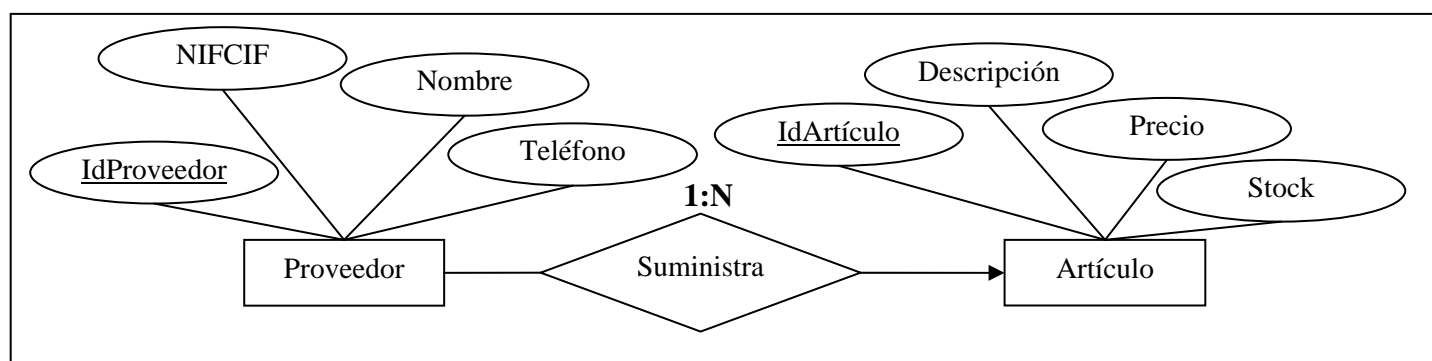


EL MODELO ENTIDAD-RELACIÓN:

Conceptos previos vistos anteriormente:

- ✓ Los **modelos de datos** son el conjunto de conceptos o herramientas conceptuales que **sirven para describir la estructura de una BD**: los datos, las relaciones y las restricciones que se deben cumplir sobre los datos.
- ✓ Se denomina **esquema de la BD** a la **descripción de una BD mediante un modelo de datos**. Este esquema se especifica durante el diseño de la BD.
- ✓ **Modelos de datos lógicos basados en objetos**: Se usan para describir datos en el nivel conceptual y en el externo. Se caracterizan porque permiten especificar estructuras flexibles y restricciones de datos. Por ejemplo, el **Modelo Entidad-Relación** y el **Modelo Orientado a Objetos**.

- El **Modelo Entidad-Relación** (o Modelo E-R o Modelo Entidad-Interrelación) fue propuesto por Peter Chen en 1976 para la **representación conceptual de los problemas del mundo real**. Este modelo de datos representa los datos utilizando grafos y símbolos gráficos, además de tablas para la representación de los datos y sus relaciones.

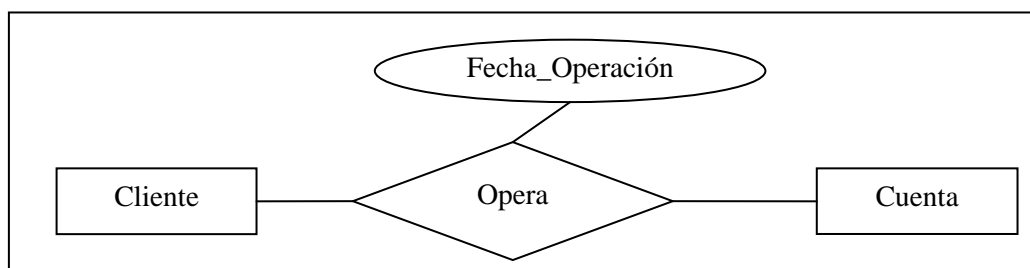


Conceptos básicos usados en el Modelo E-R:

1. **Entidad**: Es un objeto del mundo real que tiene interés para la empresa. Por ejemplo, la entidad ALUMNO de un centro escolar o la entidad CLIENTE de una empresa. Se representan con rectángulos con el nombre en el interior.
2. **Conjunto de Entidades**: Es un grupo de entidades del mismo tipo, y no tienen que ser conjuntos disjuntos, es decir, puede haber una entidad que pertenezca a varios conjuntos de entidades a la vez. Por ejemplo, el conjunto de entidades ALUMNOS de un centro escolar.
3. **Entidad Fuerte**: Es una entidad que no depende de otra entidad para su existencia. Por ejemplo, la entidad ALUMNO es fuerte pues no depende de otra para existir como entidad, mientras que la entidad NOTA es una **entidad débil** pues necesita a la entidad ALUMNO para existir.
4. **Atributos o Campos**: Son las unidades de información que describen propiedades de las entidades. Por ejemplo, la entidad ALUMNO posee los atributos: número de matrícula, nombre, dirección, población, código postal, provincia, y teléfono. Los atributos toman valores, por ejemplo, el atributo provincia podría ser SEVILLA, CÁDIZ, etc. Se representan mediante una elipse con el nombre en el interior.
5. **Dominio**: Es el conjunto de valores permitidos para cada atributo. Por ejemplo, el dominio del atributo nombre puede ser el conjunto de cadenas de texto de una longitud determinada.

