mediante la clave de la entidad fuerte asociada. Su clave es (**clave_entidad_fuerte**, **clave_parcial**). Se nota con una "ID" en la relación débil. Si consideramos la entidad fuerte LIBRO, y la débil EJEMPLAR, está claro que cada instancia de EJEMPLAR no se puede identificar únicamente mediante sus atributos propios, y exige añadir la clave de la entidad LIBRO de la que depende, es decir para



identificar las instancias de un libro necesitamos el código del libro y un contador que nos diferencie cada instancia de EJEMPLAR.

Tanto las entidades fuertes como las débiles se nombran habitualmente con sustantivos en singular.

AUTOEVALUACIÓN:

Respecto a las entidades, puede afirmarse que:

- a) Para que exista una instancia de una entidad débil, debe existir previamente la entidad fuerte de la que depende. (CORRECTA)
- b) Si elimino un objeto de una entidad fuerte no es necesario que desaparezcan los objetos correspondientes de la entidad débil.
- c) Las entidades débiles no tienen porqué tener necesariamente una entidad fuerte relacionada.
- d) Las entidades fuertes pueden representar acciones de la realidad que nos rodea.

3.2 Relaciones.

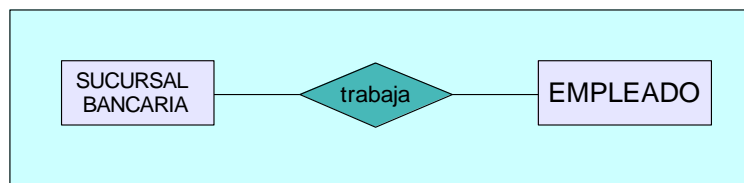


¿Te imaginas qué se puede representar mediante el nombre “RELACION”?

Efectivamente, los objetos de cualquier sistema de información se asocian unos con otros, siendo también de interés modelar estas conexiones, para ello se utilizarán los tipos de relaciones o por simplicidad **relaciones**, al igual que hemos simplificado en el caso de las entidades.

Se entiende por relación aquella asociación o correspondencia existente entre entidades.

Se representa mediante un rombo. Por ejemplo, la relación “trabaja” se establece entre un empleado y una sucursal bancaria, de forma que con eso queremos representar que un empleado trabajará en una sucursal bancaria, y que la sucursal bancaria es el lugar de trabajo del empleado, como se indica en la figura siguiente.



En las líneas que unen las entidades con las relaciones se puede escribir el **rol** o **papel** que desempeña una entidad en la relación en caso de que dicho papel no quede claro. Los nombres de rol se deben usar sobre todo en las relaciones reflexivas, para evitar ambigüedad.

Para definir una relación debemos tener en cuenta los siguientes elementos:

- **Nombre** de la relación.
- **Grado** de la relación.
- **Cardinalidad de la relación.**
- **Cardinalidades de las entidades.**

3.2.1 Nombre, grado y cardinalidad de una relación.



- **Nombre:** Como todo objeto del modelo E/R, cada relación tiene un nombre que la distingue claramente del resto y mediante el cual ha de ser referenciada. Habitualmente se utiliza un verbo en forma singular. (Trabaja, tiene, produce, etc)
- **Grado:** Es el número de entidades que participan en una relación. Más adelante lo analizaremos con detalle.
- **Cardinalidad de la relación (Tipo de correspondencia):** Es el número máximo de instancias de cada entidad que pueden intervenir en una instancia de relación que se está tratando. En la representación gráfica aparece como una etiqueta con 1:1, 1:N, N:1 o N:M, que se leen respectivamente como **uno a uno**, **uno a muchos**, **muchos a uno** y **muchos a muchos**.
-

Veamos esto con algunos ejemplos:

- **Uno a uno**, es el caso de las entidades HOMBRE, MUJER y la relación ‘está casado’ en nuestra sociedad. Un hombre sólo puede estar casado con una mujer, y viceversa.
- **Uno a muchos**, es el caso de las entidades EMPRESA, EMPLEADO y la relación ‘trabaja’. Es evidente que en una empresa concreta trabajan muchos empleados, pero un empleado sólo trabaja en una empresa concreta. (No contemplamos la posibilidad del pluriempleo en nuestra empresa, y exigimos dedicación exclusiva a nuestros trabajadores).
- **Muchos a muchos**, es el caso de las entidades CLIENTE, ARTÍCULO y la relación ‘compra’. Un cliente puede comprar diferentes artículos y un artículo puede ser comprado por diferentes clientes.

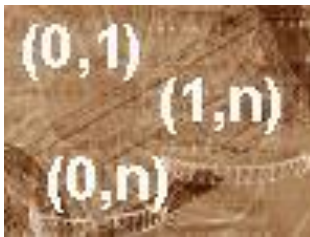
PARA SABER MÁS

Para tener más información acerca de la cardinalidad de las relaciones, pulsa en el siguiente enlace:

Cardinalidades de las relaciones

http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_entidad-relación#Cardinalidad_de_las_relaciones

3.2.2 Cardinalidades de las entidades.



Las **cardinalidades de las entidades** se definen como el número máximo y mínimo de instancias de una entidad que pueden estar relacionadas con una instancia de otra u otras entidades que participan en la relación. Su representación gráfica es una etiqueta del tipo (0,1), (1,1), (0,N) o (1,N), según corresponda. Así, por ejemplo, si a un departamento pertenecen de 0 a n empleados, en la entidad EMPLEADO aparecerán las cardinalidades (0,n); en el otro sentido, podemos suponer que un empleado tiene que pertenecer obligatoriamente a un departamento y a lo sumo a uno, por lo que las cardinalidades de DEPARTAMENTO serán (1,1).

Aunque en este momento parezca que los conceptos “cardinalidad de una relación” y “cardinalidad de una entidad” son muy similares, su existencia se hace necesaria para la transformación del diagrama E/R al modelo relacional, como veremos en la siguiente unidad, donde realmente se va a desarrollar esos conceptos.

Al igual que las entidades, las relaciones se clasifican también en:

- **Fuertes.** Asocian dos entidades fuertes.
- **Débiles.** Asocian una entidad débil con otra fuerte.

PARA SABER MÁS

Puedes obtener más información acerca de las relaciones débiles y fuertes en el enlace siguiente:

Relaciones fuertes y débiles

<http://www.cs.us.es/cursos/bd/tema-BD-2.pdf>

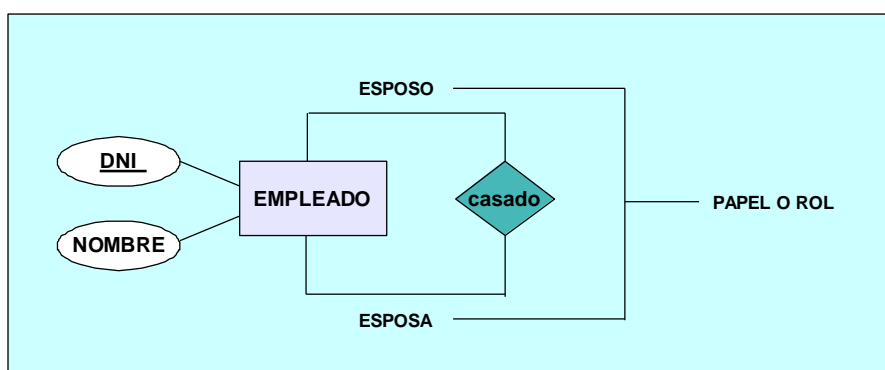
3.2.3 Distintos grados de una relación.

Hemos visto que el grado de una relación es el número de entidades que participan en dicha relación, pero ¿qué tipos de relaciones podemos establecer atendiendo a su grado?

Podemos distinguir los siguientes **tipos de relaciones** según su grado:

- **Unaria:** Es aquella relación en la que participa una única entidad. Mira el ejemplo de la figura:

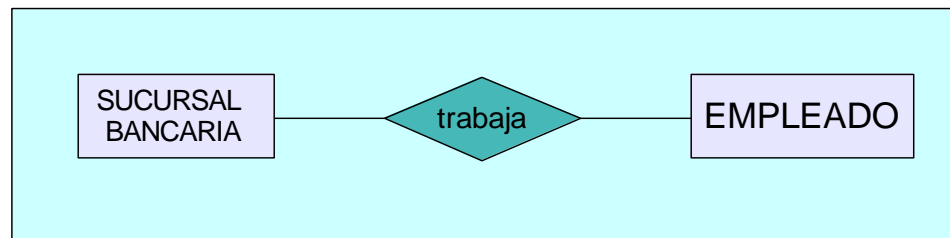
En él se expresa que dos empleados pueden relacionarse entre sí, de forma que uno es el esposo y el otro la esposa. También se aprecia que los atributos del



empleado son el DNI y el NOMBRE, pero eso es otra historia.

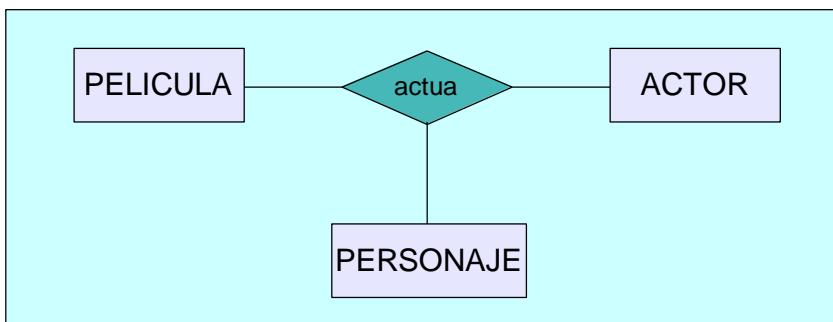
- **Binaria:** Es aquella relación en la que participan dos entidades, es el tipo más habitual de relación. Mira el ejemplo de la figura:

En él se expresa que un empleado se relaciona con una sucursal bancaria, que es en la que trabaja. También puede verse como que una sucursal bancaria se relaciona con un empleado cuando ese empleado trabaja en es sucursal bancaria.



- **Ternaria:** Es aquella relación en la que participan tres entidades al mismo tiempo. Mira el ejemplo de la figura:

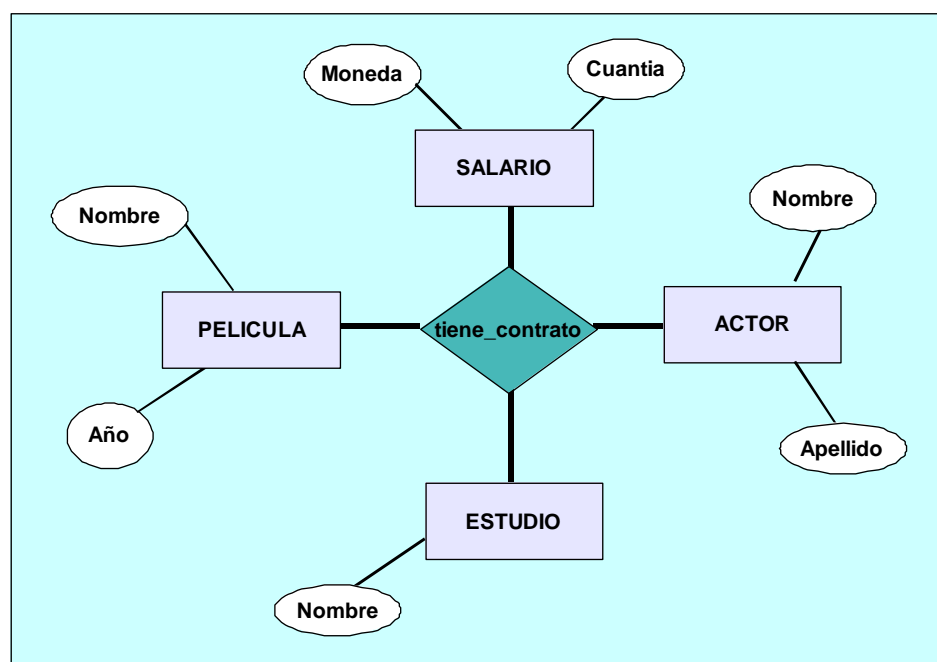
En él se expresa que una película se relaciona con un actor que ha interpretado un determinado personaje de los que forman parte del guión. O que un personaje se relaciona con la película de la que forma parte y con el actor que lo interpreta. O que un actor se relaciona con el personaje que interpreta y con la película en la que interviene... a fin de cuentas son distintas formas de decir lo mismo.



- **N-aria:** Es aquella relación en la que participan **n** conjuntos de entidades. Es muy poco frecuente su aparición y debe disminuirse el grado de la relación para hacer más intuitivo el modelado de nuestro sistema a representar.

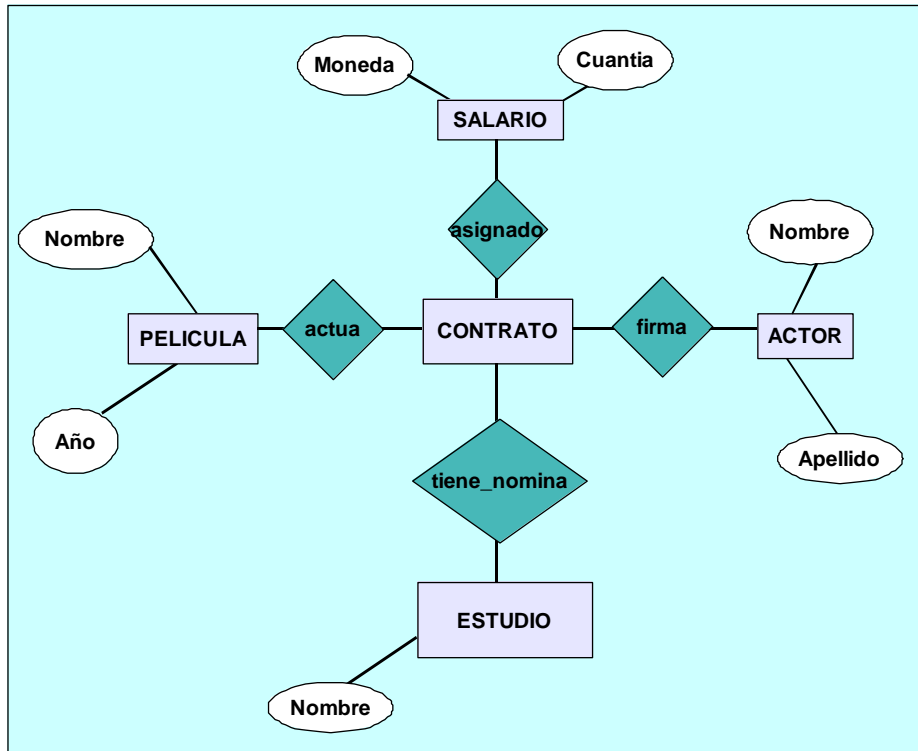
Si consideramos por ejemplo una relación de orden 4, como la de la figura, veamos cómo podemos disminuir su orden.

En principio las relaciones que expresa el diagrama son más o menos evidentes. Un actor se relaciona con una película en la que interviene, que es producida por un estudio, y lo hace a cambio de un determinado salario de la tabla salarial que tienen establecida en ese estudio, y todas esas relaciones son en realidad contractuales, es decir, derivadas de contratos. (Podríamos incluso haberlo complicado más manteniendo la entidad personaje, pero no hay que pasarse, que estamos empezando)



¿Cómo podemos disminuir el grado de esa relación?

Es muy sencillo. Sustituimos la relación 'tiene_contrato' por una entidad nueva llamada CONTRATO y convertimos todas las relaciones en binarias de la manera que puede apreciarse en la figura:



Ahora, cada entidad de PELÍCULA, SALARIO, ESTUDIO y ACTOR se relaciona con las demás entidades sólo y exclusivamente a través de la entidad CONTRATO. Así un actor firma un contrato, para una película que produce un determinado estudio, que lo tiene en nómina, a cambio de un determinado salario que tendrá asignado. Evidentemente, un estudio se relacionará con muchos actores con los que tendrá contrato, y con muchas películas que son las que produce, y pagará diversos salarios. También podemos decir que una película se relacionará con un único estudio que es el que la produce, y que será el único que ha firmado contratos con actores para esa película (normalmente será así, aunque podríamos suponer que varios estudios se pueden asociar para producir una misma película). La película se relaciona con muchos actores, que son los que han firmado contrato para intervenir en esa película, y con muchos salarios, que son los que establecen los contratos de los distintos actores que intervienen en ella...Y podríamos seguir así... A fin de cuentas son distintos puntos de vista sobre una misma realidad, y distintas formas de contarla.

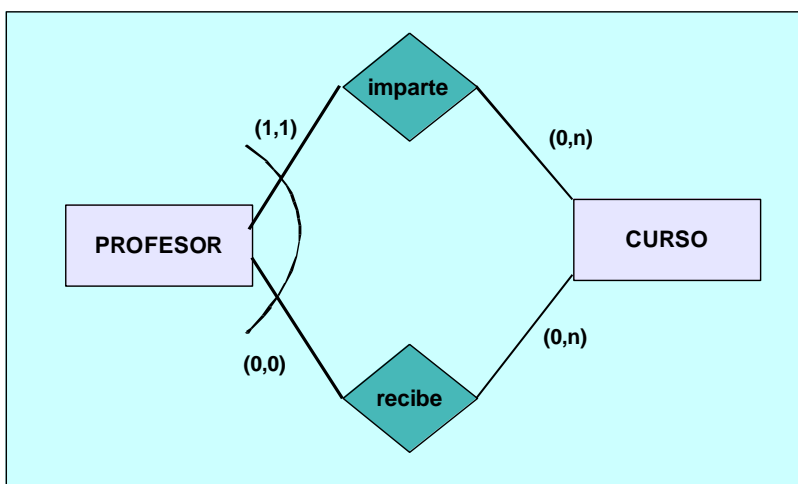
3.2.4 Restricciones derivadas del modelo Entidad-Relación Extendido (ERE).



Gracias al modelo Entidad-Relación Extendido podemos considerar ciertas restricciones acerca de las relaciones que el modelo Entidad-Relación no contemplaba y que nos permite representar con mayor exactitud determinados comportamientos de las entidades, y sus correspondientes relaciones.

- **Relaciones con restricciones de Exclusividad.**

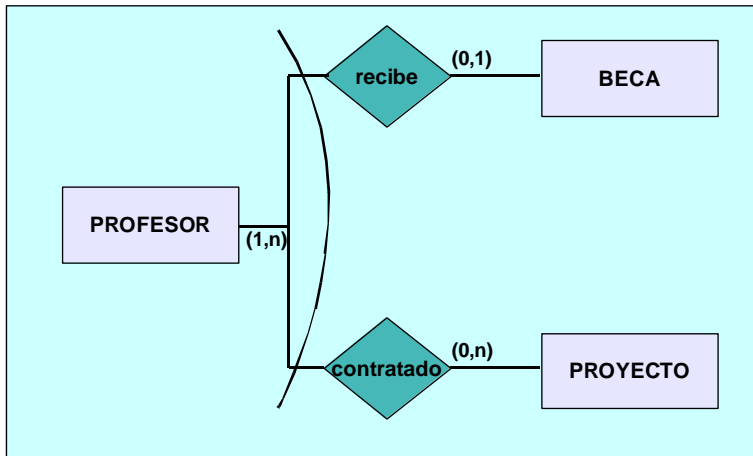
Se dice que dos (o más) relaciones tienen una **restricción de exclusividad** con respecto a una entidad que participa en ambas relaciones cuando cada instancia de dicha entidad sólo puede pertenecer a una de las relaciones, pero en el momento en que pertenezca a uno ya no podrá formar parte del otro.



Por **ejemplo**, si suponemos que un profesor puede impartir cursos de doctorado o recibirlos, pero no ambas cosas, tendríamos una relación "Imparte" y otra "Recibe", entre PROFESOR y CURSO, con una restricción de exclusividad entre sí. En la siguiente figura se muestra la representación

de la exclusividad. El arco señala las relaciones que son exclusivas.

El significado de la figura anterior es el siguiente: un profesor puede impartir, o no, cursos de doctorado (0,n), y puede o no, recibirlos (0,n), pero si un profesor imparte estos cursos no puede recibirlos y viceversa. Un curso de doctorado es impartido por un solo profesor (1,1), pero a él pueden asistir varios profesores o ninguno (0,n).



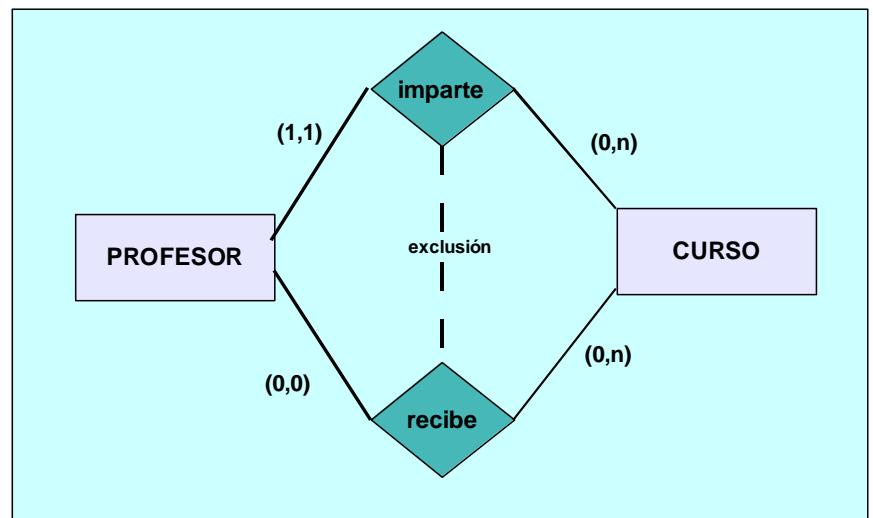
Las relaciones exclusivas no tienen que serlo respecto al mismo tipo de entidad (en este caso CURSO), sino que podrían serlo respecto a diferentes tipos.

El significado de esta figura es el siguiente: un profesor puede recibir, o no, una beca (1,n), y puede o no, ser contratado en un proyecto (0,n), pero si un profesor recibe una beca, no puede ser contratado en un proyecto.

- **Relaciones con restricciones de Exclusión.**

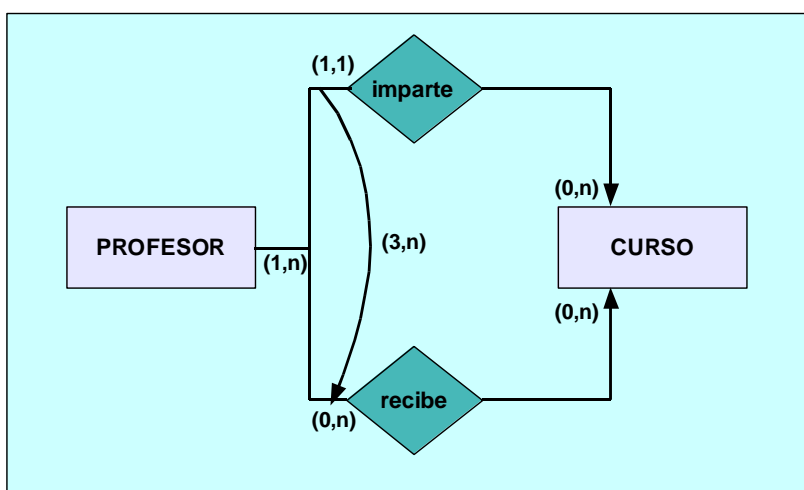
La restricción de exclusión en el ejemplo anterior indicaba que un profesor

podía impartir o recibir cursos, pero no ambas cosas. Si el profesor no es doctor podrá recibir cursos de doctorado y en caso contrario impartirlos. Supongamos ahora que se permite a un profesor ya doctor matricularse en cursos aunque él, a su vez, esté impartiendo otros cursos. En este caso la restricción que debemos imponer es que un profesor no esté impartiendo y recibiendo el mismo curso. Es decir, que toda instancia de PROFESOR que esté unida a una instancia de CURSO mediante la relación **Imparte**, no podrá estar unida a la misma instancia de CURSO mediante la relación **Recibe**. En este caso decimos que existe una restricción de exclusión y se representa como se ve en la figura.



- **Relaciones con restricciones de Inclusividad.**

Supongamos ahora que se desea imponer la restricción de que sólo pueden impartir clases en nuestro programa de doctorado aquellos profesores que

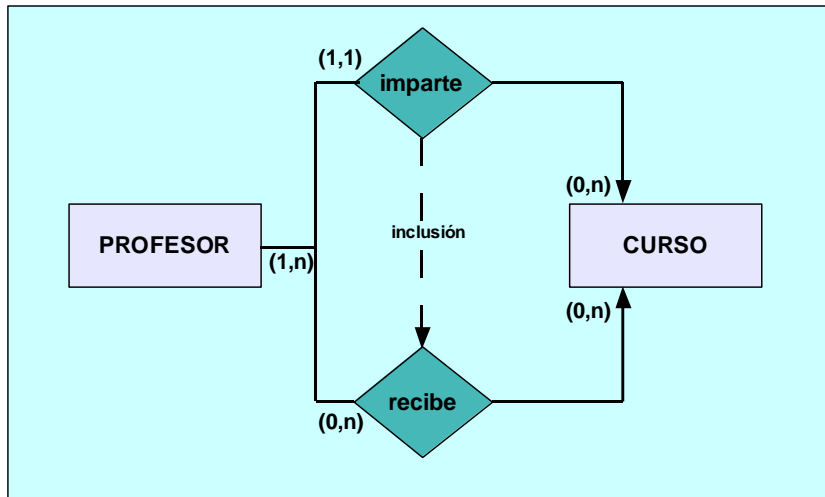


hayan realizado al menos un curso dentro de este mismo programa, aunque no tiene porqué ser el mismo que él imparte. Aplicamos entonces una restricción de **inclusividad** entre dos relaciones (o más) con respecto a una de las entidades que participa en ambas relaciones, **por lo cual toda instancia de dicho tipo de entidad que participa en una de las relaciones tiene necesariamente que participar en la otra.**

En este ejemplo se representa que si un profesor participa en la relación **imparte** tiene que participar

necesariamente en la relación **recibe** (todo profesor que imparte un curso tiene que figurar como receptor de algún otro). La cardinalidad sobre la flecha de inclusividad (3,n), indica el número mínimo y máximo de cursos que tiene que recibir un determinado profesor para que se le permita impartir cursos (en este caso, antes de impartir un curso, debe haber recibido al menos 3 veces, sin que haya límite superior)

- **Relaciones con restricciones de Inclusión.**



A veces es preciso imponer una restricción más fuerte: si un profesor imparte un curso es porque previamente ha tenido que recibir dicho curso. Aplicamos pues una restricción de inclusión, por la cual toda instancia de PROFESOR que esté unida a una instancia de CURSO mediante la relación **Imparte**, tiene necesariamente que estar unida a la misma instancia de CURSO mediante la relación **Recibe**.

AUTOEVALUACIÓN:

Marca la opción correcta para completar la siguiente sentencia:
Las relaciones en el modelo Entidad-Relación,...

- Sólo pueden unir dos entidades diferentes.
- No pueden existir entre una entidad fuerte y una débil.
- Pueden tener atributos. (CORRECTA)
- Pueden estar unidas a otra relación directamente.

En el modelo Entidad-Relación Extendido, puede afirmarse que...

- Existen ciertas restricciones sobre las relaciones que permiten una representación más fiel de la realidad. (CORRECTA)
- No es posible representar la exclusividad entre dos relaciones que unen dos entidades.
- Podemos representar la restricción de inclusión para dos relaciones. (CORRECTA)
- Todas las respuestas anteriores son correctas.

4. ATRIBUTOS.

CASO.



María y Víctor siguen completando el diseño de la base de datos que quedará reflejado en el correspondiente diagrama Entidad-Relación. La próxima tarea que les ocupa es encontrar todos los atributos significativos para cada una de las entidades y relaciones que han encontrado previamente.

María le explica que para identificar esos Atributos lo que debe tenerse en cuenta es lo siguiente:

Son **atributos** los nombres que identifican propiedades, cualidades, identificadores o características de entidades o relaciones. Por

ejemplo en nuestro caso, para las entidades los atributos son:



- Para la entidad **POLIZA**, tenemos los atributos 'cod_poliza', 'tipo_seguro', 'importe_cobertura' y 'estado'.
- Para la entidad **CLIENTE**, tenemos los atributos 'NIF', 'nombre', 'apellidos', 'telefono', 'fecha_nacimiento', 'fecha_carnet' y 'direccion'.
- Para la entidad **VEHICULO**, tenemos los atributos 'matricula', 'marca', 'modelo', 'potencia', 'chasis', 'anno_fabricacion' y 'color'.
- Para la entidad **EXTRA**, tenemos los atributos 'cod_extra' y 'nombre'.
- Para la entidad **AUTORIZADO**, tenemos los atributos 'NIF', 'nombre', 'apellidos', 'fecha_nacimiento' y 'relacion_cliente'.
- Para la entidad **SINIESTRO**, tenemos los atributos 'nº_siniestro' y 'fecha'.
- Para la entidad **TALLER**, tenemos los atributos 'cod_taller', 'nombre', 'direccion' y 'telefono'.

Para las relaciones han encontrado a partir del enunciado que:

- la relación '**se_repara**' tiene dos atributos, '**importe**' y '**fecha**' (de la reparación). Víctor no lo ve claro, y le pregunta a María por qué no están en la entidad **SINIESTRO**. **María le explica** que debido a considerar estos dos atributos en la relación puede contemplarse el caso de que una reparación tenga lugar en distintas fechas y talleres. Si estos atributos estuvieran en la entidad **SINIESTRO** no cabría dicha posibilidad, y todas las reparaciones deberían efectuarse en el mismo momento y por un único importe.



María le explica a Víctor que también hay que tener en cuenta si los atributos son simples o compuestos, o si son obligatorios u opcionales, monovalentes o polivalentes, su cardinalidad, buscar si alguno de ellos es un atributo derivado y una serie de conceptos adicionales que empieza a explicar con detalle, mientras Víctor escucha con atención, porque le ve mucho sentido a todo lo que María le cuenta.

Como ya hemos visto en ocasiones anteriores en esta unidad, los nombres de los distintos componentes del modelo Entidad-Relación son muy intuitivos, y dan una idea muy explícita de su naturaleza.

¿Qué es para ti un atributo?

Un atributo es cualquier detalle que sirve para calificar, identificar, clasificar, cuantificar o expresar el estado de algo, en nuestro caso de una entidad, es decir un atributo es cualquier descripción de una característica de importancia.



Un atributo puede ser un texto, un color, un dibujo, un sentimiento, etc., según la información que sea necesaria sobre la entidad que queremos guardar. Cuando los atributos toman un valor, señalan una instancia particular de la entidad.

Los atributos de una entidad se representan mediante elipses o círculos etiquetados, que se conectan por una línea recta a la entidad que califica, cada uno de los

cuales tiene que tener un nombre único y que haga referencia a su contenido. Los nombres de los atributos deben ir en minúsculas.

Cada **atributo** tiene un conjunto de valores asociados denominado **dominio**. El dominio define todos los valores posibles que puede tomar un atributo. Generalmente, los dominios nos sirven para limitar el tamaño de los atributos. Puede haber varios atributos definidos sobre un mismo dominio.

En general los **dominios** serán más bien amplios, aunque cuando se lleva a cabo la implementación de la base de datos para un sistema gestor de bases de datos es preferible restringir los dominios lo más posible de manera que el gestor de bases de datos automáticamente haga algunas verificaciones sobre los datos que se almacenan, para asegurar la integridad de los mismos.



4.1 Tipos de atributos.



¿Pero son iguales todos los atributos?

¿Existe alguna característica que diferencie unos de otros?

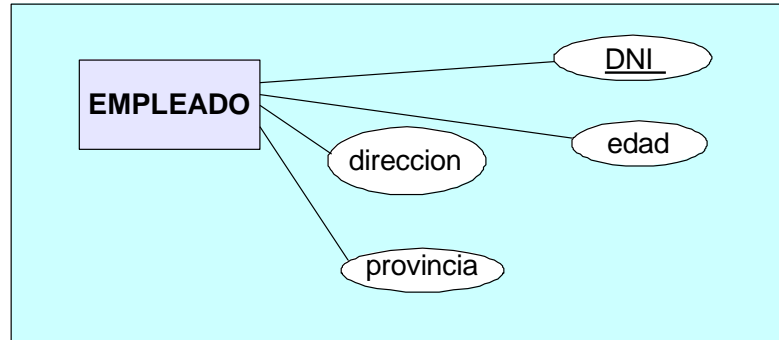
Algunos de los atributos de una entidad son especiales.

- De partida es necesario distinguir y definir cuáles de ellos son obligatorios y cuáles opcionales para la correcta definición de la entidad, y esta distinción es la primera clasificación que podemos hacer de los atributos.

- Un **atributo obligatorio** (identificador) es aquél que siempre debe estar definido para la entidad. Está claro que si tenemos una entidad EMPLEADO, un atributo obligatorio de esa entidad debe ser 'DNI', ya que gracias al DNI

tenemos perfectamente identificadas todas y cada una de las instancias de esa entidad. Los atributos obligatorios constituyen lo que se conoce como **clave o llave**.

- Un **atributo opcional**, en cambio, puede quedar sin definir para algunas de las instancias de la entidad. En el caso de la entidad EMPLEADO un atributo opcional podría ser 'edad', que es un atributo que no es imprescindible para la identificación de las instancias de la entidad. En general, es deseable que la mayor cantidad de atributos posible se definan como obligatorios, puesto que permite simplificar mucho algunas operaciones, al tiempo que asegura una mejor integridad de los datos. En apartados posteriores estudiaremos estos tipos de atributos con más detenimiento.

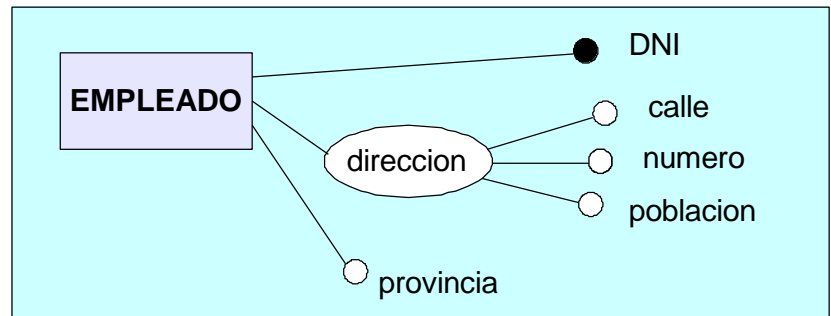


En la figura puede apreciarse que el atributo DNI aparece **subrayado** para expresar que se trata de un atributo obligatorio mientras que los demás, que no son obligatorios, no aparecen subrayados.

➤ Otra clasificación que se puede realizar de los atributos es si son **simples o compuestos**.

- Un **atributo simple** es un atributo que tiene un solo componente, que no se puede dividir en partes más pequeñas que tengan un significado propio, un ejemplo claro sería el DNI de una persona.
- Un **atributo compuesto** es un atributo con varios componentes, cada uno con un significado por sí mismo, por ejemplo si consideramos la dirección de una persona como la unión de la calle donde vive, el número y la población. Un grupo de atributos se representa mediante un atributo compuesto cuando tienen afinidad en cuanto a su significado, o en cuanto a su uso.

En la figura se aprecia la forma de representar los atributos simples y los compuestos, al mismo tiempo que se indica si son obligatorios o no. DNI es simple y obligatorio, y por eso se representa con un círculo sombreado. Dirección es un atributo compuesto, que consta de varios componentes simples no obligatorios (calle, número, población). Finalmente, provincia es un atributo simple no obligatorio.



➤ Los atributos también pueden clasificarse según los valores que toman en **monovalentes o polivalentes**.

- Un **atributo monovalente** es aquél que tiene un solo valor para cada instancia de la entidad o relación a la que pertenece, como es el caso del DNI en nuestro ejemplo.
- Un **atributo polivalente** es aquél que tiene varios valores para cada instancia de la entidad o relación a la que pertenece, como es el caso del atributo 'teléfono' en nuestro ejemplo podríamos estar interesado en guardar la información del teléfono de casa, el móvil y el que tenemos en el trabajo. A estos atributos también se les denomina **multivaluados**, y pueden tener un número máximo y un número mínimo de valores.



La **cardinalidad de un atributo** indica el número mínimo y el número máximo de valores que puede tomar para cada ejemplar de la entidad o relación a la que pertenece.

La **cardinalidad mínima** indica la cantidad de valores del atributo que debe existir para que la entidad sea válida.

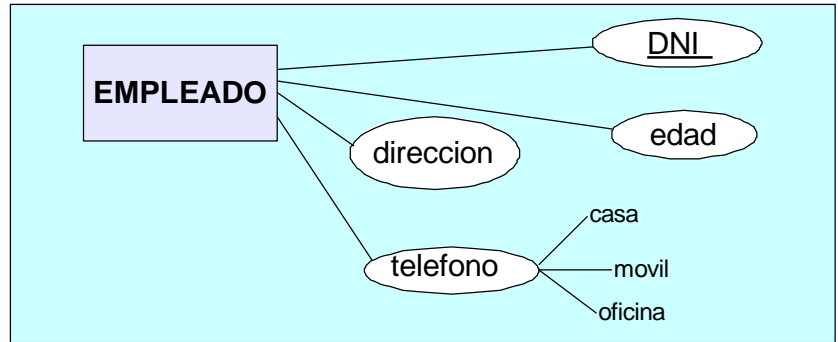
Este número casi siempre es 0 o 1.

- Si es 0, no se requiere que el atributo tenga un valor.
- Si es 1, el atributo debe tener un valor.

Aunque es poco usual, la cardinalidad mínima puede ser en ocasiones mayor que 1. Por ejemplo, el atributo 'numero_de_jugadores' en una entidad llamada 'EQUIPO_DE_BALONCESTO' tendría una cardinalidad mínima de 5.

La cardinalidad máxima indica la cantidad máxima de valores del atributo que puede tener la entidad. Por lo general es 1 o N. Si es 1, el atributo no puede tener más que un valor, si es N, el atributo puede tener múltiples valores y no se especifica la cantidad absoluta.

En este caso si consideramos que el atributo teléfono debe tener al menos un número de teléfono y que puede guardar los teléfonos de la casa, el móvil y la oficina, la cardinalidad de teléfono es (1,3)

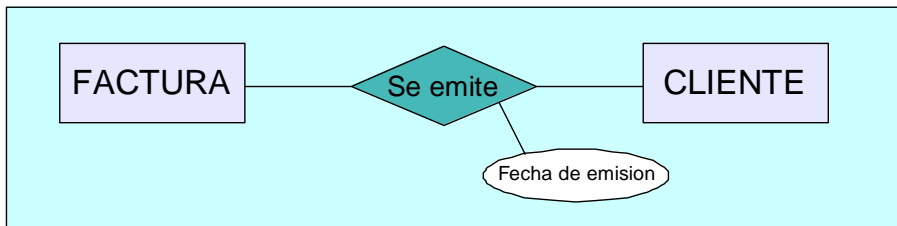


- Por último, los atributos pueden ser **derivados**, aunque habitualmente este tipo de atributo no se considera en esta fase del diseño del modelo Entidad-Relación.



Un **atributo derivado** es aquél que representa un valor que se puede obtener a partir del valor de uno o varios atributos, que no necesariamente deben pertenecer a la misma entidad o relación. Por ejemplo, la edad es un atributo derivado, ya que puede obtenerse a partir de la fecha de nacimiento del empleado.

Las relaciones también pueden tener atributos asociados. Se representan igual que los atributos de las entidades. Un ejemplo típico son las relaciones de tipo "histórico" donde debe constar una fecha o una hora. Por ejemplo, supongamos que es necesario hacer constar la fecha de emisión de una factura a un cliente, y que es posible emitir duplicados de la factura (con distinta fecha). En tal caso, el atributo "Fecha de emisión" de la factura debería colocarse en la relación "se emite".

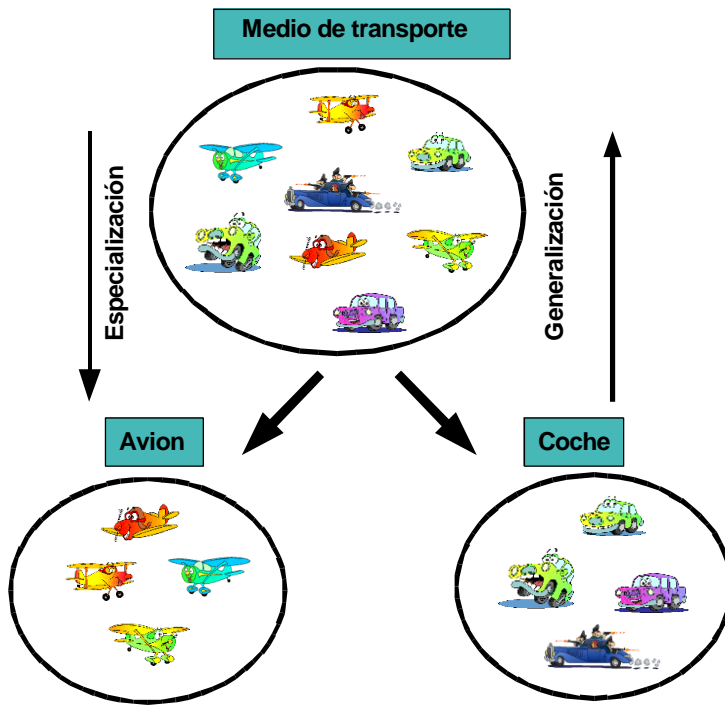


AUTOEVALUACIÓN:

Sabemos que los atributos sirven para expresar cualidades de los objetos a los que hacen referencia. Teniéndolo en cuenta, indica la afirmación que es correcta:

- Sólo son importantes los atributos de las entidades.
- Una entidad no puede tener más de un atributo obligatorio.
- Una clave de una entidad no es más que un atributo o conjunto de atributos obligatorios. (CORRECTA)
- Los atributos obligatorios junto con los opcionales hacen únicas las instancias de una entidad.