6. **Identificador o Superclave:** Es el conjunto de atributos que identifican de forma única a cada entidad. Por ejemplo, la entidad EMPLEADO, con los atributos: número de la seguridad social, dni, nombre, dirección, fecha de nacimiento y teléfono, podría tener como identificador sólo el dni (pues no habrá 2 empleados con el mismo dni), o sólo el número de la seguridad social, o el conjunto de 3 atributos nombre, fecha de nacimiento y teléfono (pues es difícil que hay 2 empleados en la misma empresa que tengan los mismos valores en esos 3 atributos).
7. **Clave Candidata:** Es cada una de las superclaves formadas por el mínimo número de campos posibles. En el ejemplo anterior habría 2 claves candidatas de un único atributo: dni o número de la seguridad social.
8. **Clave Primaria o Clave Principal (Primary Key):** Es la clave candidata seleccionada por el diseñador de la BD para identificar a cada entidad. Una clave primaria no puede tener valores nulos (vacíos), ha de ser sencilla de crear y no ha de variar con el tiempo. El atributo o conjunto de atributos que forman parte de la clave primaria se representan subrayados.
9. **Clave Ajena o Clave Foránea (Foreign Key):** Es el atributo o conjunto de atributos de una entidad que constituyen la clave primaria de otra entidad. Las claves foráneas representan las **relaciones entre entidades**. Por ejemplo, la entidad ARTÍCULO con los atributos: código de artículo, descripción de artículo, precio de venta y stock en almacén, y la entidad VENTA con los atributos: código de venta, fecha de venta, *código de artículo* y unidades vendidas; pues el atributo código de artículo es clave foránea en la entidad VENTA, pues la relaciona con la entidad ARTÍCULO, debido a que ese atributo es clave primaria de la entidad ARTÍCULO.
10. **Relación:** Es una asociación entre diferentes entidades. Se representan mediante un rombo con su nombre, un verbo, en su interior.
11. **Conjunto de Relaciones:** Es un grupo de relaciones del mismo tipo. Por ejemplo, entre los conjuntos de entidades ARTÍCULOS y VENTAS puede haber varias relaciones distintas, pues todas ellas pueden formar un conjunto de relaciones, que vinculan el conjunto de entidades ARTÍCULOS con el de VENTAS.

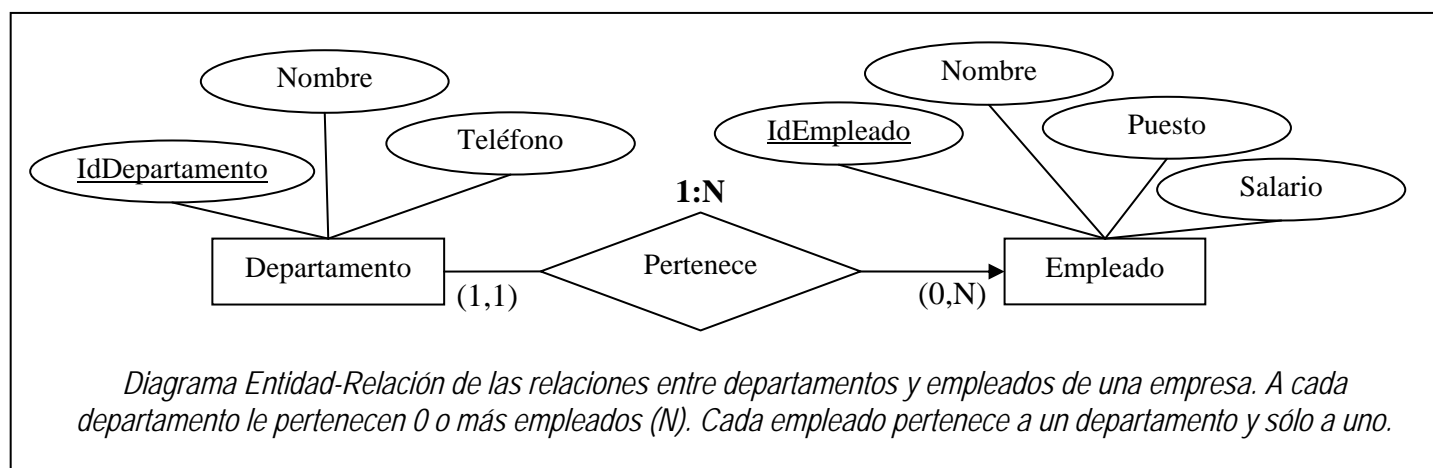
- **Una relación puede tener atributos descriptivos**, por ejemplo, supongamos que la entidad CLIENTE está relacionada con la entidad CUENTA a través de una relación OPERA; se necesitaría el atributo FECHA_OPERACIÓN en el conjunto de relaciones CLIENTE_CUENTA, que especificaría la última fecha en la que el cliente tuvo acceso a su cuenta bancaria.