5. Generalización y especialización.



¿Qué te sugiere la palabra “generalización” si estamos hablando de entidades y de la representación de una parte de la realidad que nos rodea?

Efectivamente, lo que se te está ocurriendo, la **generalización** no es más que la reunión en un “supertipo” de entidad de una serie de “subtipos” de entidades, que tienen ciertos aspectos en común, pero que también se diferencian en algunos otros y que, para que la representación de la realidad sea lo más fiel posible, es importante que se reflejen en el modelo E/R dichas diferencias. Para ello se desarrolló el **modelo Entidad-Relación Extendido**, modelo ERE.

PARA SABER MÁS

Si quieres profundizar en los detalles del modelo ERE, pulsa en los siguientes enlaces:

Modelo Entidad Relación Extendido(I)

http://www.oei.eui.upm.es/Asignaturas/BD/DYOB/ERE_texto.pdf

Modelo Entidad Relación Extendido(II)

<http://www.dcc.uchile.cl/~cgutierr/cursos/BD/extendido.pdf>



Resulta fácil de ver que el concepto de **especialización** es algo parecido al de generalización, pero considerado justo desde el punto de vista contrario. La imagen de los coches y aviones como medios de transporte es muy explicativa de lo que queremos decir.

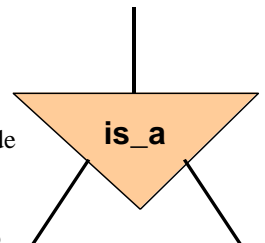
- Si se considera de arriba hacia abajo se considera como **especialización**.
- Si se considera de abajo hacia arriba se considera como **generalización**.

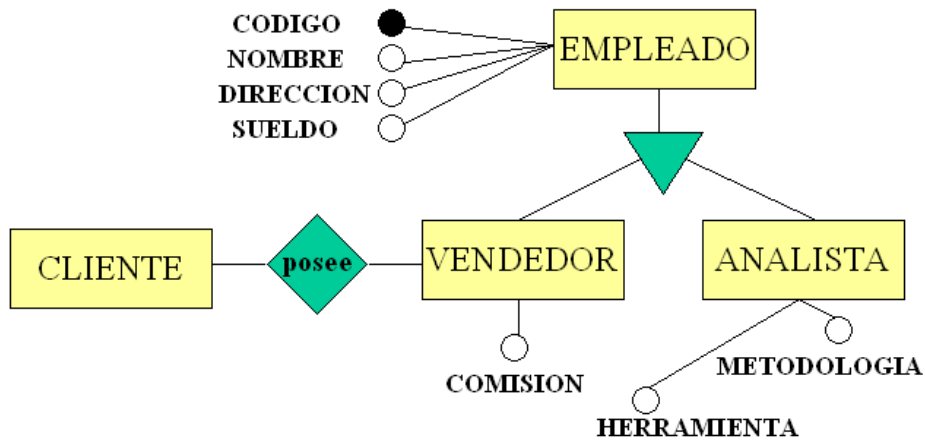
Todos estos conceptos se resumen en el principio de herencia:

Las entidades de bajo nivel heredan todos los atributos de las entidades de mayor nivel.

La descomposición de entidades en varios subtipos es una necesidad muy habitual en el modelado de bases de datos. En efecto, en el mundo real se pueden identificar varias jerarquías de entidades. La relación que se establece entre un **supertipo** de entidad y sus **subtipos** corresponde a la noción de “ES UN”, más conocida por sus siglas inglesas “IS A” o, más exactamente, “ES UN TIPO DE”.

Este tipo de relación se representa mediante un triángulo invertido, con la base paralela al rectángulo que representa el supertipo y conectado a los subtipos mediante líneas.

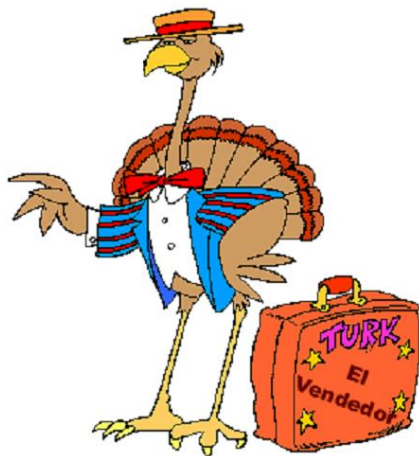




En esta relación todo ejemplar de un subtipo es un ejemplar del supertipo, aunque no sucede lo contrario, por lo que las cardinalidades serán siempre (1, 1) en el supertipo y (0,1) o (1,1) en los subtipos.

Un **subtipo de entidad** es un tipo de entidad que mantiene una de relación jerárquica con otro tipo de entidad **supertipo**, y que cumple que:

- Las propiedades y el comportamiento de los subtipos son heredados del tipo de entidad con el cual mantienen una relación jerárquica. La **herencia** es una abstracción incorporada al modelo E/R recientemente e **implica la consideración de que con una única definición de las propiedades y comportamiento de un conjunto de entidades, esta definición es automáticamente considerada para todos aquellos conjuntos con los que exista una relación jerárquica** (una especialización).



- Los subtipos añaden a sus propias propiedades las del supertipo del que heredan.
- Un tipo de entidad puede ser un subtipo para más de un tipo de entidad con las que puede mantener diferentes relaciones jerárquicas. Esta característica, denominada **herencia múltiple**, permite que una entidad herede propiedades y comportamiento de más de una entidad diferente. La herencia múltiple puede dar lugar, en ocasiones, a inconsistencias en las propiedades y/o comportamiento que se hereda, lo que se debe solucionar mediante la redefinición de las herencias. **Hay que evitar que aparezcan casos de herencia múltiple.**

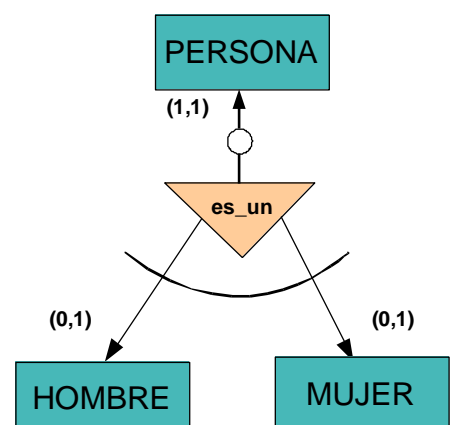
Como podemos ver en el **ejemplo** de arriba, existe una asociación jerárquica entre la entidad EMPLEADO y las entidades VENDEDOR y ANALISTA, ya que tanto los vendedores como los analistas “son” o mejor expresado, “son tipos de” empleados, y por tanto, heredan todas las propiedades de la entidad EMPLEADO, que son “codigo”, “nombre”, “direccion”, “sueldo”, etc. Además cada subtipo añade sus propias propiedades que lo diferencian del otro subtipo, en este caso VENDEDOR añade el atributo “comision” y ANALISTA añade los atributos “herramienta” y “metodologia”.

Es evidente que las relaciones que afectan a todos los subtipos se asocian al supertipo, asociando a los subtipos las relaciones específicas en las que participa sólo el correspondiente subtipo. Si consideramos el ejemplo que estamos tratando, se considera que sólo los VENDEDORES están asociados a la entidad CLIENTE.

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

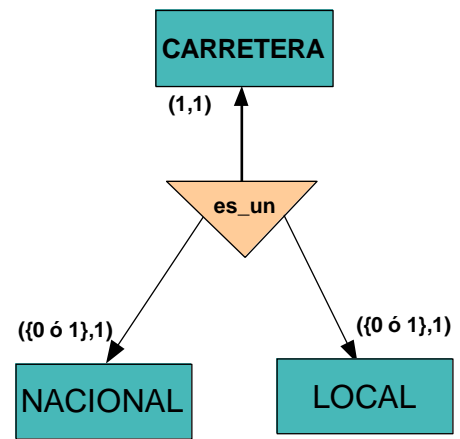
- Una especialización **exclusiva**, denominada **especialización sin solapamiento** representa el hecho de que una instancia u ocurrencia del tipo de entidad más general sólo puede pertenecer o estar asociada a una y sólo una instancia u ocurrencia de los subtipos de entidad especializados. La especialización exclusiva se representa mediante un arco que une los subtipos como se muestra en la imagen siguiente:

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



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

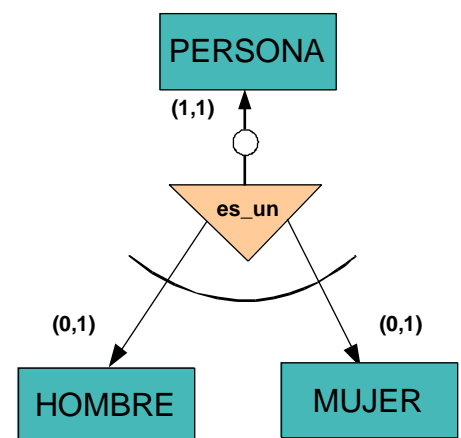
Si consideramos el caso de las CARRETERAS, donde las carreteras se catalogan como nacionales o locales, etc. podríamos considerar la especialización NACIONAL y LOCAL, pero sabemos que hay carreteras que tienen tramos considerados como NACIONAL y LOCAL al mismo tiempo, no tienes más que fijarte en los carteles de las carreteras y verás en un mismo cartel varios tipos de carretera para el mismo tramo.



➤ Por otro lado, la especialización de un tipo de entidad en un conjunto de subtipos puede ser **total o parcial**:

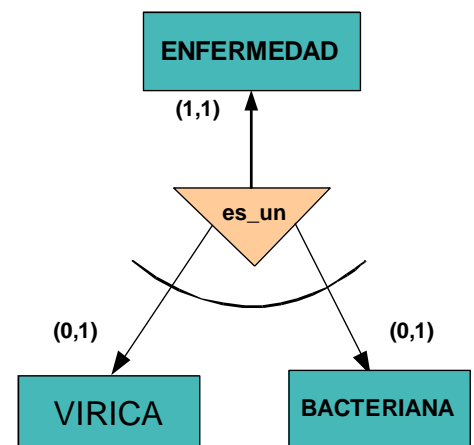
- Una **especialización total** representa el hecho de que las entidades que son reconocidas en el problema que se está representando son alguno de los subtipos especializados, no existiendo entidades que no pertenezcan a alguno, varios o todos estos subtipos de entidad.
La especialización total se representa mediante un círculo superpuesto en la línea que une el supertipo con el triángulo que indica la especialización, como se muestra en la imagen que acompaña a este texto.

Si consideramos de nuevo el caso de las PERSONAS, vemos que no sólo son o bien HOMBRES, o bien MUJERES, sino que además no pueden ser ninguna otra cosa, y cualquier persona estará encuadrada en una de esos dos subtipos.



- Una **especialización parcial** representa el hecho de que pueden existir entidades que pertenezcan al tipo de entidad y no a ninguno de los subtipos en los cuales este tipo de entidad está especializado. Una especialización parcial describe un refinamiento incompleto del problema que se representa, debido a un conocimiento incompleto del mismo y/o a una simplificación de la representación del mismo.

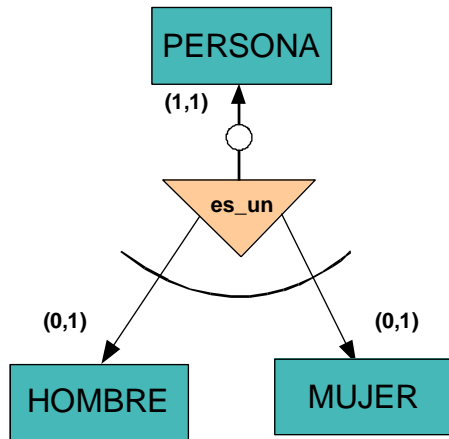
Si consideramos el caso de la entidad ENFERMEDAD, y consideramos sólo las VÍRICAS y las BACTERIANAS, es evidente que existen otros tipos de enfermedades, pero para nuestro problema sólo nos hace falta considerar estos dos tipos, por lo que se trata de una especialización parcial.



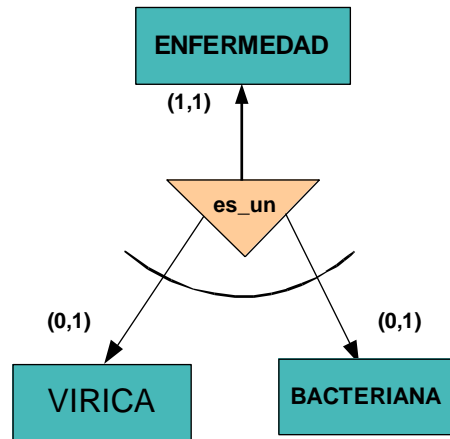
Por tanto, se pueden presentar cuatro tipos de relaciones jerárquicas que pueden ser representadas mediante el modelo EE/R:

- **total sin solapamiento, o total exclusiva**
- **parcial sin solapamiento, o parcial exclusiva**
- **total con solapamiento, o total inclusiva y**
- **parcial con solapamiento, o parcial inclusiva.**

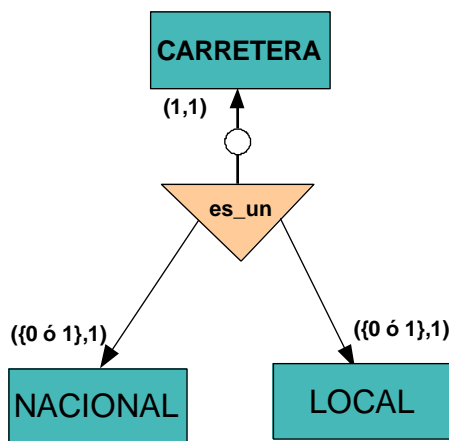
La imagen siguiente muestra cada uno de los casos presentados en los ejemplos anteriores:



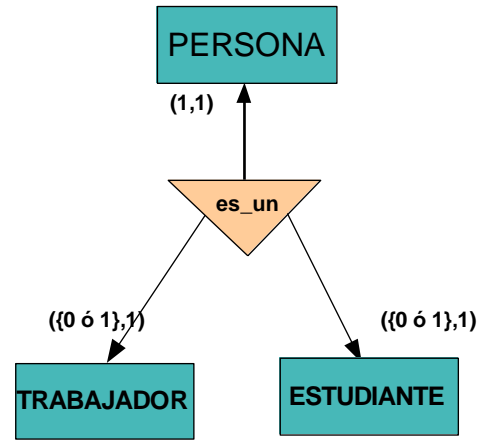
A) Especialización total sin solapamiento



B) Especialización parcial sin solapamiento



C) Especialización total con solapamiento
(Siempre que consideremos como única clasificación posible de las carreteras NACIONAL y LOCAL)



D) Especialización parcial con solapamiento

AUTOEVALUACIÓN:

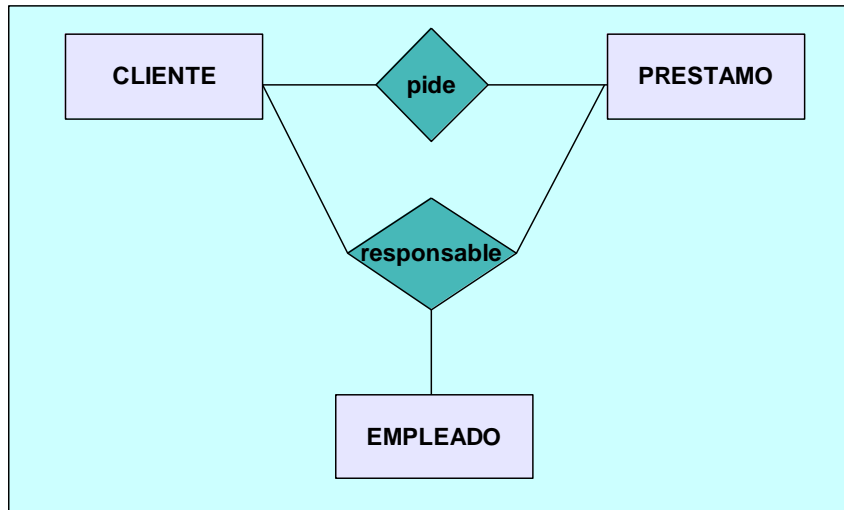
Cuando descomponemos una entidad “supertipo” en varios subtipos:

- Estamos hablando de una generalización.
- Los subtipos heredan las propiedades y el comportamiento de la entidad con la que mantiene la relación jerárquica. (CORRECTO)
- Se representa con una elipse que une el supertipo con los subtipos.
- Ninguna de las afirmaciones anteriores es cierta.

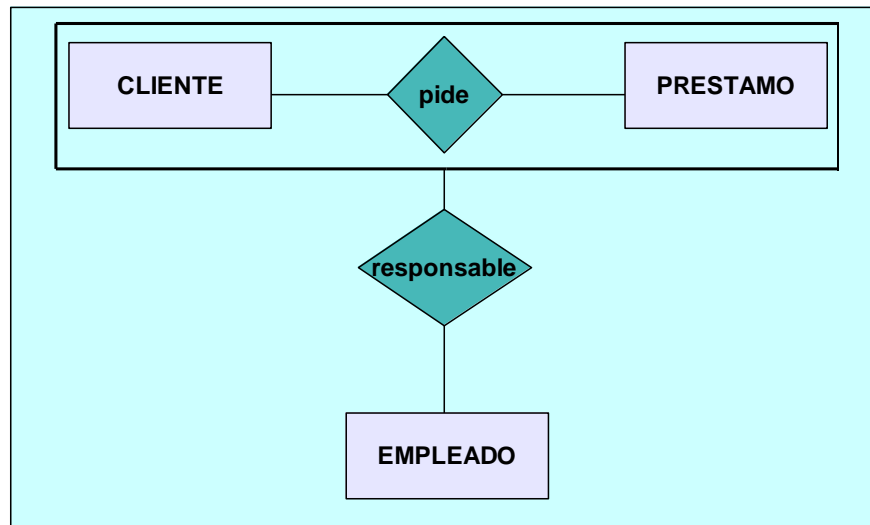
6. Agregación.

¿Es posible establecer una relación entre ‘relaciones’ en el modelo E/R?

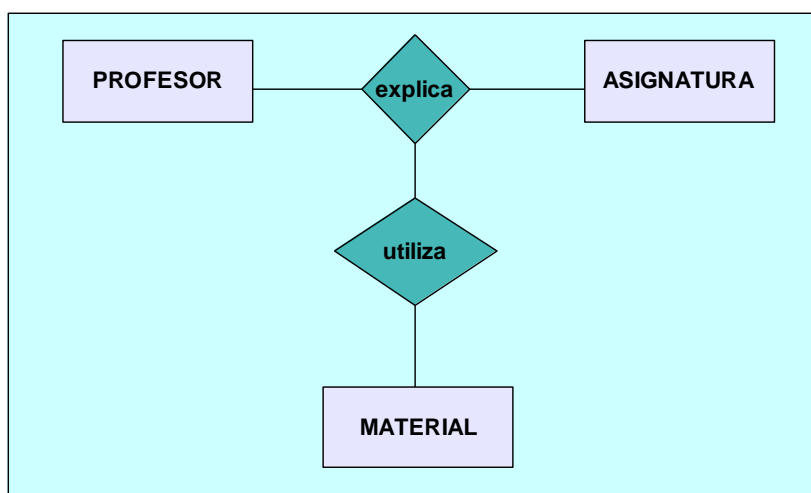
No, las relaciones entre relaciones en el modelo E/R provocan redundancias de información, y si tratamos de simplificar el diagrama obtenido, es muy posible que no quede claro lo que pretendemos expresar. Pongamos como **ejemplo** intentar representar la situación de un cliente de un banco que pide un préstamo y para ese par cliente-préstamo podemos tener un empleado del banco que sea el responsable de ello, la forma en que podríamos construir el modelo sería:



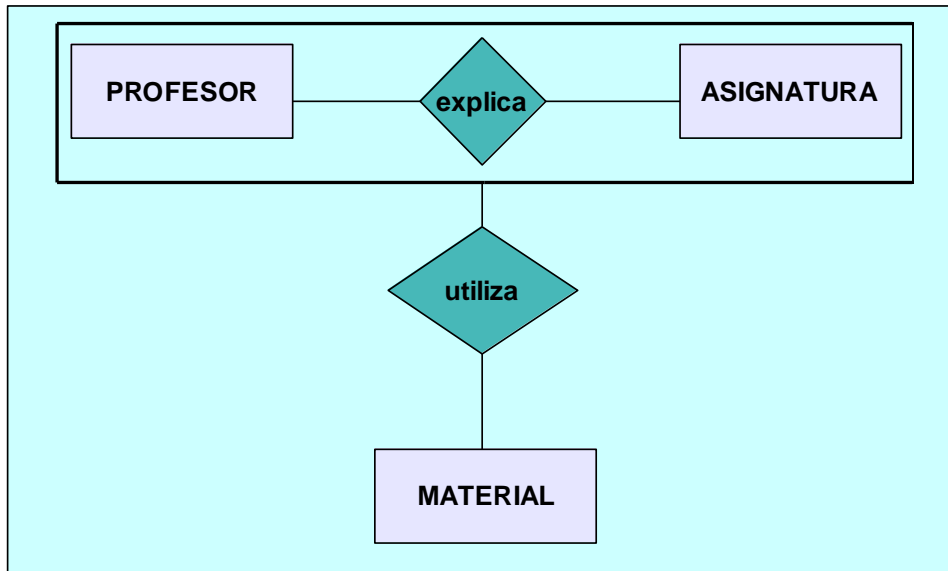
Pero así tenemos información redundante. La mejor forma de modelar esta situación es usando una **agregación**. La **agregación** es una abstracción a través de la cual las relaciones se tratan como entidades de nivel más alto. Así, en nuestro ejemplo, consideraríamos la relación “pide” y las entidades ‘cliente’ y ‘prestamo’ como si fueran una entidad llamada “pide” y se trataría como si fuera cualquier otra entidad. Por tanto, la forma de representar el esquema sería:



Otro ejemplo de relaciones no permitidas en el modelo E/R sería:



Y utilizando la agregación como medio para representar estas relaciones no permitidas nos quedaría el siguiente diagrama:

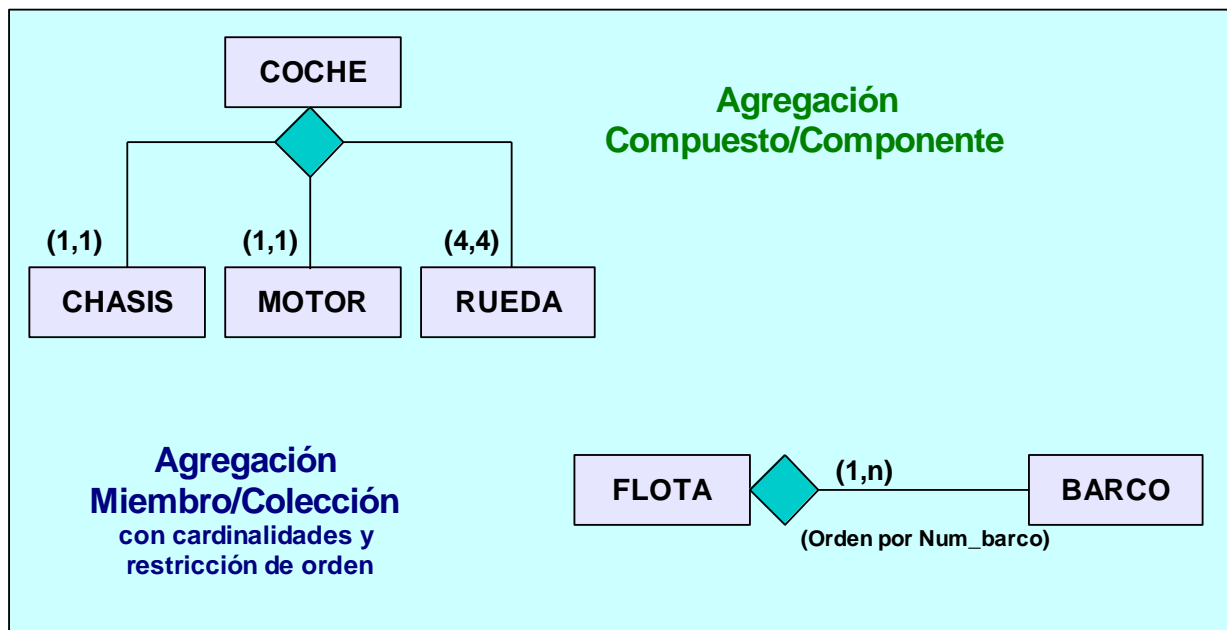


En el ME/R extendido la **agregación** es un tipo especial de relación en la que:

- Las cardinalidades mínima y máxima del tipo de entidad agregada siempre son (1,1), y por eso no se indican.

Existen **dos clases de agregaciones**:

- Compuesto/Componente**: Abstracción que permite representar que un **todo o agregado** se obtiene como la unión de diversas **partes o componentes** que pueden ser tipos de entidades distintas y que juegan diferentes roles en la agregación.
- Miembro/Colección**: Abstracción que permite representar un **todo o agregado** como una **colección de miembros**, todos de un mismo tipo de entidad y todos jugando el mismo rol.



Esta agregación puede incluir una restricción de orden de los miembros dentro de la colección (indicando el atributo de ordenación). En el ejemplo, los barcos de la flota están ordenados por número de barco “Num_barco”)

AUTOEVALUACIÓN:

El concepto de agregación...

- Aparece como consecuencia de la necesidad de representar relaciones entre otras relaciones. (CORRECTO)
- Es un caso especial de generalización, pero usando relaciones.
- Se puede utilizar para relacionar dos entidades débiles entre sí.
- La cardinalidades máxima y mínima de la entidad agregada son siempre (1,n).

7. Cardinalidad de entidades y relaciones.

CASO:



Según van avanzando en el diseño, surgen nuevos conceptos que a **Víctor** le llevan un cierto tiempo, como en el caso de la cardinalidad de entidades y relaciones, que es algo que inicialmente le costó un poco entender, pero que ahora lo ve clarísimo. En el caso de la empresa de seguros de automóviles, de hecho, ha sido él el que se ha ocupado de establecer las cardinalidades. La guía de **María** le ha resultado muy útil, y le ha llevado a las siguientes conclusiones, eso sí, después de haberse estudiado a fondo y haber entendido los conceptos de cardinalidad de la entidad y cardinalidad de la relación.

- Para la entidad **POLIZA** tenemos una cardinalidad **(1,n)** en la relación **'tiene'** con la entidad **CLIENTE**. La entidad **CLIENTE** tiene una cardinalidad **(1,1)** en la relación **'tiene'** con la entidad **POLIZA**. Por lo tanto, la relación **'tiene'** tiene una cardinalidad **1:n**
- La entidad **POLIZA** tiene una cardinalidad **(1,1)** en la relación **'referencia'** con la entidad **VEHICULO**. Para la entidad **VEHICULO** tenemos una cardinalidad **(1,1)** en la relación **'referencia'** con la entidad **POLIZA**. Por lo tanto, la relación **'referencia'** tiene una cardinalidad **1:1**.
- La entidad **VEHICULO** tiene una cardinalidad **(0,n)** en la relación **'esta_equipado'** con la entidad **EXTRA**. Para la entidad **EXTRA** tenemos una cardinalidad **(0,m)** en la relación **'esta_equipado'** con la entidad **VEHICULO**. Por lo tanto, la relación **'esta_equipado'** tiene una cardinalidad **n:m**.
- La entidad **CLIENTE** tiene una cardinalidad **(0,1)** en la relación **'sufre_cli'** con la entidad **SINIESTRO**. Para la entidad **SINIESTRO** tenemos una cardinalidad **(0,n)** en la relación **'sufre_cli'** con la entidad **CLIENTE**. Por lo tanto, la relación **'sufre_cli'** tiene una cardinalidad **1:n**.
- La entidad **AUTORIZADO** tiene una cardinalidad **(0,1)** en la relación **'sufre_aut'** con la entidad **SINIESTRO**. Para la entidad **SINIESTRO** tenemos una cardinalidad **(0,n)** en la relación **'sufre_aut'** con la entidad **AUTORIZADO**. Por lo tanto, la relación **'sufre_aut'** tiene una cardinalidad **1:n**.
- La entidad **SINIESTRO** tiene una cardinalidad **(1,n)** en la relación **'se_repara'** con la entidad **TALLER**. Para la entidad **TALLER** tenemos una cardinalidad **(0,1)** en la relación **'se_repara'** con la entidad **SINIESTRO**. Por lo tanto, la relación **'se_repara'** tiene una cardinalidad **1:n**.



Matemáticamente sabemos que el cardinal indica el número o cantidad de los elementos constitutivos de un conjunto.

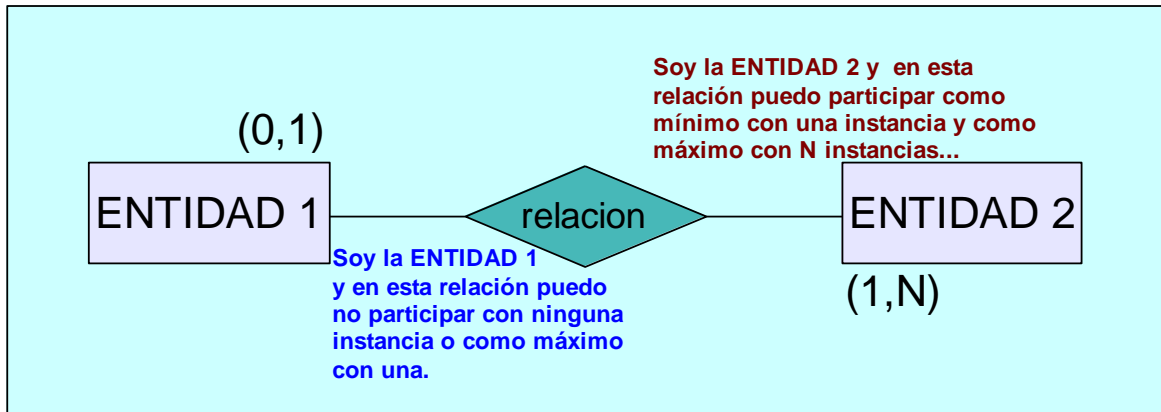
¿Nos servirá esta definición para ver en qué consisten las cardinalidades de las entidades y de las relaciones?

Por lo que hemos visto hasta ahora en el módulo, las entidades y las relaciones no son más que conjuntos con determinadas propiedades, luego esta definición matemática nos puede servir, y de hecho nos sirve para entender los conceptos de cardinalidad de las entidades y las relaciones.

7.1 Cardinalidad de las entidades.

La **cardinalidad** con la que una entidad participa en una relación especifica el número mínimo y el número máximo de correspondencias en las que puede tomar parte cada ejemplar de dicha entidad. La participación de una entidad en una relación es **obligatoria (total)** si la existencia de cada una de sus instancias requiere la existencia de, al menos, un ejemplar de la otra entidad participante. Si no, la participación es **opcional (parcial)**. Las reglas que definen la cardinalidad de las relaciones son las **reglas de negocio**.

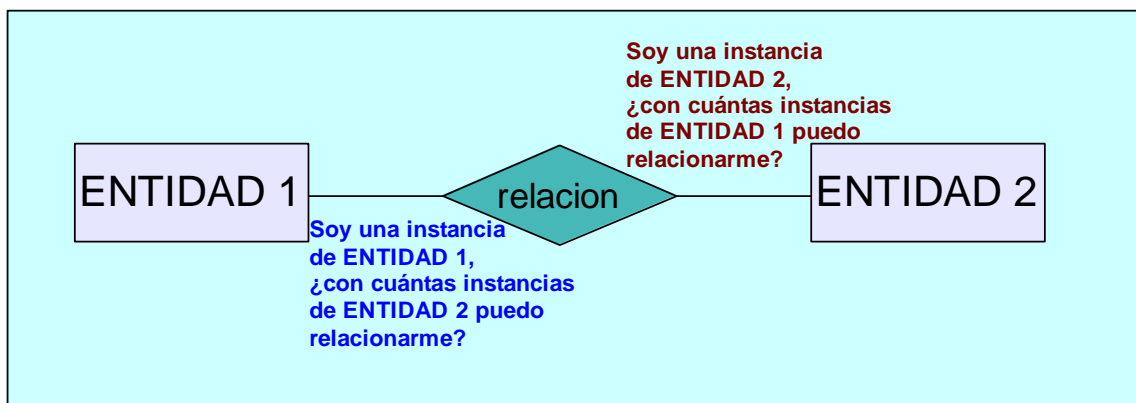
La cardinalidad de una entidad se representa con el número mínimo y máximo de correspondencias en las que puede tomar parte cada ejemplar de dicha entidad entre paréntesis



7.2 Cardinalidad de las relaciones.

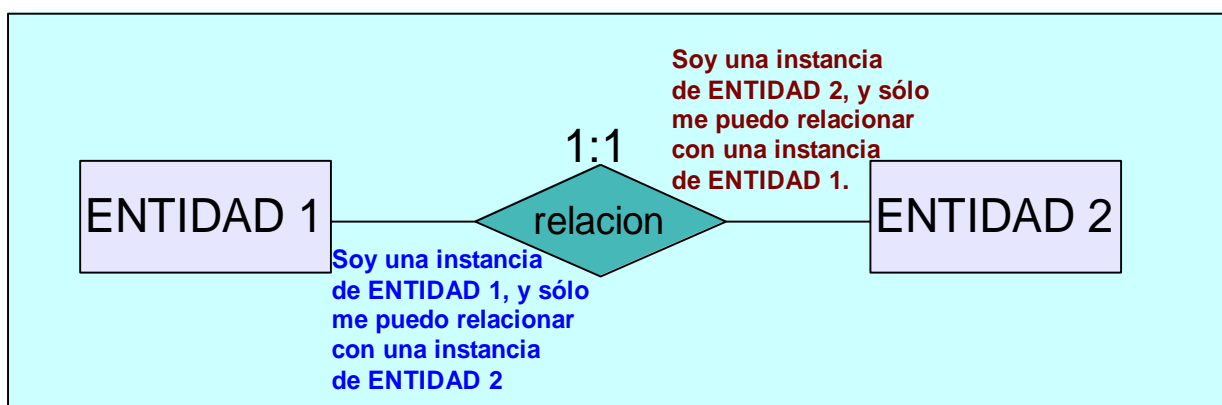
Particularizando para el caso de las relaciones, la cardinalidad indica el número de instancias de la entidad ENTIDAD 2 que se relacionan con un ejemplar de la entidad ENTIDAD 1 y viceversa.

La cardinalidad de las relaciones se obtiene de considerar el máximo número de instancias con las que puede participar cada una de las entidades en la relación, es decir con el máximo de las cardinalidades de cada una de las entidades que participan en la relación.

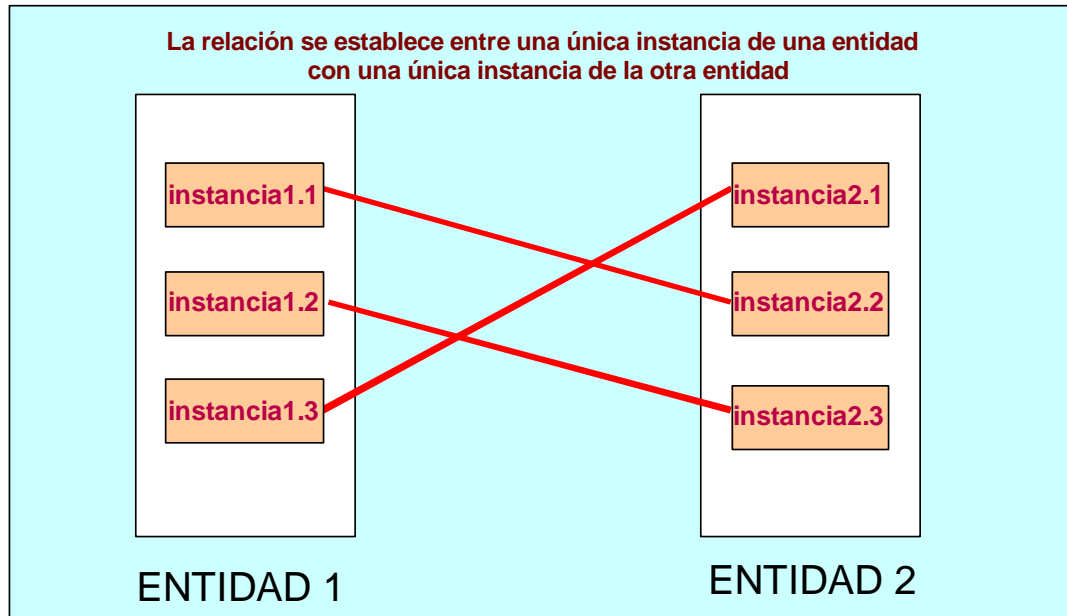


Dependiendo del número de instancias que aparezcan, podemos tener:

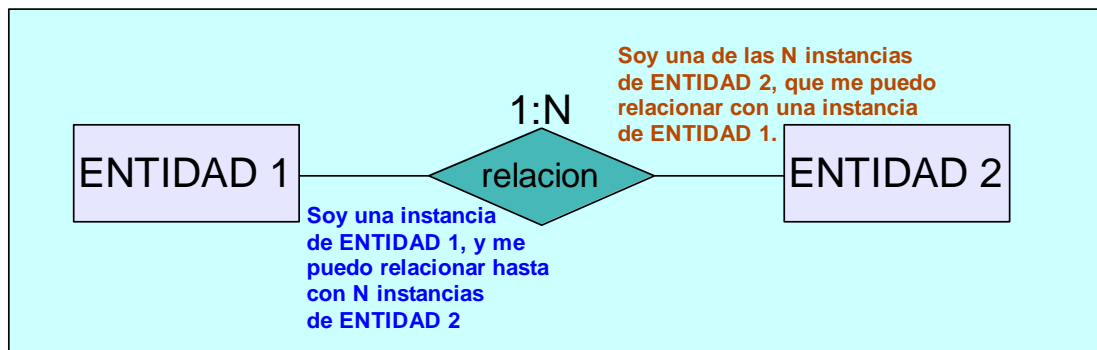
- **Relaciones uno a uno.** Se notan por **1:1**. Una instancia de la entidad ENTIDAD1 se relaciona con una única instancia de la entidad ENTIDAD2 y viceversa. Es evidente que ambas entidades pueden tener cardinalidades $(0,1)$ ó $(1,1)$



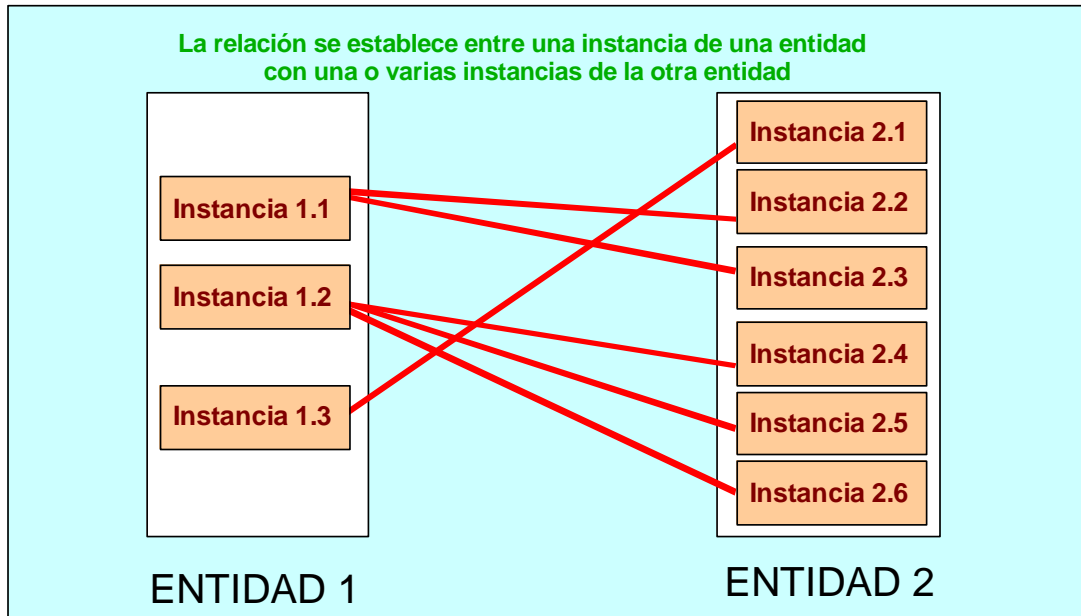
Por ejemplo, considerando las entidades EMPLEADO y PUESTO_DE_TRABAJO, y la relación "ocupa" lo normal será que un determinado puesto de trabajo pueda estar ocupado por un único empleado, y al mismo tiempo, un empleado puede ocupar simultáneamente un único puesto de trabajo. Entendemos que con puesto de trabajo nos referimos al puesto físico, no al tipo de puesto de trabajo. Es decir, podemos tener un tipo de puesto de trabajo que sea administrativo y tres administrativos en la empresa, pero cada uno de ellos ocupará un puesto físico distinto (uno será el administrativo de nóminas, otro el administrativo de contabilidad y otro el de gestión de almacén)



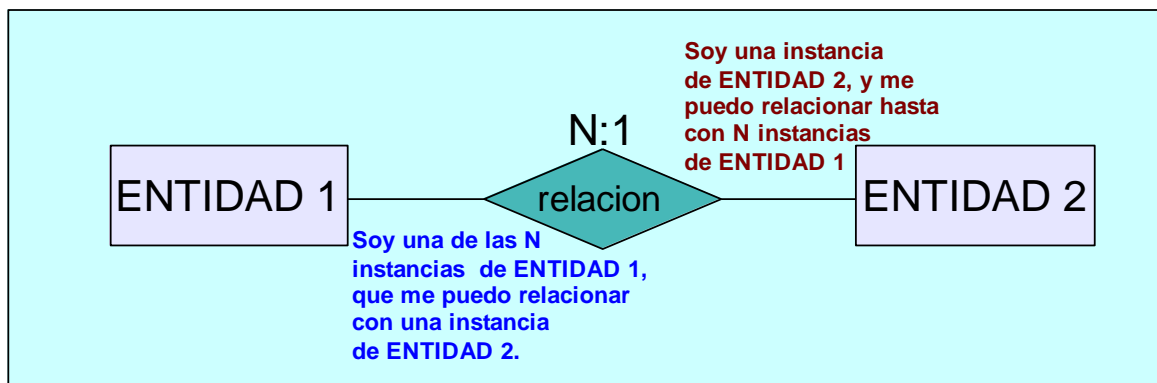
- **Relaciones uno a muchos.** Se notan por **1:N**. Una instancia de la entidad ENTIDAD1 se relaciona con muchas instancias de la entidad ENTIDAD2 y una instancia de la entidad ENTIDAD2 sólo puede estar relacionada con una instancia de la entidad ENTIDAD1.