Diagramas de estructuras de datos en el modelo E-R:

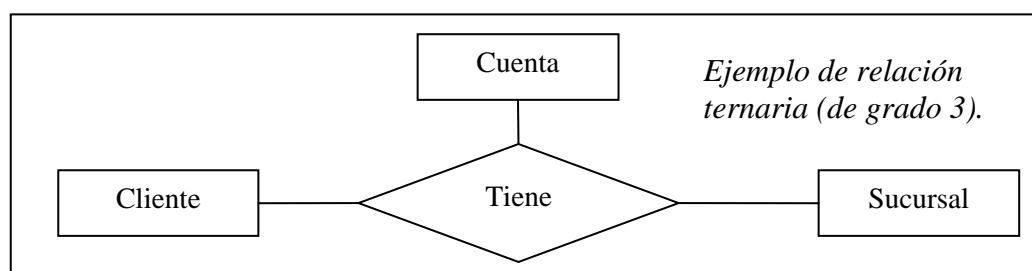
Los diagramas E-R representan la estructura lógica de una BD de manera gráfica. Los símbolos utilizados son:

1. Rectángulos para representar entidades.
2. Elipses para los atributos.
3. Rombos para las relaciones.
4. Cada atributo se unirá a la entidad o a la relación a la que pertenezca con líneas simples.
5. Las líneas podrán tener forma de flecha en una relación. Donde esté la punta de la flecha estará el MUCHOS (N), y donde no hay punta de flecha en la línea estará el UNO (1). La orientación de la flecha señala la **cardinalidad** de la relación.
6. Cada componente gráfico se etiqueta con el nombre que lo representa.

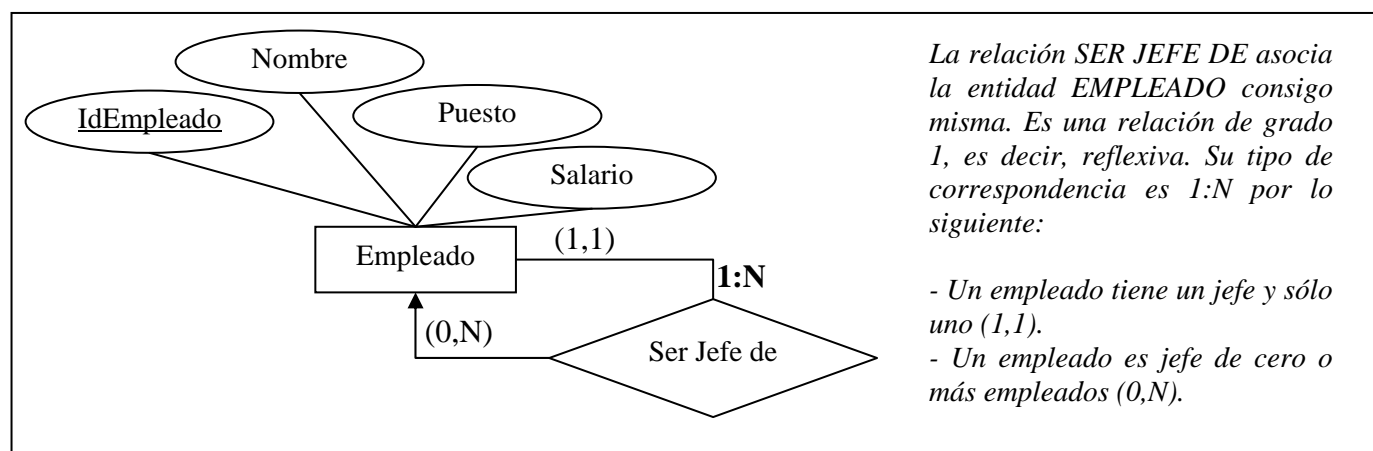


Grado y cardinalidad de las relaciones:

El **grado de una relación** es el número de conjuntos de entidades que participan en el conjunto de relaciones, es decir, el número de entidades que participan en una relación. Lo normal es que las relaciones sean **binarias** (relaciones de grado 2), es decir, que en las relaciones participen 2 entidades. No obstante, puede haber relaciones **ternarias** (de grado 3) o incluso de otro grado, aunque son poco comunes. Las relaciones en las que sólo participa una entidad se llaman **anillo** o de grado 1 o **relaciones reflexivas**.



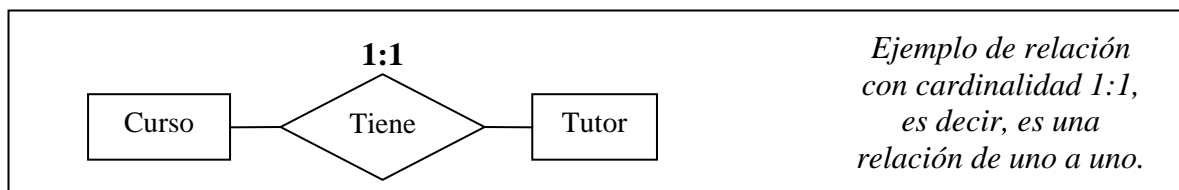
Un ejemplo de relación de anillo sería el siguiente: la entidad EMPLEADO puede tener una relación SER JEFE DE consigo misma, pues un empleado es jefe de muchos empleados y, a la vez, el jefe es un empleado. Otro ejemplo sería la relación SER DELEGADO DE los alumnos de un curso, pues el delegado es también alumno del curso.