Por **ejemplo**, considerando las entidades ASIGNATURA y PROFESOR, y la relación “es_impartida” para un curso concreto, una asignatura puede ser impartida por un único profesor, pero cada profesor puede impartir muchas asignaturas. Esto es una relación muchos a uno. Naturalmente, partimos de la base de que las reglas de negocio establecen que eso es así. Es posible pensar en reglas de negocio distintas, en las que la misma asignatura se pueda impartir por más de un profesor, pero las reglas de negocio no las decide el informático, sino que son las que se encuentra establecidas en la realidad cuando hace el análisis de esa realidad.

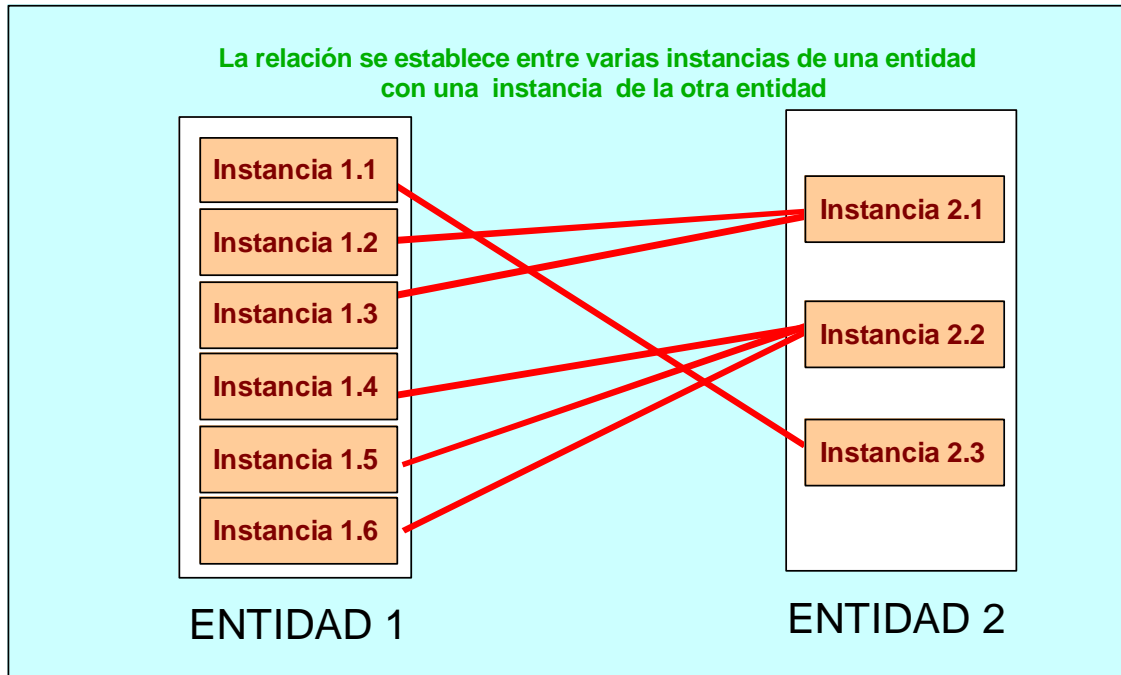


- **Relaciones muchos a uno.** Se nota por **N:1**. Una instancia de la entidad ENTIDAD1 está asociada con una única instancia de la entidad ENTIDAD2 y un ejemplar de la entidad ENTIDAD2 está relacionada con muchas instancias de la entidad ENTIDAD1.

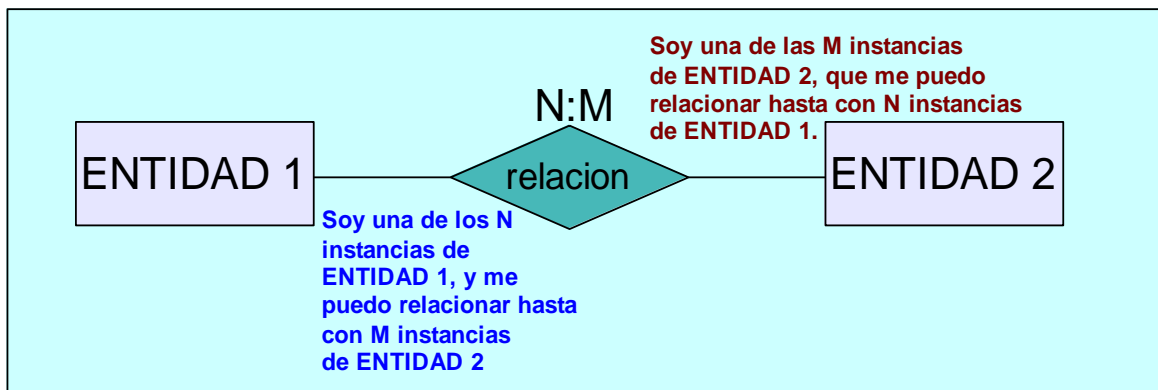


Realmente es el mismo concepto que el de una relación uno a muchos (1:N)

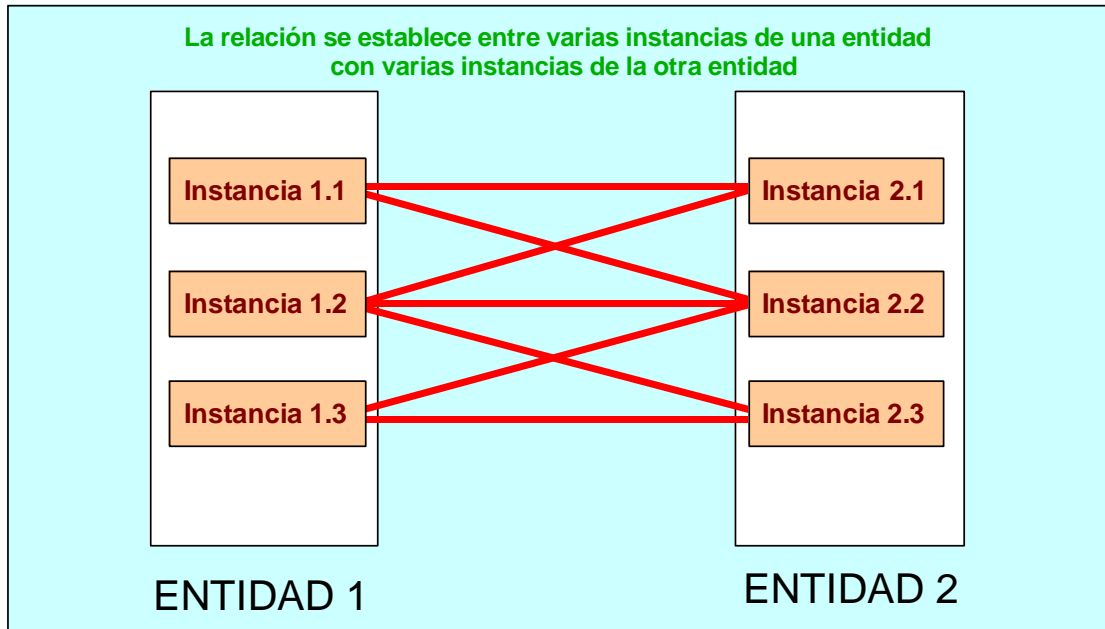
Por **ejemplo**, considerando las entidades PROFESOR y ASIGNATURA, y la relación “imparte” para un curso concreto, un profesor puede impartir muchas asignaturas, pero cada asignatura puede ser impartida por un único profesor. Esto es una relación uno a muchos. Naturalmente, al igual que antes, partimos de la base de que las reglas de negocio establecen que eso es así



Relaciones muchos a muchos. Se nota por **N:M**. Un ejemplar de la entidad ENTIDAD1 está relacionado con muchas instancias de la entidad ENTIDAD2 y viceversa.



Por **ejemplo**, en una empresa de autobuses, si consideramos las entidades CONDUCTOR y AUTOBÚS, y la relación “conduce”, lo normal es que cada autobús pueda ser conducido por distintos conductores, en diferentes turnos, y al mismo tiempo, que cada conductor pueda conducir varios autobuses en distintos turnos, de forma que cada autobús se relaciona con muchos conductores, y cada conductor se relaciona con muchos autobuses, formando una relación muchos a muchos.



PARA SABER MÁS

Para profundizar en los conceptos de las cardinalidades de las relaciones, pulsa en el siguiente enlace:

Cardinalidad de las relaciones

http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_entidad-relaci3n#Cardinalidad_de_las_relaciones

AUTOEVALUACIÓN:

Sabemos que existen cardinalidades de entidades y de relaciones. Conociendo ese hecho, elige la afirmación correcta de entre las que se te proponen:

- a) La cardinalidad de una relación es independiente de las cardinalidades de las entidades que relaciona.
- b) La cardinalidad de una relación únicamente tiene en cuenta el valor máximo de las cardinalidades de las entidades que relaciona. (CORRECTO)
- c) La cardinalidad de una entidad expresa el número medio de instancias que tiene dicha entidad.
- d) Una cardinalidad de una relación podría ser 0:1.

8. Claves primarias de entidades y relaciones.

CASO



Carmen le ha echado una mano a **Víctor** identificando todas las llaves candidatas de las entidades y relaciones, pero una vez que han hecho esa tarea, y que se ha asegurado de que Víctor ha entendido bien lo que es una llave candidata y lo que es una llave primaria o principal, lo ha dejado solo para que se encargue de elegir directamente las claves principales de las entidades del problema, y el resultado que **Víctor** ha obtenido y que le ha pasado a **María** es el siguiente:

- **POLIZA**, clave principal: 'cod_poliza'
- **CLIENTE** clave principal: 'NIF'
- **VEHICULO** clave principal: 'matricula'
- **EXTRA** clave principal: 'cod_extra'
- **AUTORIZADO** clave principal: 'NIF'
- **SINIESTRO** clave principal: 'nº siniestro'
- **TALLER** clave principal: 'cod_taller'



En el apartado 3 de la unidad veíamos que existen algunos **atributos especiales**, debido a que son obligatorios para la correcta definición de la entidad, y puede que te quedaras esperando alguna explicación más sobre lo que es una clave o una clave primaria. Pues es en este apartado donde vamos a entrar a analizar este tipo de atributos de una manera más profunda.



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

¿Tienes ya alguna pista de cómo vamos a hacer esta distinción?

8.1 Claves primarias.



Sabemos que cada instancia de una entidad se puede distinguir de cualquier otra por el conjunto global de sus atributos, y la mayoría de las veces no son necesarios todos, bastándonos sólo con un subconjunto de atributos. Pero puede ocurrir que un subconjunto de dichos atributos sea igual para varias entidades, por lo que no nos vale cualquier subconjunto. **Lo realmente importante es que el conjunto completo de todos los atributos que hemos seleccionado no se repita con idénticos valores para distintas instancias.** No deben existir ambigüedades en ese sentido. Teniendo en cuenta esto

podemos definir:

- **Clave (Llave):** Aquel atributo o conjunto de atributos que identifican a una entidad. Por ejemplo el DNI identifica claramente un ejemplar de cualquier otro dentro de la entidad EMPLEADO, por lo que lo podríamos considerar una clave de dicha entidad. Es evidente que el atributo “nombre” no realiza el mismo papel, ya que pueden existir varios EMPLEADOS con el mismo nombre. En ocasiones no basta con un único atributo para conseguir la identificación de las instancias. En ese caso la clave estaría constituida por el conjunto de atributos que garantice la identificación sin error posible de cada una de las instancias.
- **Superclave (Superllave):** Conjunto de atributos no vacío, que identifica en forma única a cada ejemplar dentro de una entidad. Una superclave puede tener atributos no obligatorios.



Por **ejemplo**, es evidente que el conjunto de todos los atributos de una entidad es una superclave.

Debemos procurar en todo momento que las superclaves contengan el número mínimo de atributos, siempre que no pierdan su función de identificación dentro de las entidades.

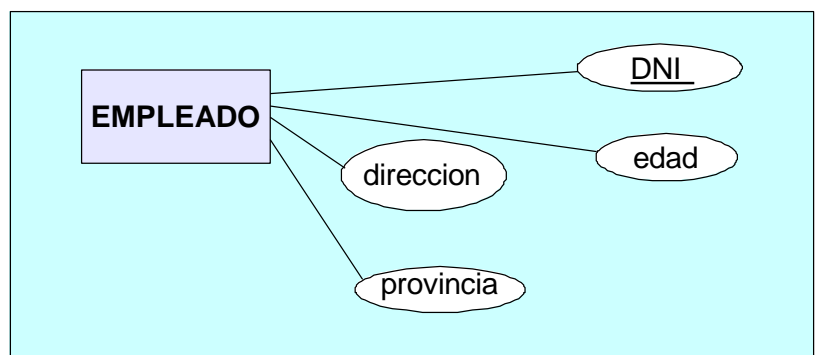
- **Clave candidata (Llave candidata):** Es una superclave para la cual ningún subconjunto es superclave, excepto el mismo, es decir, al eliminar cualquiera de los atributos que la componen deja de ser superclave. En otras palabras, no contiene ningún atributo no obligatorio.



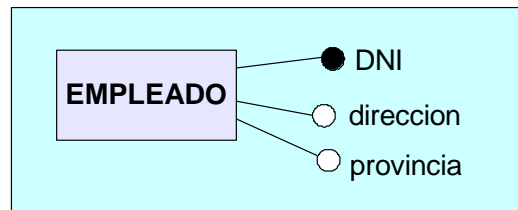
Si tenemos la entidad EMPLEADO con atributos, DNI, Codigo_empleado, nombre, apellidos, direccion, fecha_nacimiento, etc... Dos claves candidatas son DNI y Codigo_empleado, ya que ambas identifican de manera única un ejemplar de EMPLEADO, es decir, son superclaves a las que si le quitamos cualquier atributo dejan de serlo. De hecho, es que sólo están compuestas de un único atributo.

- **Clave primaria (Llave Primaria o Primary Key):** Es la clave candidata escogida por el diseñador, de entre todas las posibles. Por lo tanto, además de ser el atributo o conjunto de atributos que permiten identificar en forma única una instancia en la entidad y ningún subconjunto de ella posee esta propiedad, podemos decir que es la única que efectivamente se usa con ese fin en la base de datos, de entre todas las posibles.

En el caso anterior de la entidad EMPLEADO, pueden ser clave primaria tanto DNI, como Codigo_empleado, depende del criterio del diseñador de la base de datos la que se elija. Pero una vez que el diseñador elige uno, sólo ése es clave primaria.



Las claves primarias se representan subrayando el nombre del atributo o atributos que las constituyen en el caso de haberse representado éstos con elipses etiquetadas, y se representan con un círculo negro en el caso de representarse los atributos con círculos vacíos.



AUTOEVALUACIÓN:

Las claves primarias o claves principales:

- a) Toman una combinación de valores distintos para cada instancia de la entidad o relación. (CORRECTO)
- b) Se escogen siempre entre todas las claves candidatas. (CORRECTO)
- c) Nunca pueden estar constituidas por más de un atributo.
- d) Ninguna de las opciones anteriores es correcta.

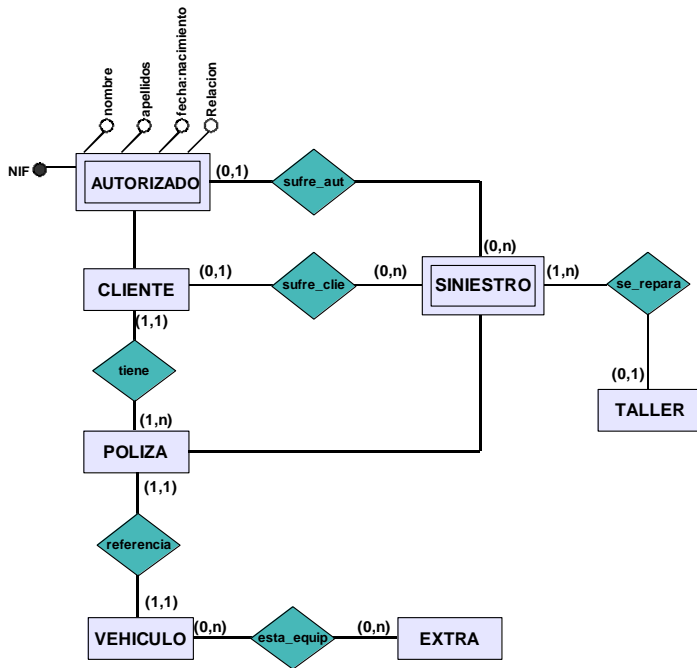
9. Diagramas E-R.

CASO.

María le explica a **Víctor** que una vez que han identificado convenientemente todos los elementos, el paso final es dibujar el diagrama E-R que representa el diseño de la base de datos que se ha hecho. Le comenta los símbolos que se emplean para representar cada uno de esos elementos, que existen distintas estrategias para crear el diagrama, y que una vez hecho hay que comprobar si existe alguna relación cíclica redundante que pueda ser simplificada, además de verificar que el diagrama cumple con todos los criterios de calidad establecidos para los diagramas E-R.

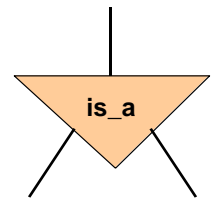


La tarea de dibujar el diagrama le lleva un tiempo a **Víctor**, que todavía no tiene demasiado dominio de esas estrategias que María le ha contado, y que ha tenido que hacer varios borradores a papel y lápiz antes de hacer el diseño definitivo, pero el resultado es satisfactorio para todos. **José**, que se ha encargado de revisarlo, ha felicitado a **Víctor**, y le ha dicho que aunque conviene que practique un poco con otros ejemplos más variados y más complejos, muy pronto estará en condiciones de ayudar a **María** con el diseño de los diagramas E-R en todos los proyectos.



Toda la unidad habla del modelo Entidad-Relación. Y por lo general un modelo es como una especie de planos, que nos permite representar de una forma más simple la realidad, para mejorar la comprensión que tenemos de la misma, y para hacerla más manejable. Los planos casi siempre tienen su representación gráfica.

¿Tendrá el modelo Entidad-Relación una representación gráfica que nos ayude a modelar la realidad y a entenderla mejor para resolver nuestro problema?



La tiene, y esa representación es justamente un diagrama E-R. Y un **diagrama E-R consiste en representar mediante las figuras geométricas vistas a lo largo de la unidad un modelo completo del problema, proceso o realidad a describir, de forma que se definan tanto las entidades que lo componen, como las interrelaciones (relaciones) que existen entre ellas.**

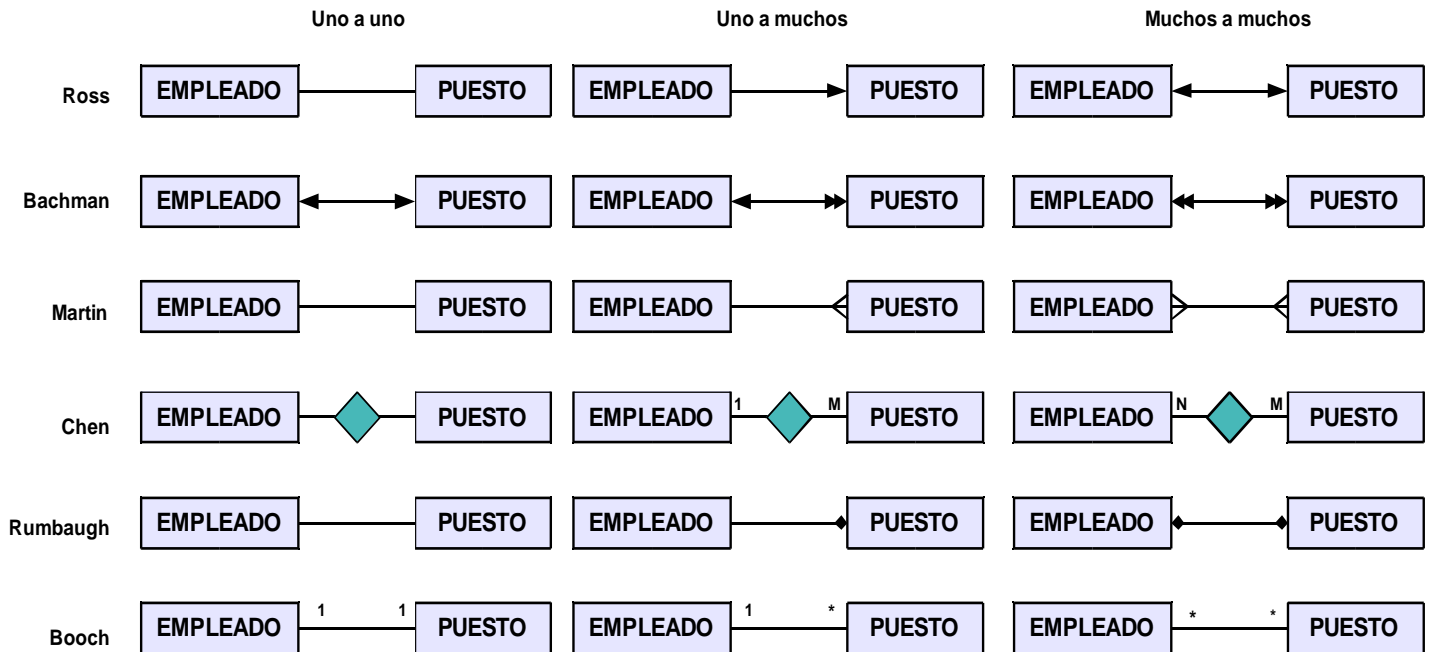
CLIENTE

La idea es aparentemente simple, pero a la hora de construir modelos sobre realidades concretas es cuando surgen los problemas. La realidad es siempre compleja. Y al final, nuestra mejor arma es la práctica.

Cuanto más problemas diferentes modelemos más aprenderemos sobre el proceso y sobre los problemas que pueden surgir. Podremos aplicar la experiencia obtenida en otros proyectos y, si no reducir el tiempo empleado en el modelado, al menos sí reducir los retoques posteriores, el mantenimiento y el tiempo necesario para realizar modificaciones sobre el modelo.

La notación utilizada a lo largo de la unidad es sólo una de las existentes, aún cuando todas en esencia representen el mismo concepto. Existen una gran variedad de simbologías, y depende de cada persona el escoger aquella que más le convenga. A continuación representamos algunas de las simbologías más utilizadas de algunos de los autores más conocidos.





PARA SABER MÁS

Si quieres conocer algo más acerca del Modelo Entidad-Relación, pulsa en los siguientes enlaces:

[Modelado de datos](http://ict.pue.udlap.mx/people/carlos/is341/bases02.html)
<http://ict.pue.udlap.mx/people/carlos/is341/bases02.html>

AUTOEVALUACIÓN:

El diagrama Entidad-Relación...

- Consiste en representar mediante las figuras geométricas un modelo completo del problema, proceso o realidad a describir. (CORRECTO)
- Define tanto las entidades que participan en el problema objeto de estudio como las relaciones que hay entre ellas. (CORRECTO)
- No puede contener más de diez entidades.
- Ninguna de las opciones anteriores es correcta.

9.1 Creación diagrama E/R (Parte I).

¿Qué tenemos que hacer para crear un diagrama E/R? ¿Qué hay que saber y tener en cuenta? Por lo pronto, conocer los símbolos que puedes usar en el diagrama y saber lo que significan, que es a lo que hemos dedicado gran parte de los apartados anteriores. Pero hay algo más...



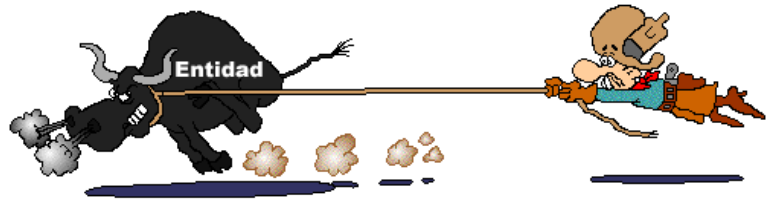
Las tareas a realizar para la creación del diagrama E/R son las siguientes:

- Identificar las entidades.** Lo primero que hay que hacer es definir los principales objetos dentro de la información que tenemos sobre el problema, es decir, en la especificación de requisitos. Estos objetos serán las entidades.

En las especificaciones que tenemos del problema a resolver se **buscan los nombres o sustantivos que se mencionan que hacen referencia a objetos** importantes como personas, lugares o conceptos de interés, excluyendo aquellos nombres que sólo son características de otros objetos. Por ejemplo, se pueden considerar como entidades EMPLEADO, o INMUEBLE, y los sintagmas nominales tales como el número de empleado y el nombre de empleado se obvian por tratarse de características de la entidad denominada EMPLEADO.

También podemos **identificar las entidades buscando aquellos objetos que existen por sí mismos**. Por ejemplo, EMPLEADO es una entidad porque los empleados existen, sepamos o no sus nombres, direcciones y teléfonos.

No siempre es fácil saber si un objeto es una entidad, una relación o un atributo. Por **ejemplo** ¿cómo se podría clasificar **matrimonio**? Pues de cualquiera de las tres formas. El estudio es subjetivo, por lo que distintos diseñadores pueden hacer distintas interpretaciones, aunque todas igualmente válidas. Todo depende de la opinión y la experiencia de cada uno. Los diseñadores de bases de datos deben tener una visión selectiva y clasificar las cosas que observan dentro del contexto de la empresa u organización objeto de estudio. A partir de unas especificaciones de usuario es posible que no se pueda deducir un conjunto único de entidades, pero después de varias repeticiones del proceso de análisis, se llegará a obtener un conjunto de entidades que sean adecuadas para el sistema que se quiere modelar.



Conforme se van identificando las entidades, se les dan nombres que tengan un significado coherente y que sean obvias para el usuario

- **Identificar las relaciones**, una vez definidas las entidades, se deben definir las relaciones existentes entre ellas. Del mismo modo que para identificar las entidades se buscaban nombres en la información que tenemos del sistema, para identificar las relaciones **se suelen buscar las expresiones verbales** (por ejemplo: oficina tiene empleados, empleado gestiona inmueble, cliente visita inmueble). Si la información del sistema refleja estas relaciones es porque son importantes para la empresa y, por lo tanto, se deben reflejar en el diagrama E/R.



Pero sólo interesan las relaciones que son necesarias. En el ejemplo anterior se han identificado las relaciones “empleado gestiona inmueble” y “cliente visita inmueble”. Se podría pensar en incluir una relación entre empleado y cliente: “empleado atiende a cliente”, pero es posible que observando la información que poseamos no haya interés en tener en cuenta tal relación.

La mayoría de las relaciones son **binarias** (entre dos entidades), pero no hay que olvidar que también puede haber relaciones en las que participen más de dos entidades, así como relaciones recursivas.



Es muy importante repasar las especificaciones para comprobar que todas las relaciones, explícitas o implícitas, se han encontrado. Si se tienen pocas entidades, se puede comprobar por parejas si hay alguna relación entre ellas. De todos modos, las relaciones que no se identifican en un primer diseño se suelen encontrar cuando se valida el esquema con las operaciones que se desean modelar.

Una vez identificadas todas las relaciones, hay que determinar la cardinalidad mínima y máxima con la que participa cada entidad en cada una de ellas. De este modo, el esquema representa de un modo más explícito la semántica de las relaciones.

Conforme se van identificando las relaciones, se les van asignando nombres que tengan significado para el usuario.

AUTOEVALUACIÓN:

A la hora de crear un diagrama Entidad-Relación...

- Hay que tener en cuenta los sustantivos y sintagmas nominales para encontrar las entidades. (CORRECTO)
- Además de localizar las entidades hay que diferenciar entre entidades débiles y fuertes. (CORRECTO)
- Las expresiones verbales suelen indicar relaciones entre entidades. (CORRECTO)
- Ninguna de las opciones anteriores es correcta.

9.2 Creación diagrama E/R (Parte II).

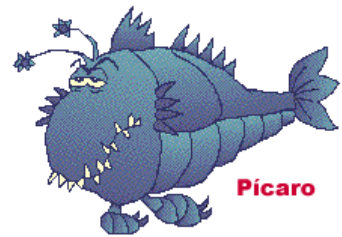
Pero con lo visto hasta ahora no hemos terminado nuestro trabajo, aún faltan detalles por concretar. Los pasos que nos quedan por seguir son:



- **Identificar los atributos y asociarlos a entidades y relaciones.** Al igual que con las entidades, se buscan nombres en las especificaciones de requisitos. **Son atributos los nombres que identifican propiedades, cualidades, identificadores o características de entidades o relaciones.**

Lo más sencillo es preguntarse, para cada entidad y cada relación, ¿qué información se quiere saber de esta entidad o aquella relación? La respuesta a esta pregunta se debe encontrar en las especificaciones de requisitos. Pero, en ocasiones, será necesario preguntar a los usuarios para que aclaren los requisitos.

Al identificar los atributos, hay que tener en cuenta si son simples o compuestos. Por ejemplo, el atributo “dirección” puede ser simple, teniendo la dirección completa como un solo valor (Ej: “San Rafael 45, Almanzora”); o puede ser un atributo compuesto, formado por la “calle” (“San Rafael”), el “número” (“45”) y la “población” (“Almanzora”). El escoger entre atributo simple o compuesto depende de los requisitos del usuario. Si el usuario no necesita acceder a cada uno de los componentes de la dirección por separado, se puede representar como un atributo simple. Pero si el usuario quiere acceder a los componentes de forma individual, entonces se debe representar como un atributo compuesto.



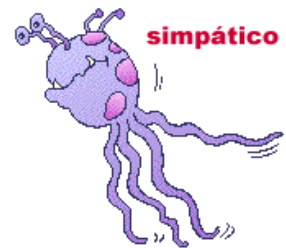
También se deben **identificar los atributos derivados** o calculados, que son aquellos cuyo valor se puede calcular a partir de los valores de otros atributos. Por ejemplo, el número de empleados de cada oficina, la edad de los empleados o el número de inmuebles que gestiona cada empleado. Algunos diseñadores no representan los atributos derivados en los esquemas conceptuales. Si se hace, se debe indicar claramente que el atributo es derivado y a partir de qué atributos se obtiene su valor. Donde hay que considerar los atributos derivados es en el diseño físico.



Cuando se están identificando los atributos, se puede descubrir alguna entidad que no se ha identificado previamente, por lo que hay que volver al principio introduciendo esta entidad y viendo si se relaciona con otras entidades.

Hay que tener mucho cuidado cuando parece que un mismo atributo se debe asociar a varias entidades. Esto puede ser por una de las siguientes causas:

- **Se han identificado varias entidades**, como “director”, “supervisor” y “administrativo”, **cuando, de hecho, pueden representarse como una sola entidad** denominada “empleado”. En este caso, se puede escoger entre introducir una jerarquía de generalización, o dejar las entidades que representan cada uno de los puestos de empleado.
- **Se ha identificado una relación entre entidades.** En este caso, se debe asociar el atributo a una sola de las entidades y hay que asegurarse de que la relación ya se había identificado previamente. Si no es así, se debe actualizar la documentación para recoger la nueva relación.



Conforme se van identificando los atributos, se les asignan nombres que tengan significado para el usuario.

De cada atributo se debe tener la siguiente información:

- **Nombre y descripción** del atributo.
- **Si el atributo es compuesto** y, en su caso, **qué atributos simples lo forman.**
- **Si el atributo es derivado** y, en su caso, **cómo se calcula su valor.**

- **Determinar las claves candidatas y elegir las claves primarias.** Se trata de encontrar todas las claves candidatas de cada una de las entidades. Estas claves pueden ser simples o compuestas. De cada entidad se escogerá una de las claves candidatas como clave primaria de la entidad correspondiente.

Cuando se determinan las claves candidatas es fácil darse cuenta de si una entidad es fuerte o débil. Si una entidad tiene al menos una clave candidata, es **fuerte**. Si una entidad no tiene atributos que le sirvan de clave candidata, es **débil**.

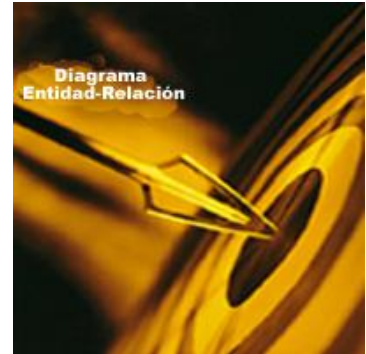
- **Determinar las jerarquías de generalización**



En este paso hay que estudiar detenidamente las entidades que se han identificado hasta el momento. Hay que ver si es necesario reflejar las diferencias entre distintas instancias de una entidad, con lo que surgirán nuevos subtipos de esta entidad genérica; o bien, si hay entidades que tienen características en común y que realmente son subtipos de una nueva entidad genérica.

En cada jerarquía hay que determinar si es total o parcial y exclusiva o solapada.

- **Dibujar el diagrama entidad-relación.** Una vez identificados todos los conceptos, se puede dibujar el diagrama entidad-relación correspondiente a nuestro problema.
- **Revisar el resultado con la información sobre el problema que tenemos.** Antes de dar por finalizada la fase del diseño del diagrama E/R, se debe revisar el diagrama obtenido con la información original que tenemos sobre el problema. Si se encuentra alguna anomalía, hay que corregirla haciendo los cambios oportunos, por lo que posiblemente haya que repetir alguno de los pasos anteriores. Este proceso debe repetirse hasta que se esté seguro de que el diagrama es una fiel representación de la parte del problema que se está tratando de modelar.



AUTOEVALUACIÓN:

Cuando estamos desarrollando un diagrama Entidad-Relación...

- Todas las entidades tienen atributos que se localizan entre las propiedades que queremos almacenar de esas entidades. (CORRECTO)
- No hay que tener en cuenta posibles generalizaciones de las entidades.
- Hay que comprobar siempre que toda la información que tenemos sobre el sistema objeto de estudio se refleja en el diagrama que hemos creado. (CORRECTO)
- Ninguna entidad puede tener más de una clave candidata.

9.3 Estrategias para la elaboración de diagrama E/R.

Existen cuatro estrategias a la hora de construir un esquema E/R que se resumen a continuación, y en la tabla que sigue:



- La **estrategia descendente** es análoga a la descomposición en niveles de **DFD**, partiendo de una única entidad que describe el **universo del discurso** (por ejemplo, EMPRESA) que **se va descomponiendo sucesivamente con mayor nivel de detalle**.

PARA SABER MÁS

Si no has trabajado nunca con DFDs, consulta el siguiente enlace donde se explica qué es un Diagrama de Flujo de Datos (DFD) y algunos ejemplos para que veas cómo funciona esta técnica de representación de la información...

En qué consiste un DFD

http://www.pcm.gob.pe/portal_ongei/publica/metodologias/Lib5081/0300.HTM

Guía para la construcción de un DFD

<http://itlp.edu.mx/publica/tutoriales/analisis/411.htm>

Ejercicios de DFDs resueltos

<http://platea.pntic.mec.es/~imarti2/materiales/EjerciciosDFD.pdf>

- En la **estrategia ascendente**, por el contrario, **se parte del nivel más bajo**, es decir, **los atributos**, que **se van agrupando en entidades**. Posteriormente **se crean relaciones entre las entidades y las jerarquías de generalización hasta obtener el esquema completo**.
- La más usual es, sin embargo, la **estrategia de “mancha de aceite”**, también llamada **Inside-Out**. **Se empieza creando un esquema E/R en una parte del papel, completándose, a medida que se examina el esquema**

percibido en lenguaje natural y el resto de entidades y relaciones hasta “ocupar” todo el papel, de forma análoga a la manera en la que se extiende el aceite en un mantel.

- Por último tenemos la **estrategia mixta**. Cuando el dominio de aplicación es muy complejo, el diseñador divide los requerimientos en subconjuntos, que más tarde se consideran por separado. Se produce un esquema armazón que actúa como marco para los conceptos más importantes y fija los nexos entre las particiones. Utiliza las estrategias descendente y ascendente de manera combinada. Los requerimientos se dividen siguiendo la estrategia descendente y, para cada partición, se sigue la estrategia ascendente.

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
DESCENDENTE	Se analizan los conceptos de forma progresiva	No aparecen sorpresas de última hora	Requiere un alto nivel de abstracción
ASCENDENTE	Se construyen los conceptos a partir de otros elementales	Facilita las decisiones de diseño	Necesidad de reestructuración conforme se progresa
INSIDE-OUT	“Mancha de aceite”	Facilita describir nuevos conceptos relacionados	Sólo se tiene una visión global al final del proceso
MIXTO	Partición de requisitos descendente, dentro de cada partición se usa estrategia ascendente.	“Divide y vencerás”	Requiere decisiones importantes acerca del esqueleto inicial

¿Qué estrategia deberás usar tú?

La que más claridad te aporte, la que te resulte más natural, y posiblemente, una mezcla de todas que será la tuya propia... Piensa que en realidad las estrategias no son más que guías que pueden ayudar, pero la única y auténtica estrategia que se puede usar es hacer montones de diagramas, pensándolos, repasándolos, valorando los pros y los contras hasta que se adquiere la habilidad de “visualizar” mentalmente el diagrama según se van leyendo las especificaciones del problema.

Eso sólo se consigue después de haber peleado con muchos diagramas E/R distintos, hasta que salen de forma natural. Algo parecido a los primeros algoritmos de programación... donde había que hacer montones hasta que uno piensa en términos de algoritmo.



Estrategia de Mancha de Aceite

AUTOEVALUACIÓN:

Entre las distintas estrategias que existen para crear un diagrama Entidad-Relación...

- La estrategia mixta es la que menos decisiones toma en el inicio del proceso de creación.
- La estrategia inside-out es la más utilizada. (CORRECTO)
- El método conocido como ‘mancha de aceite’ obtiene una visión global del problema desde el principio.
- Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

9.4 Control de la redundancia de los diagramas E/R.

¿Hay que controlar que no se repita la información en nuestro diagrama E/R?

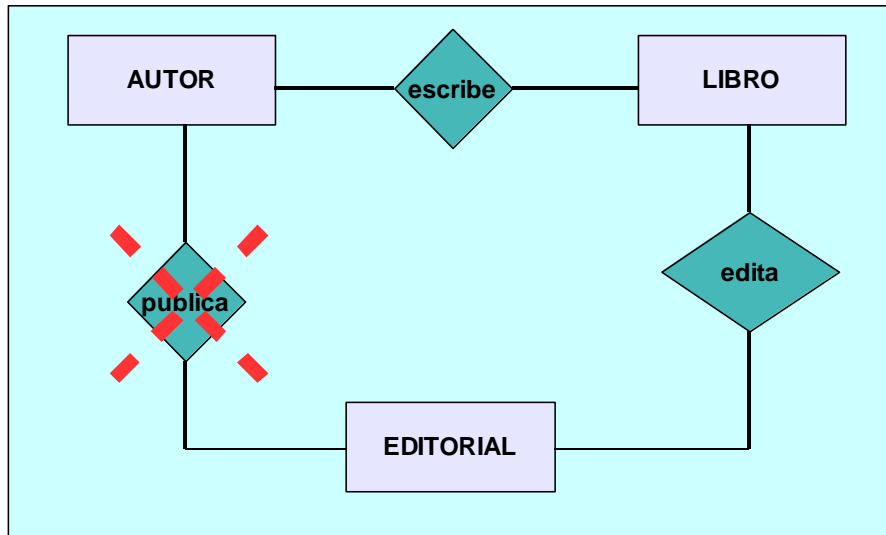


Por supuesto que sí, **tenemos que evitar repetir la información mostrada en nuestro diagrama**, es decir, tenemos que evitar la **redundancia**.

Una vez diseñado un esquema E/R, hay que analizar si se presentan redundancias, ya que éstas pueden presentar dificultades a la hora de crear la base de datos en un SGBD. Además de la existencia de atributos redundantes, como los que se obtienen de otros mediante algún cálculo, hay que estudiar detenidamente los ciclos en el diagrama E/R, ya que pueden

indicar la existencia de relaciones redundantes.