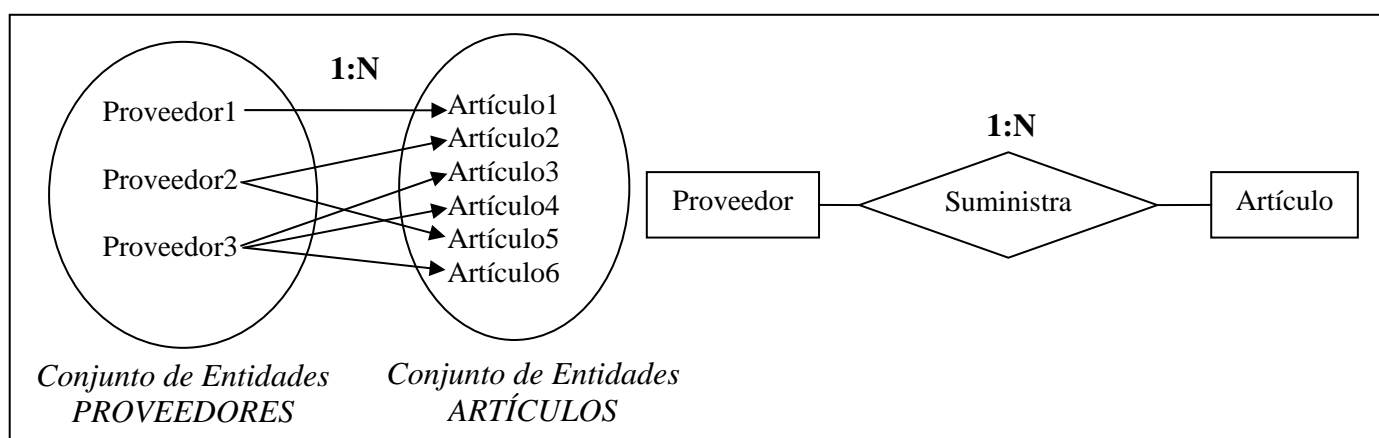
Las **cardinalidades de asignación** expresan el número de entidades a las que puede asociarse otra entidad mediante un conjunto relación. Las cardinalidades de asignación se describen únicamente para conjuntos binarios de relaciones.

Las cardinalidades de asignación son las siguientes:

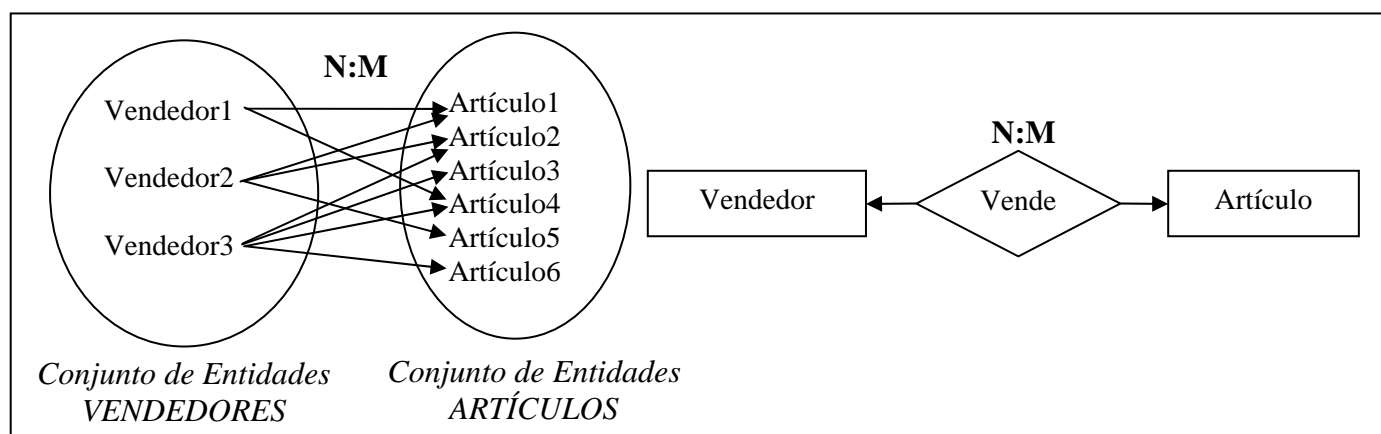
1. **1:1 o uno a uno:** A cada elemento de la primera entidad le corresponde sólo uno de la segunda entidad, y a la inversa. *Por ejemplo, un cliente de un hotel ocupa una habitación y cada habitación es ocupada por un cliente titular, o por ejemplo, cada curso de alumnos tiene un único tutor, y ese tutor es únicamente tutor de ese curso.*



2. **1:N o uno a muchos:** A cada elemento de la primera entidad le corresponde uno o más elementos de la segunda entidad, y a cada elemento de la segunda entidad le corresponde uno sólo de la primera entidad. *Por ejemplo, un mismo proveedor suministra varios artículos a una empresa, y cada artículo que adquiere la empresa siempre es pedido al mismo proveedor.*