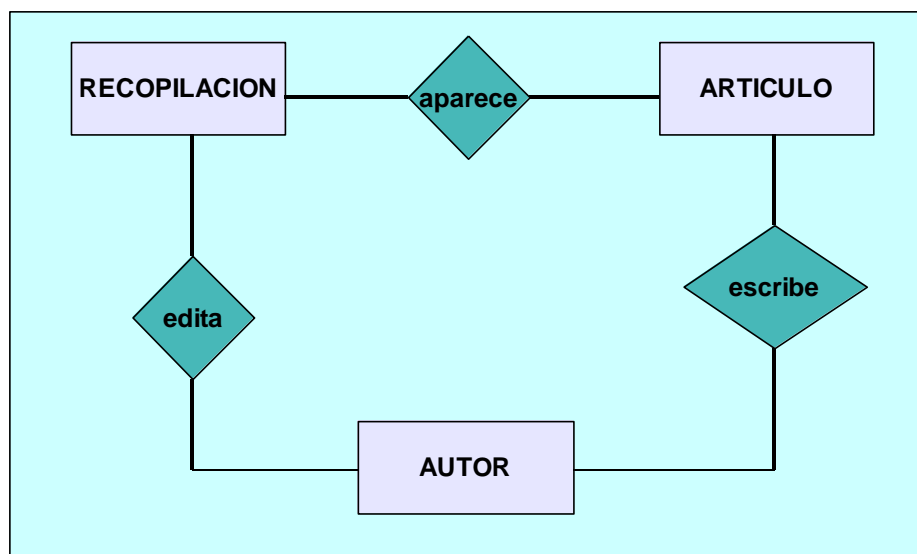
Un **ciclo**, en un diagrama E/R, es un grupo de entidades unidas en forma circular o cíclica a través de ciertas relaciones. Veamos el siguiente ejemplo:



Está claro que en este **ejemplo** podríamos eliminar la relación “**publica**”, puesto que si conocemos los libros que un autor ha escrito, y sabemos las editoriales que editan dichos libros, somos capaces de extraer las editoriales en las que un determinado autor publica sus libros. Por consiguiente, podemos eliminar la relación “publica” de nuestro diagrama por ser redundante.

No podemos generalizar en esta cuestión, es decir, **es posible que existan ciclos en los que no aparezcan redundancias**. Los casos más habituales son los que resultan de dividir relaciones ternarias en sus correspondientes relaciones binarias.

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



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

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

Como podemos ver en el diagrama de arriba, tenemos un ciclo. **¿Alguna de las relaciones que aparecen se puede eliminar por ser redundante?**

Analicemos:

- Las relaciones que componen el ciclo no son equivalentes semánticamente, no es lo mismo que un autor edite una recopilación a que escriba un artículo, y ambas relaciones son diferentes a “aparece” que une RECOPILACION con ARTICULO.
- Si elimino alguna de las relaciones, no podré asociar las instancias de las entidades que se unían mediante dicha relación, ya que no existe camino alternativo para dicha unión.

Por consiguiente, **no podemos eliminar ninguna de las relaciones** que aparecen en el diagrama.

AUTOEVALUACIÓN:

La redundancia...

- Tiene que aparecer forzosamente en todo diagrama Entidad-Relación.
- La existencia de un ciclo no implica la existencia de relaciones redundantes. (CORRECTO)
- Evita que se repita la información en un diagrama.
- Aparece cuando se repite la información de mi sistema en estudio. (CORRECTO)

9.5 Criterios de Calidad de un diagrama ERE.

¿Cómo sabemos si nuestro diagrama ERE tiene la **calidad** deseable? ¿Podemos usar algún criterio para comprobar esa calidad?

Podemos. Se definen varios criterios para evaluar la calidad de un diagrama ERE, o esquema conceptual, y son los siguientes:

1. **Ser Completo.** Se debe verificar que **cada requerimiento debe estar en el esquema conceptual y cada concepto del esquema está en los requerimientos.**
2. **Corrección.** Un diagrama ERE es correcto si usa apropiadamente el **modelo Entidad/Relación**. Hay dos tipos de corrección: sintáctica y semántica.



- **Sintáctica:** No utilizar incoherencias del tipo: poner una entidad con otra sin que haya una interrelación entre ellas o poner juntas dos interrelaciones.
- **Semántica:** Se consideran incorrectas las siguientes acciones:
 - Usar un atributo en lugar de una entidad.
 - Olvidar colocar una generalización o un subconjunto.
 - Olvidar la herencia en las generalizaciones.
 - Usar una entidad en lugar de una interrelación.
 - Usar el mismo nombre para dos entidades o dos interrelaciones.
 - Olvidar algún identificador de una entidad.
 - No especificar alguna cardinalidad o especificarla incorrectamente.

3. **Minimalidad.** Un esquema es mínimo cuando **cada aspecto de los requerimientos aparece una sola vez en el esquema**, o en otras palabras, cuando no se puede eliminar ningún concepto del esquema sin perder información. Un esquema no es mínimo cuando es redundante, es decir, cuando tiene alguna información repetida. Algunos ejemplos de redundancia son los atributos derivados y algunos ciclos en el esquema (recordemos que no todos los ciclos son redundantes). La redundancia no siempre es mala, pero hay que documentarla muy bien.

4. **Expresividad.** Un esquema es expresivo cuando **representa los requerimientos de una manera natural**, no forzada.

5. **Legibilidad.** Legible significa que **se puede leer con facilidad**, en este caso se consideran criterios estéticos. Se deben minimizar el número de cruces en todo el esquema, **lo ideal es tratar de lograr un esquema “plano” y lo más claro posible**. Cuando se dibujen generalizaciones, se debe tratar en lo posible de colocar la superclase arriba y las subclases debajo de ésta, análogamente en las interrelaciones de subconjunto, también se debe destacar la simetría, colocando todas las subclases



simétricamente con respecto a la superclase. Se deben evitar las líneas curvas uniendo los distintos elementos del esquema.

6. **Autoexplicación.** Cuando se logra expresar las propiedades del problema con los conceptos del modelo de datos, sin recurrir a otras cosas, se dice que el esquema conceptual es autoexplicativo. Las “otras cosas” pueden ser explicaciones en lenguaje natural o restricciones explícitas.



7. **Capacidad de Extensión (Flexibilidad).** Esta característica describe la **facilidad de un esquema conceptual de adaptarse a cambios por nuevos requerimientos** de los usuarios. En la medida en que el esquema sea modular y use los conceptos más generales para representar los requerimientos, será más flexible y adaptable a cambios.

AUTOEVALUACIÓN:

Cuando hemos diseñado un diagrama Entidad-Relación tenemos que comprobar que...

- a) El diagrama creado nos basta para que se refleje toda la semántica del problema. (CORRECTO)
- b) Los requerimientos del sistema aparecen varias veces en el diagrama.
- c) Puede haber varias entidades unidas entre sí, sin utilizar una relación para tal fin.
- d) El diagrama creado es capaz de adaptarse a cambios debido a nuevos requerimientos de los usuarios. (CORRECTO)

10. Ejemplos resueltos: Ejemplo 1 - Hospital.

Hasta ahora hemos visto toda la teoría que nos explica cómo hacer un diagrama E/R, pero ¿sabemos hacer realmente un diagrama?



La mejor manera de aprender, como ya hemos dicho, es haciéndolos... Pues ¡¡¡manos a la obra y vamos con el primer ejemplo!!!

Enunciado del primer ejemplo:

Con el objeto de crear un software para la administración de un hospital, se pretende diseñar una base de datos. Tras un estudio de la información existente en dicho centro, se obtuvieron los siguientes datos:

- En el hospital se almacena información relativa a los **enfermos**: código de enfermo, nombre, dirección, DNI, fecha de nacimiento, teléfono de contacto, edad.
- También se almacena la información relativa a los **trabajadores** del hospital (médicos y enfermeras), de los que se desea conocer: Nombre, dirección, DNI, sueldo, teléfono de contacto. En el caso de los médicos, además se desea conocer la especialidad.
- Los enfermos están alojados en **habitaciones**, siendo una habitación la asignada al enfermo en la fecha que se hospitaliza y deja de estar asignada en la fecha de salida.
- En una misma habitación, puede haber más de un enfermo.
- Para cada habitación se almacena el número de camas y se anotan observaciones.
- Las habitaciones pertenecen a las distintas plantas del hospital.
- Para cada planta se almacena el número de habitaciones y la especialidad de la planta.
- Los enfermos son curados por médicos según la especialidad. Dichos médicos pueden curar a varios enfermos.
- Existe un conjunto de **enfermeras**. Cada enfermera, está asignada a una única planta.
- Para cada enfermo existe un conjunto de **diagnósticos** emitidos por los médicos que los curan. Para cada diagnóstico del enfermo, se guarda la fecha del diagnóstico, y el informe, junto con el código correspondiente. Cada diagnóstico es emitido por un único médico.



Se pide realizar el análisis y obtener el diagrama E/R (habrá que indicar, según notación, las entidades, los atributos, las relaciones, y las llaves primarias de las entidades).

10.1 Identificando Entidades y Relaciones.

Vamos a ir paso a paso siguiendo las instrucciones que hemos dado en los apartados anteriores de la unidad.



Empezamos **identificando las entidades**, para ello leemos el texto e intentamos identificar los sustantivos que puedan representar algo importante en nuestro sistema de información. En este caso un hospital.

Después de una primera lectura nos encontramos con **ENFERMO**, **TRABAJADOR (MEDICO, ENFERMERA)**, **HABITACION**, **PLANTA** y **DIAGNOSTICO** como posibles entidades.

¿Podríamos considerarlas todas como entidades fuertes, o hay alguna que en principio pueda ser una entidad débil?

Si leemos con detenimiento, la entidad **DIAGNOSTICO** podría ser una entidad débil que depende de **ENFERMO**, y en efecto así es, puesto que si desaparece una instancia de la entidad **ENFERMO**, no tiene sentido la existencia de ningún **DIAGNOSTICO** para ese paciente... luego **DIAGNOSTICO** depende débilmente de **ENFERMO**.

Continuamos nuestro estudio **identificando las relaciones**, para ello volvemos a leer el texto.

¿De qué manera se relacionan las entidades que hemos descubierto en el paso anterior?

Claramente tenemos que **ENFERMO** se relaciona con **HABITACION** mediante '**esta alojado**', que **HABITACION** se relaciona con **PLANTA** mediante '**ubicada**', **PLANTA** con **ENFERMERA** mediante '**asignada**', y por último **MEDICO** con **DIAGNOSTICO** mediante '**emite**'.



10.2 Identificando cardinalidades de Entidades y Relaciones.



Ahora que ya sabemos cuales son las entidades y las relaciones implicadas, **¿cómo calculamos la cardinalidad de las entidades y por consiguiente de las relaciones?**

Muy sencillo, haciéndonos la siguiente pregunta para cada entidad: **¿con cuántas instancias de la entidad que nos interesa participa en la relación en estudio?** La respuesta para cada caso es la siguiente:

- Para la entidad **ENFERMO**, ¿cuántos enfermos pueden alojarse en una habitación? Es evidente que puede que no haya ningún enfermo alojado o bien que haya el máximo número de enfermos que permita la habitación, por lo que la cardinalidad de **ENFERMO** será **(0,n)**.
- Para la entidad **HABITACION** teniendo en cuenta la relación '**alojado**', ¿en cuántas habitaciones puede alojarse un enfermo? Es evidente que sólo en una, por lo que su cardinalidad será **(1,1)**.
- Para la entidad **HABITACION** teniendo en cuenta la relación '**esta**', ¿en cuántas plantas puede estar una habitación? Es evidente que una habitación sólo puede estar en una planta, por lo que su cardinalidad será en este caso **(1,1)**.
- Para la entidad **PLANTA** teniendo en cuenta la relación '**esta**', ¿cuántas habitaciones puede tener una planta? La respuesta es inmediata, como mínimo una planta debe tener una habitación y como máximo **n** habitaciones. La cardinalidad en este caso será **(1,n)**.
- Para la entidad **PLANTA** teniendo en cuenta la relación '**asignada**', ¿a cuántas plantas puede estar asignada una enfermera? Por el enunciado que tenemos, a una única planta, por lo que su cardinalidad será **(1,1)**.
- Para la entidad **ENFERMERA** teniendo en cuenta la relación '**asignada**', ¿cuántas enfermeras pueden estar asignadas a una planta? Es evidente, que al menos debe haber una enfermera y puede haber hasta **m**. Su cardinalidad en este caso será **(1,m)**.
- Para la entidad **MEDICO**, ¿cuántos médicos pueden emitir un diagnóstico? Gracias al enunciado sabemos que un diagnóstico puede ser emitido por un único médico, por lo que su cardinalidad será **(1,1)**.
- Y por último, para la entidad **DIAGNOSTICO**, ¿cuántos diagnósticos puede emitir un médico? Está claro que un médico puede no emitir ningún diagnóstico y puede emitir hasta **m** diagnósticos. Por este motivo, su cardinalidad será **(0,m)**.



Una vez que tenemos calculadas estas cardinalidades, ¿cómo calculo las cardinalidades de las relaciones?

La respuesta es muy sencilla, tomando los valores máximos de las cardinalidades de cada una de las entidades que une dicha relación. Por tanto, en nuestro caso tenemos:

- La cardinalidad de la relación **‘alojado’** es **1:n**.
- La cardinalidad de la relación **‘esta’** es **1:n**.
- La cardinalidad de la relación **‘asignada’** es **1:m**.
- La cardinalidad de la relación **‘emite’** es **1:m**.

10.3 Identificando los atributos.



Seguimos el estudio **identificando los atributos**. Al leer los requerimientos del sistema nos preguntamos:

¿Qué información necesitamos almacenar de las distintas entidades encontradas?

- Para la **entidad ENFERMO** necesitamos conocer: **‘codigo_enfermo’**, **‘nombre’**, **‘direccion’**, **‘DNI’**, **‘fecha_nacimiento’**, **‘telefono_contacto’** y **‘edad’**, por lo que todos ellos son los atributos de la entidad **ENFERMO**. Hay que hacer una especial mención al atributo **‘edad’**, que no es más que un atributo derivado, ya que se puede obtener como resultado de una operación sobre el campo **‘fecha_nacimiento’**. De la misma manera también tenemos que estudiar qué ocurre con el atributo **‘direccion’**, ya que dependiendo de cómo lo consideremos puede tratarse de un atributo simple, o un atributo compuesto por la calle, el número, población y provincia. En este caso lo consideramos como un atributo simple.
- Para la **entidad DIAGNOSTICO** se va a almacenar la **‘fecha’** y el **‘informe’**, junto con el **‘codigo_diagnóstico’** correspondiente.
- De la **entidad MEDICO** necesitamos almacenar la siguiente información: **‘nombre’**, **‘direccion’**, **‘DNI’**, **‘sueldo’**, **‘telefono_contacto’** y **‘especialidad’**.
- De la **entidad ENFERMERA** queremos almacenar: **‘nombre’**, **‘direccion’**, **‘DNI’** y **‘telefono_contacto’**.
- De la **entidad HABITACION** almacenaremos: **‘numero_habitacion’**, **‘numero_de_camas’** y **‘observaciones’**.
- Para la **entidad PLANTA**, por último, almacenaremos: **‘numero_de_planta’**, **‘numero_de_habitaciones’** y **‘especialidad’** de la planta.

Ya hemos identificado todos los atributos de las entidades pero, **¿las relaciones no pueden tener también atributos?**

Leyendo los requerimientos de nuestro problema podemos observar que uno de los puntos que nos dan es el siguiente: “Los enfermos están alojados en habitaciones, siendo una habitación la asignada al enfermo en la fecha que se hospitaliza y deja de estar asignada en la fecha de salida”. De esta forma nos indican que tenemos que guardar la información de cuándo se asigna la habitación a un enfermo y cuándo deja de estar asignada a ese enfermo, y la única manera que tenemos para hacerlo es añadiendo dos atributos a la relación **‘esta_alojado’**. Estos atributos no son más que **‘fecha_ingreso’** y **‘fecha_alta’**.



No se aprecian más atributos de otras relaciones.

10.4 Identificando claves candidatas y elección de clave primaria.



El siguiente paso a dar es **identificar las claves candidatas** y **elegir la clave principal**.

¿Sabemos cómo identificar las claves en una entidad?

Estudiamos las entidades una a una, y recordamos que una clave es un atributo o conjunto de atributos que identifica de manera única cada instancia de una entidad:

- **ENFERMO**, como claves candidatas tenemos **DNI** y **‘codigo_enfermo’**, podemos seleccionar cualquiera de ellas como clave principal. Elegimos **DNI**.
- **DIAGNOSTICO**, tiene como única clave candidata **‘codigo_diagnostico’**, por lo tanto es además su clave principal.
- **MEDICO**, como clave candidata sólo tenemos **DNI**, por lo que también es nuestra clave principal.

- **ENFERMERA**, como clave candidata sólo tenemos **DNI**, por lo que también es nuestra clave principal.
- **HABITACION**, como única clave candidata tenemos **'numero_habitacion'**, y por lo tanto es la clave principal.
- **PLANTA**, como clave candidata tenemos únicamente **'numero_planta'**, por lo que también es la clave principal.

10.5 Comprobando generalizaciones/especializaciones y dibujando la solución.



¿Crees que ya hemos terminado con el estudio de nuestro diagrama?

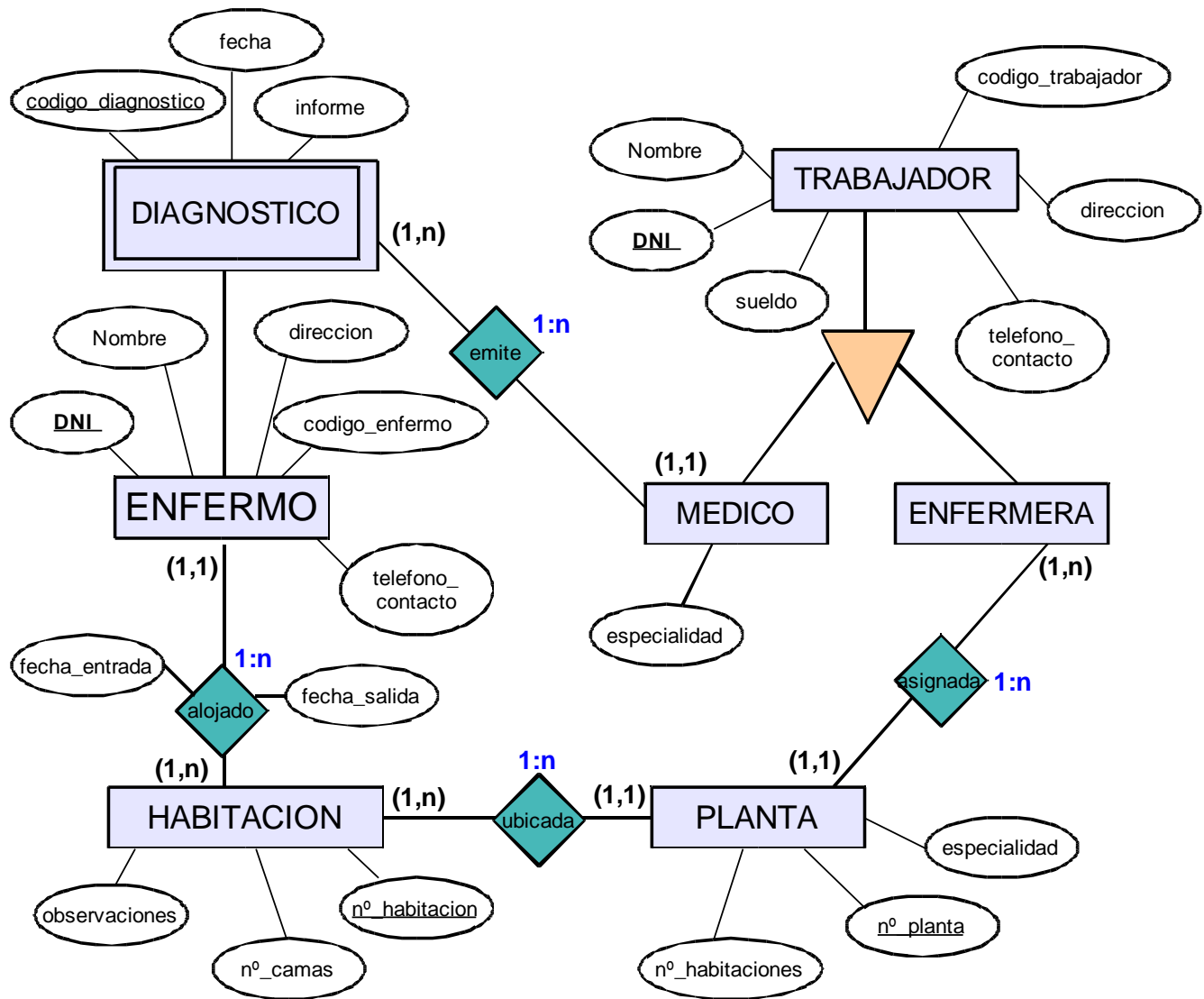
Me temo que no, aún nos queda estudiar si **existe alguna generalización/especialización** en nuestro problema. Al leer con detenimiento el enunciado del problema nos percatamos de que existe una gran similitud entre las entidades **ENFERMERA** y **MEDICO**, tanto en atributos, como en el papel que juegan dentro del sistema de información. De ambas entidades se requiere almacenar la misma información, que sólo difiere en el caso de la entidad **MEDICO**, de la que deseamos guardar también el atributo **'especialidad'**, por lo que podemos considerar una generalización de ambas entidades en una denominada **TRABAJADOR**.