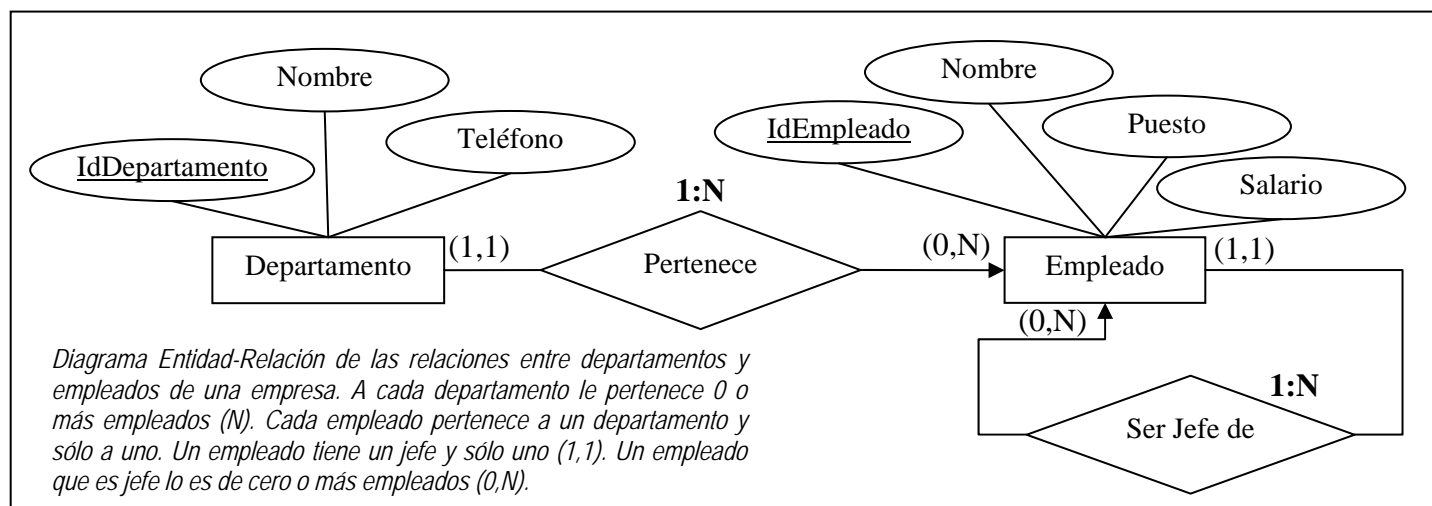


3. **N:M o muchos a muchos:** A cada elemento de la primera entidad le corresponde uno o más elementos de la segunda entidad, y a cada elemento de la segunda entidad le corresponde uno o más elementos de la primera entidad. *Por ejemplo, cada vendedor de una tienda vende muchos artículos y cada artículo es vendido por varios vendedores.*



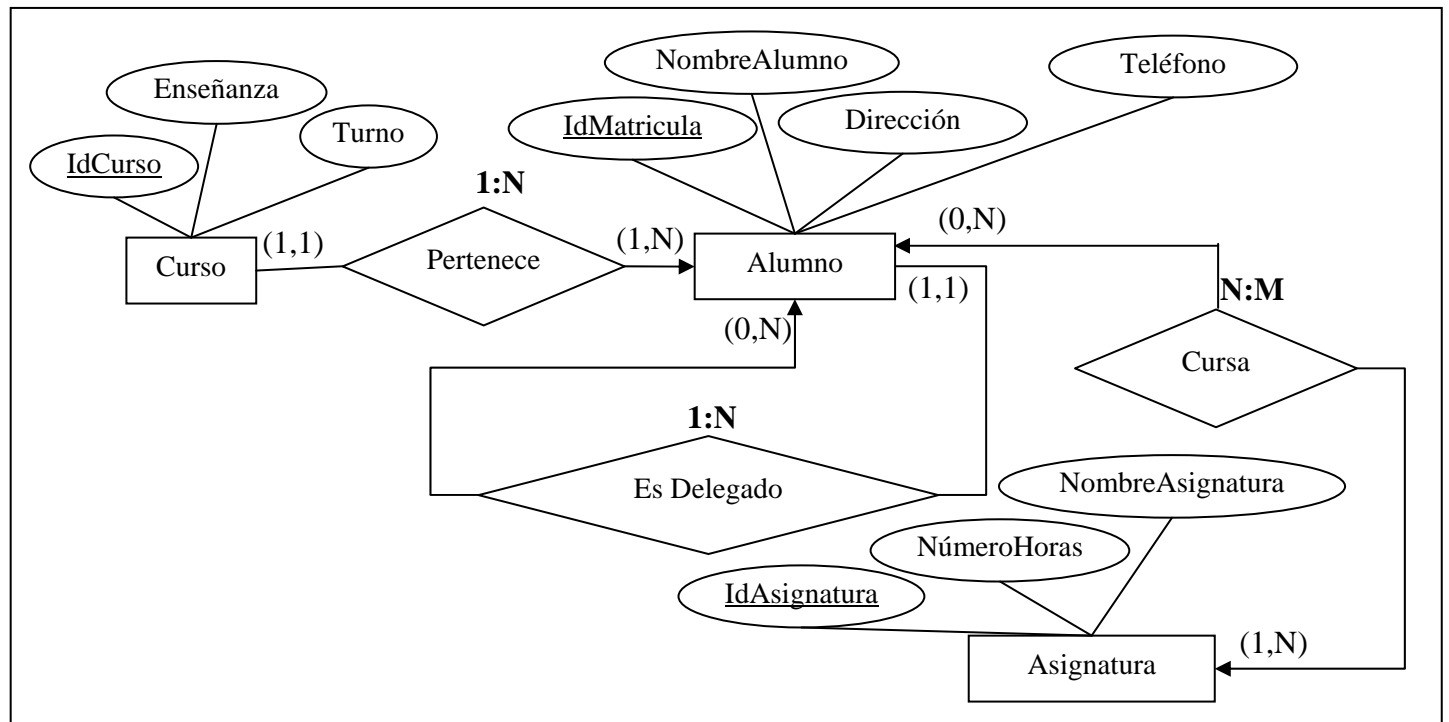
La **cardinalidad de una entidad** informa del grado de participación de dicha entidad concreta en la relación. Se expresan entre paréntesis indicando los valores máximo y mínimo. Los valores son: (0,1), (1,1), (0,N), (1,N) y (N,M). El valor 0 se pone cuando la participación de la entidad es opcional.