También tendremos que comprobar que no exista **redundancia** en nuestro diagrama, sobre todo si existe algún ciclo en nuestro diseño. En nuestro caso, ninguna de las relaciones que forman el ciclo se puede eliminar porque no existe ningún camino alternativo para relacionar las entidades que están unidas mediante las distintas relaciones.

Y por último tendremos que comprobar que se cumplen los **criterios de calidad** mencionados en la unidad, es decir, la cualidad de ser completo, la corrección, la minimalidad, la expresividad, la legibilidad, la autoexplicación y la flexibilidad del diagrama.

Con todas estas consideraciones que hemos hecho, el diagrama ER que obtenemos es el que mostramos a continuación.

Solución:



11. Ejemplos resueltos: Ejemplo 2 - Seguros.

seguros de
coches



Como es importante practicar, te vamos a proporcionar otro ejemplo resuelto más para que te pueda servir de guía en el proceso cuando tengas que enfrentarte a hacer tus propios diagramas E/R.

Enunciado:

Una compañía de seguros de automóviles quiere crear una base de datos que recoja el funcionamiento de su negocio y que se refleja en los siguientes supuestos semánticos:

- El elemento fundamental de información es la **póliza**, la cuál se identifica mediante un número único, tiene un tipo de seguro (a todo riesgo, a terceros, etc.), un importe de cobertura máxima y un estado (alta, baja, suspensión, etc.). La póliza pertenece a un único cliente (un cliente puede tener más de una póliza diferente) y referencia a un único vehículo y cada vehículo sólo puede tener una póliza.
- Los **clientes** se identifican mediante su NIF, además se quiere guardar su nombre y apellidos, su teléfono, fecha de nacimiento, fecha de obtención del permiso de conducir y su dirección completa (calle, número, ciudad, código postal y provincia).
- De los **vehículos** es importante conocer su número de chasis, su matrícula, la marca, el modelo, la potencia, el año de fabricación y el color. Además un vehículo puede tener una serie de extras (alarma, radio, etc.) de los que guardaremos un código identificador y el nombre del extra.
- Una póliza puede tener una serie **personas autorizadas**, de las cuales se quiere tener su NIF, nombre y apellidos, fecha de nacimiento y relación con el cliente. Un autorizado sólo tendrá relación con un único cliente.
- Cuando se produce un **sinistro**, se crea un parte de accidente (identificado por un número de siniestro) donde se recoge la información del siniestro: datos de la póliza del



cliente, datos del conductor (sólo puede ser el cliente, o alguien autorizado), fecha del siniestro, datos del taller donde se va a reparar el vehículo y fecha e importe de la reparación. Si el accidente es contra otro vehículo no se guardan ninguna información del vehículo contrario, si es de la misma compañía el cliente ya dará su propio parte de accidente.

- Los datos del **taller** que se almacenan serán, el nombre, la dirección y el teléfono además de un código identificador.

Se pide desarrollar el modelo E/R

11.1 Identificando Entidades y Relaciones.



Volvemos a repetir los pasos que hemos seguido en el ejemplo anterior, pero en esta ocasión te vamos a dar la oportunidad de que los razonamientos los hagas tú, nosotros te guiamos.

Empezamos **identificando las entidades**, para ello leemos el texto e intentamos identificar los sustantivos o sintagmas nominales que puedan representar algo importante en nuestro sistema de información. En este caso una compañía de seguros de automóviles.

¿Has tenido algún problema para identificar las entidades?

Podemos considerar las siguientes entidades: **POLIZA**, **CLIENTE**, **VEHICULO**, **EXTRA**, **AUTORIZADO**, **SINIESTRO** y **TALLER**.

¿Podríamos considerarlas todas como entidades fuertes, o hay alguna que en principio pueda ser una entidad débil?

Si analizas con detenimiento los requisitos, las entidades **AUTORIZADO** y **SINIESTRO** son entidades débiles de **CLIENTE** y **POLIZA** respectivamente.

Continuamos nuestro estudio **identificando las relaciones**, para ello volvemos a leer el texto.

¿De qué manera se relacionan las entidades que hemos descubierto en el paso anterior?

Claramente, **POLIZA** se relaciona con **CLIENTE** mediante una relación que podemos llamar '**tiene**', **POLIZA** se relaciona mediante '**referencia**' con **VEHICULO**, que a su vez se relaciona con **EXTRA** mediante '**esta_equipado**'.

Por otro lado, **CLIENTE** se relaciona mediante '**sufre_cli**' con **SINIESTRO**, al igual que **AUTORIZADO** que se relaciona mediante '**sufre_aut**' con **SINIESTRO**. Por último, **SINIESTRO** se relaciona mediante '**se_repara**' con **TALLER**.

¿Qué seguro buscas?

11.2 Identificando cardinalidades de Entidades y Relaciones.



Ahora que ya sabemos cuales son las entidades y las relaciones implicadas, ¿cómo calculamos la cardinalidad de las entidades y por consiguiente de las relaciones?

Muy sencillo, haciéndonos la siguiente pregunta para cada entidad:

¿Con cuántas instancias participa la entidad que nos interesa en la relación en estudio?

De esta forma calculamos la cardinalidad de las entidades, y la cardinalidad de las relaciones la obtenemos de tomar el máximo de cada una de las cardinalidades de las entidades de dicha relación. La respuesta para cada caso es la siguiente:

- Para la entidad **POLIZA** tenemos una cardinalidad **(1,n)** en la relación '**tiene**' con la entidad **CLIENTE**. La entidad **CLIENTE** tiene una cardinalidad **(1,1)** en la relación '**tiene**' con la entidad **POLIZA**. Por lo tanto, la relación '**tiene**' tiene una cardinalidad **1:n**
- La entidad **POLIZA** tiene una cardinalidad **(1,1)** en la relación '**referencia**' con la entidad **VEHICULO**. Para la entidad **VEHICULO** tenemos una cardinalidad **(1,1)** en la relación '**referencia**' con la entidad **POLIZA**. Por lo tanto, la relación '**referencia**' tiene una cardinalidad **1:1**.

- La entidad **VEHICULO** tiene una cardinalidad **(0,n)** en la relación **'esta_equipado'** con la entidad **EXTRA**. Para la entidad **EXTRA** tenemos una cardinalidad **(0,m)** en la relación **'esta_equipado'** con la entidad **VEHICULO**. Por lo tanto, la relación **'esta_equipado'** tiene una cardinalidad **n:m**.
- La entidad **CLIENTE** tiene una cardinalidad **(0,1)** en la relación **'sufre_cli'** con la entidad **SINIESTRO**. Para la entidad **SINIESTRO** tenemos una cardinalidad **(0,n)** en la relación **'sufre_cli'** con la entidad **CLIENTE**. Por lo tanto, la relación **'sufre_cli'** tiene una cardinalidad **1:n**.
- La entidad **AUTORIZADO** tiene una cardinalidad **(0,1)** en la relación **'sufre_aut'** con la entidad **SINIESTRO**. Para la entidad **SINIESTRO** tenemos una cardinalidad **(0,n)** en la relación **'sufre_aut'** con la entidad **AUTORIZADO**. Por lo tanto, la relación **'sufre_aut'** tiene una cardinalidad **1:n**.
- La entidad **SINIESTRO** tiene una cardinalidad **(1,n)** en la relación **'se_repara'** con la entidad **TALLER**. Para la entidad **TALLER** tenemos una cardinalidad **(0,1)** en la relación **'se_repara'** con la entidad **SINIESTRO**. Por lo tanto, la relación **'se_repara'** tiene una cardinalidad **1:n**.

11.3 Identificando atributos.



Seguimos el estudio **identificando los atributos**. Al leer los requerimientos del sistema nos preguntamos:

¿Qué información necesitamos almacenar de las distintas entidades encontradas?

- Para la entidad **POLIZA**, tenemos los atributos **'cod_poliza'**, **'tipo_seguro'**, **'importe_cobertura'** y **'estado'**.
- Para la entidad **CLIENTE**, tenemos los atributos **'NIF'**, **'nombre'**, **'apellidos'**, **'telefono'**, **'fecha_nacimiento'**, **'fecha_carnet'** y **'direccion'**.
- Para la entidad **VEHICULO**, tenemos los atributos **'matricula'**, **'marca'**, **'modelo'**, **'potencia'**, **'chasis'**, **'anno_fabricacion'** y **'color'**.
- Para la entidad **EXTRA**, tenemos los atributos **'cod_extra'** y **'nombre'**.
- Para la entidad **AUTORIZADO**, tenemos los atributos **'NIF'**, **'nombre'**, **'apellidos'**, **'fecha_nacimiento'** y **'relacion_cliente'**.
- Para la entidad **SINIESTRO**, tenemos los atributos **'n° siniestro'** y **'fecha'**.
- Para la entidad **TALLER**, tenemos los atributos **'cod_taller'**, **'nombre'**, **'direccion'** y **'telefono'**.

Ya hemos identificado todos los atributos de las entidades pero, **¿las relaciones no pueden tener también atributos?**

Por supuesto que sí, y de hecho la relación **'se_repara'** tiene dos atributos, **'importe'** y **'fecha'** (de la reparación), debido a que al considerar estos dos atributos en la relación puede contemplarse el caso de que una reparación tenga lugar en distintas fechas y talleres. Si estos atributos estuvieran en la entidad **SINIESTRO** no cabría dicha posibilidad, y todas las reparaciones deberían efectuarse en el mismo momento y por un único importe.

11.4 Identificando claves candidatas y elección de clave primaria.

El siguiente paso a dar es **identificar las claves candidatas** y **elegir la clave principal**, pero en esta ocasión vamos a elegir directamente las claves principales de nuestras entidades.



- **POLIZA**, clave principal: **'cod_poliza'**
- **CLIENTE** clave principal: **'NIF'**
- **VEHICULO** clave principal: **'matricula'**
- **EXTRA** clave principal: **'cod_extra'**
- **AUTORIZADO** clave principal: **'NIF'**
- **SINIESTRO** clave principal: **'n° siniestro'**
- **TALLER** clave principal: **'cod_taller'**

11.5 Dibujando la solución.



¿Crees que ya hemos terminado con el estudio de nuestro diagrama?

Me temo que no, aún nos queda estudiar si **existe alguna generalización/especialización** en nuestro problema. En esta ocasión no aparece ningún dato que nos haga pensar que tenemos alguna generalización/especialización en nuestro diagrama.

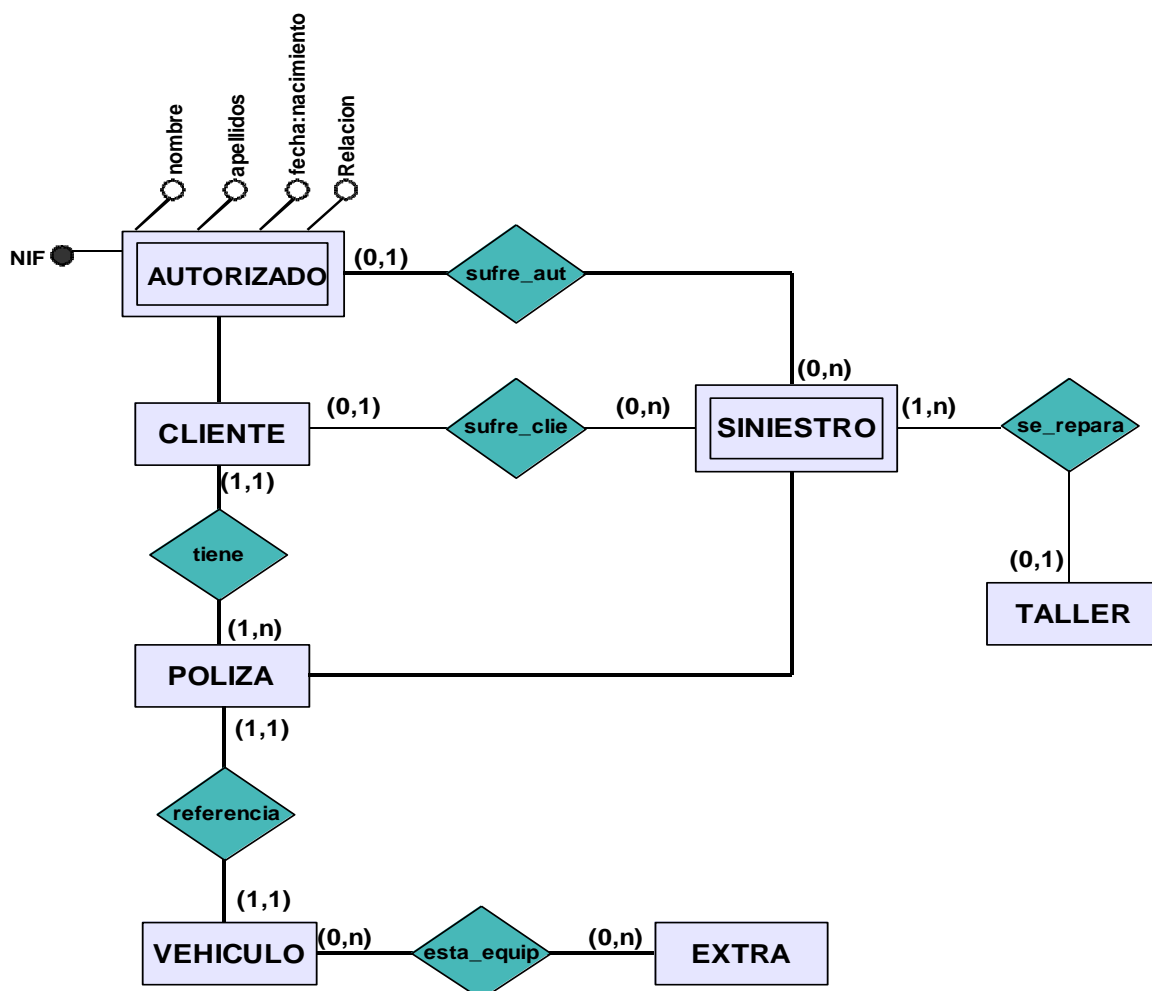
También tendremos que comprobar que no existe **redundancia** en nuestro diagrama, sobre todo si existe algún ciclo en nuestro diseño. En nuestro caso, ninguna de las relaciones que forman el ciclo se puede eliminar porque no existe ningún camino alternativo para relacionar las entidades que están unidas mediante las distintas

relaciones.

Y por último tendremos que comprobar que se cumplen los criterios de calidad mencionados en la unidad, es decir, la cualidad de ser completo, la corrección, la minimalidad, la expresividad, la legibilidad, la autoexplicación y la flexibilidad del diagrama.

Después de todas estas comprobaciones podemos construir ya nuestro diagrama E/R.

Solución:



Como podrás observar en el diagrama no está completo, ya que no se han especificado los atributos de algunas entidades, ni las cardinalidades de las relaciones. Sólo se han añadido los de la entidad AUTORIZADO, que supone un ejemplo diferente al ejemplo anterior. El hecho de no completarlo se debe a que debido a su cantidad, el diagrama se hubiera “apelotonado” considerablemente, y en vez de ganar en claridad se hubiera complicado. En estos momentos iniciales, el fin que perseguimos es didáctico, y vale más la claridad que tener un diagrama completo. En un ejemplo real, donde el diagrama tiene también fines de documentación, siempre tendremos que completarlo. Aquí no creo que te suponga ningún esfuerzo imaginar que cada entidad lleva sus atributos asociados.

12. Otros ejemplos: Enunciado 1 - Videoclub.



Ya hemos visto dos ejercicios completos, ahora es el momento de que tú empieces a practicar tus dotes “modeladoras”. En este apartado te vamos a proponer una serie de ejercicios para que tú los resuelvas, además de proporcionarte unos cuantos recursos más para que puedas seguir practicando.

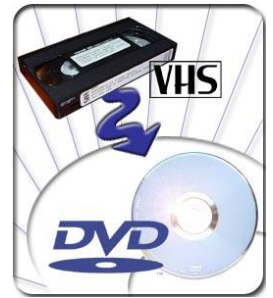
Vamos con el primer enunciado:

La cadena de Videoclubs AGUADULCE ha decidido, para mejorar su servicio, emplear una base de datos para almacenar la información referente a las películas que ofrece en alquiler. Esta información es la siguiente:

- Una película se caracteriza por su título, nacionalidad, productora y fecha (Por ejemplo, Quo Vadis, Estados Unidos, M.G.M., 1955).
- En una película pueden participar varios actores

(nombre, nacionalidad, sexo), algunos de ellos como actores principales.

- Una película está dirigida por un director nombre, nacionalidad).
- De cada película se dispone de una o varias instancias diferenciadas por un número de ejemplar y caracterizados por su estado de conservación.
- Un ejemplar se puede encontrar alquilado a algún cliente (nombre, dirección, teléfono). Se desea almacenar la fecha de comienzo del alquiler y la de devolución.
- Cada socio puede alquilar como máximo 4 instancias.
- Un socio tiene que ser avalado por otro socio que responda de él en caso de tener problemas en el alquiler.



13. Otros ejemplos: Enunciado 2 - Gimnasio.



En el gimnasio “Siempre en forma” se quiere implantar una base de datos para llevar a cabo el control de los socios, recursos utilizados, etc. Las especificaciones que se nos han dado son las siguientes:

- Existen varias salas, de las cuales se quiere guardar información, como los metros cuadrados que ocupa, ubicación y el tipo de sala (cardio, general, muscular). Cada sala se identifica por un número.
- Hay salas que tienen aparatos y salas que no. En las salas se pueden o no impartir clases.
- Cada aparato está asignado a una única sala, y de cada

uno de ellos se quiere tener almacenado su código, descripción y estado de conservación.

- También se quiere mantener información relacionada con las clases que se imparten (descripción y día/hora en la que se imparten); cada clase se identifica por un código de clase. Cada clase tiene asignada una sala en la que se imparte y un monitor.
- De cada monitor se quiere conocer el DNI, nombre, teléfono, si tienen o no titulación y experiencia profesional, así como las clases que pueden impartir (preparación como monitor de aeróbic, step, stretching, etc.).
- De cada socio se quiere conocer el número de socio, nombre, dirección, teléfono, profesión y datos bancarios, así como las clases a las que asiste.
- El gimnasio dispone también de pistas de squash, de las que quiere conocer el número de pista, ubicación y estado. Las pistas de squash pueden ser utilizadas por socios, y existe un servicio de reserva de pista (en una fecha y a una hora).
- Las pistas de squash se consideran salas.
- Las clases sólo se imparten en salas sin aparatos.



14. Otros ejemplos: Enunciado 3 – Farmacia.

La gestión de una **farmacia** requiere poder llevar control de los medicamentos existentes, así como de los que se van sirviendo, para lo cual se pretende diseñar un sistema acorde a las siguientes especificaciones:



- En la farmacia se requiere una catalogación de todos los medicamentos existentes, para lo cual se almacenará un **código** de medicamento, nombre del medicamento, tipo (jarabe, comprimido, pomada, etc.), unidades en stock, unidades vendidas y precio. Existen medicamentos de venta libre y otros que sólo pueden dispensarse con receta médica.
- La farmacia compra cada medicamento a un **laboratorio**, o bien los fabrica ella misma. Se desea conocer el código del laboratorio, nombre, teléfono, dirección y fax, así como el nombre de la persona de contacto.
- Los medicamentos se agrupan en familias,

dependiendo del tipo de enfermedades a las que dicho medicamento se aplica. De este modo, si la farmacia no dispone de un medicamento concreto, puede vender otro similar aunque de distinto laboratorio.

- La farmacia tiene algunos clientes que realizan los pagos de sus pedidos a fin de cada mes (clientes con crédito). La farmacia quiere mantener las unidades de cada medicamento comprado (con o sin crédito) así como la fecha de compra. Además, es necesario conocer los datos bancarios de los clientes con crédito, así como la fecha de pago de las compras que realizan.



En los siguientes recursos encontrarás tanto enunciados de ejercicios, como sus soluciones. No todos los ejercicios vienen resueltos, pero justamente se trata de que tú intentes resolver algunos de ellos por ti mismo. En cualquier caso, también es interesante que intentes resolver algunos antes de mirar las soluciones.

Insertar aquí 4GL02_recurso1.pdf

Insertar aquí 4GL02_recurso2.pdf

Insertar aquí 4GL02_recurso3.pdf

En el siguiente enlace encontrarás las soluciones a los enunciados del último fichero de los enlaces anteriores.

Insertar aquí 4GL02_recurso4.pdf

PARA SABER MÁS

En el siguiente enlace encontrarás otro ejercicio resuelto de un diagrama Entidad-Relación.

[Ejercicio Entidad-Relación resuelto](http://www.conclase.net/mysql/curso/index.php?cap=002c#ER_EJEMPLO2)

http://www.conclase.net/mysql/curso/index.php?cap=002c#ER_EJEMPLO2