El ejemplo completo del diagrama E-R en el que se relacionaban las entidades EMPLEADO y DEPARTAMENTO sería:



Ejemplo de diagrama de estructuras de datos en el modelo E-R: En un centro escolar se imparten muchos cursos. Y cada curso está formado por un grupo de alumnos, dentro de cada curso un alumno es el delegado del grupo. Los alumnos cursan asignaturas, y una asignatura puede o no ser cursada por los alumnos.

- Se identifican las entidades (mirando los nombres del enunciado): **centro** (es un único centro, el nuestro), **curso**, **alumno**, **delegado** (pues son alumnos), **asignatura**.
- Se identifican las relaciones (mirando los verbos que unen entidades interesantes): cada curso **formado por** alumnos, un alumno **es delegado**, alumnos **cursan** asignaturas.
- Se identifican las cardinalidades de las relaciones (examinando detenidamente el enunciado).
- Se identifican los atributos de cada entidad: puesto que el enunciado no informa de los posibles atributos de cada entidad tendremos que suponerlos:
 - **Curso** (IdCurso, Enseñanza, Turno).
 - **Alumno** (IdMatricula, NombreAlumno, Dirección, Teléfono).
 - **Asignatura** (IdAsignatura, NombreAsignatura, NúmeroHoras).
- Deducciones:
 - Un **curso** está formado por muchos alumnos, y cada **alumno** pertenece a un curso, por tanto la relación **binaria** es **1:N**. Para calcular la cardinalidad de las entidades alumno y curso preguntamos: A un curso ¿cuántos alumnos pertenecen como mínimo? ¿y como máximo? Al menos debe haber un alumno para que haya curso, y como máximo muchos, por tanto la cardinalidad de la entidad alumno es **(1,N)**. Un alumno ¿a cuántos cursos va a pertenecer? Como mínimo a 1 y como máximo también a 1, por tanto, la cardinalidad de la entidad curso es **(1,1)**.
 - De los **alumnos** que hay en un grupo uno de ellos es **delegado**, es una relación de **grado 1**. La relación es del tipo **1:N** porque un alumno es delegado de muchos alumnos. ¿Un alumno de cuántos alumnos es delegado? Como mínimo de 0 pues puede que ese alumno no sea el delegado, y como máximo de muchos, pues si es el delegado lo será de todos los demás alumnos del grupo, por tanto, la cardinalidad de la entidad alumno en ese extremo es **(0,N)**; y en el otro, como cada alumno tiene un delegado como mínimo y como máximo, pondremos **(1,1)**.
 - Entre **alumnos** y **asignaturas** surge una relación **binaria N:M**, pues un alumno cursa varias asignaturas y una asignatura es cursada por varios alumnos. La cardinalidad de la entidad alumno en la relación cursa será **(1,N)**, pues un alumno como mínimo cursa una asignatura y como máximo varias, y la cardinalidad de la entidad asignatura para esa relación será **(0,N)** pues puede que exista una asignatura a la que no se haya matriculado ningún alumno, por tanto cursada por 0 alumnos como mínimo, o por muchos como máximo.



Generalización y Jerarquías de Generalización:

Las **generalizaciones** proporcionan un mecanismo de abstracción que permite especializar una entidad, denominada **supertipo**, en **subtipos**. También se dice que se generalizan los subtipos en el supertipo.

Una generalización se identifica si encontramos **una serie de atributos comunes a un conjunto de entidades**, y unos atributos específicos que identificarán unas características. Los atributos comunes describirán el supertipo y los particulares los subtipos.

Por ejemplo, en una empresa de construcción se identifican las siguientes entidades:

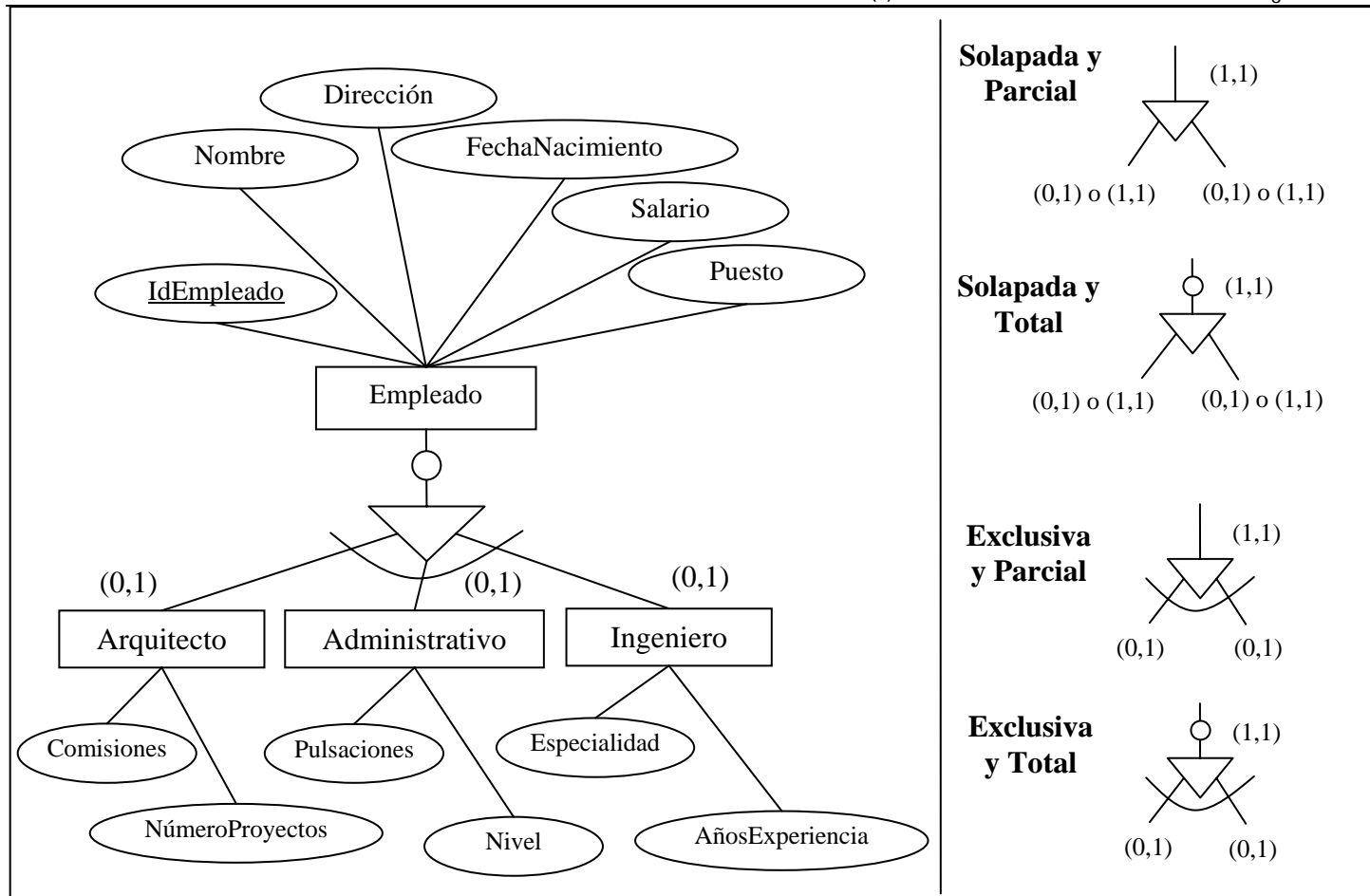
- **Empleado** (IdEmpleado, Nombre, Dirección, FechaNacimiento, Salario, Puesto)
 - **Arquitecto**, que incluye los atributos de un empleado más los atributos específicos: NúmeroProyectos y Comisiones.
 - **Administrativo**, que incluye los atributos de un empleado más los atributos específicos: Pulsaciones y Departamento.
 - **Ingeniero**, que incluye los atributos de un empleado más los atributos específicos: Especialidad y AñosExperiencia.

La **herencia** es el mecanismo por el que los atributos del supertipo sean "heredados" por sus subtipos.

La generalización es **total** si no hay ocurrencias en el supertipo que no pertenezcan a ninguno de sus subtipos, es decir, los empleados de la empresa, o son arquitectos, o administrativos, o ingenieros, no hay de otro tipo.

La generalización es **parcial** si hay empleados que no pertenecen a ningún subtipo, es decir, que exista algún empleado que no sea ni arquitecto, ni administrativo, ni ingeniero.

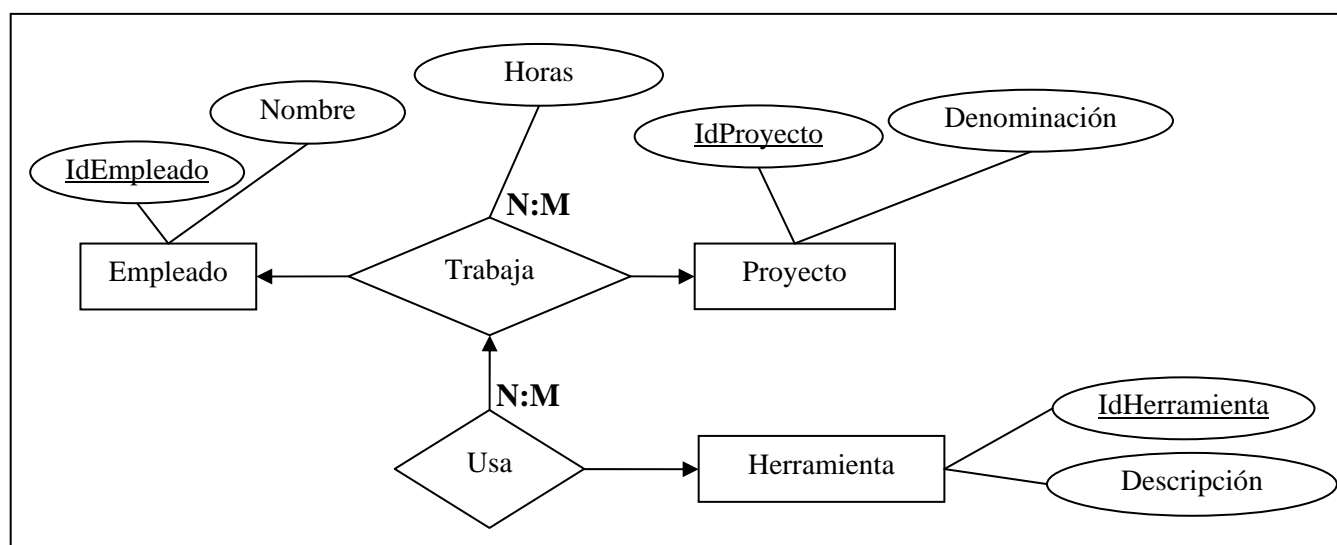
La generalización es **exclusiva** si cada empleado sólo puede pertenecer a un único subtipo, y no a más de uno. Si un empleado puede ser varias cosas a la vez la generalización es **solapada o superpuesta**.



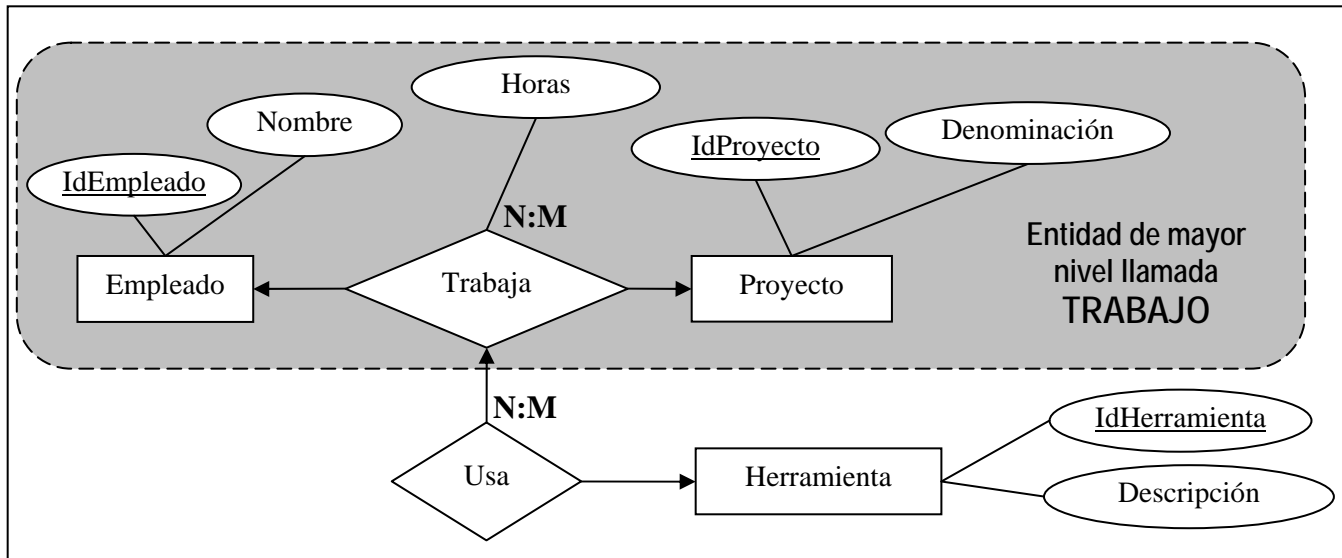
Agregación:

Una limitación del modelo E-R es que *no es posible expresar relaciones entre relaciones*. En estos casos se realiza una **agregación**, que es una abstracción a través de la cual **las relaciones se tratan como entidades de más alto nivel**.

Por ejemplo, un **empleado trabaja** una serie de "horas" asignadas, en varios **proyectos**, y **usa** unas **herramientas** determinadas durante la realización de los proyectos. La representación del diagrama E-R sería:



Teniendo en cuenta la agregación, se puede considerar que existe una entidad de mayor nivel llamada TRABAJO, compuesta por relación TRABAJO y las entidades EMPLEADO y PROYECTO. Esta entidad de mayor nivel es realmente un conjunto de entidades y relaciones que están asociadas. Al ser considerado el conjunto como una única entidad, ya puede utilizarse una relación, en este caso la relación USA, para asociarla a otra entidad. Así conseguimos relacionar una relación con una entidad (la relación TRABAJO con la entidad HERRAMIENTA a través de la relación USA).



- Ejercicio de diagrama E-R:

Hay **profesores** que *imparten* clases en 2 tipos de **centros** educativos: **públicos** y **privados**. Un profesor puede impartir clase en varios centros, ya sean públicos o privados. La **asignatura** será un atributo de la relación entre el profesor y el centro donde imparte. Los centros educativos sólo pueden ser públicos o privados. Un centro público no puede ser privado a la vez, ni a la inversa. Los atributos específicos para los centros públicos son: el **presupuesto** y los **servicios**; y para los privados son: la **organización** y la **cuota**.

