	RAMA:	Informática	CICLO:	Desenvolvimento de Aplicações Multiplataforma		
	MÓDULO	Bases de datos				CURSO: 1º
	PROTOCOLO:	Apuntes clases	AVAL:	1	DATA:	2021/2022
	UNIDAD COMPETENCIA					


Tema 2

Diseño conceptual de Bases de Datos

El modelo Entidad-Relación

Índice

1.	Introducción	1
2.	El modelo conceptual. Modelo de entidad - relación.....	2
2.1.	Entidad	2
2.2.	Atributos.....	2
2.3.	Claves	3
2.4.	Relaciones	4
2.4.1.	Grado	5
2.4.2.	Cardinalidad	5
2.4.3.	Roles.....	6
2.5.	Ejemplo de diagrama E-R	7
3.	Modelo Entidad Relación Extendido (EER)	8
3.1.	Subclases y Superclases	8
3.2.	Especialización y generalización.....	9
3.3.	Categorías.....	10
4.	Apéndice I: Notaciones alternativas para los diagramas de ER.....	11

	RAMA:	Informática	CICLO:	Desenvolvimento de Aplicacions Multiplataforma		
	MÓDULO	Bases de datos				CURSO: 1º
	PROTOCOLO:	Apuntes clases	AVAL:	1	DATA:	2021/2022
	UNIDAD COMPETENCIA					

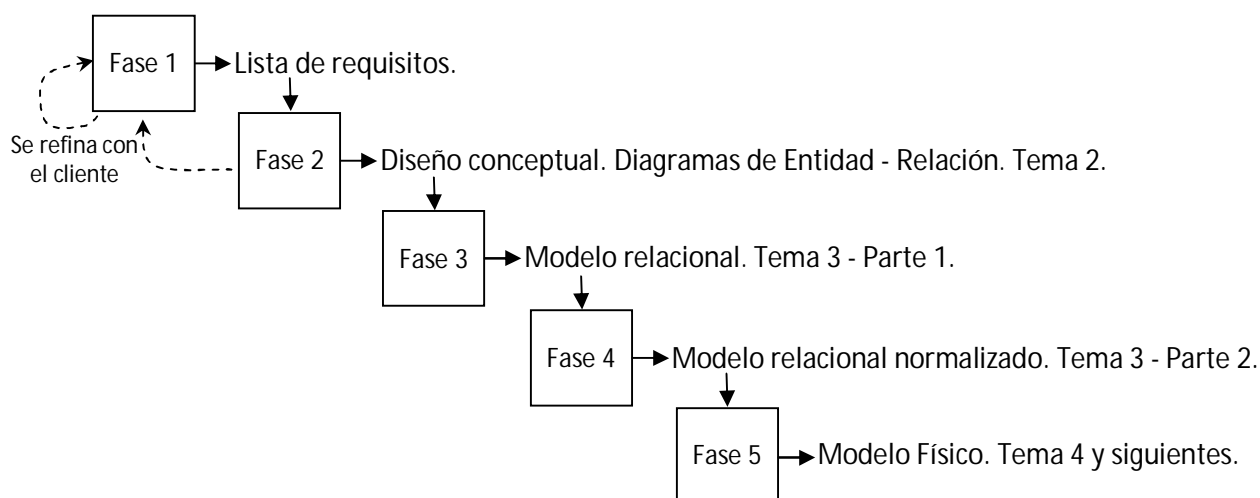
1. Introducción

El diseño de una base de datos debe permitir encontrar todos los datos relevantes, y sus relaciones, de un problema que tengamos que modelar.

Por ejemplo en una tienda estos datos podrían ser: los productos que se venden y sus características, los datos de los clientes, de los empleados, los turnos de apertura,


Al igual que en otras disciplinas del diseño se debe seguir un proceso metodológico que permita estandarizar el trabajo mediante una serie de fases, bien definidas, que faciliten la construcción de diseños que sean robustos y de calidad.

Las fases que podemos encontrar son:



- Fase 1: Se realiza un análisis de requisitos¹ con el cliente, lo más completa posible, donde se intentará recabar toda la información necesaria del sistema que queremos modelar sin ambigüedades ni contradicciones.
- Fase 2: Utilizando la lista de requisitos de la fase anterior se crea el diagrama conceptual: el diagrama de Entidad-Relación (ER). Tanto la lista de requisitos iniciales como el diagrama de Entidad-Relación se pueden refinar, en sucesivas reuniones con el cliente, hasta alcanzar una versión final.
- Fase 3: El diagrama de Entidad-Relación obtenido se convierte, mediante unas reglas de conversión, en un modelo lógico: el modelo relacional.
- Fase 4: Mediante el proceso de normalización se crea un modelo relacional normalizado eliminando dependencias no deseadas entre los atributos del modelo relacional obtenido de la fase anterior.
- Fase 5: El modelo relacional normalizado, obtenido en el paso anterior, se transforma, mediante un lenguaje de definición de datos o DDL, SQL en nuestro caso, en un modelo físico (se definen consultas para crear las tablas de la base de datos y sus relaciones) que se puede implementar de forma directa por el sistema gestor de bases de datos que finalmente se use.

¹ [https://es.wikipedia.org/wiki/Requisito_\(sistemas\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Requisito_(sistemas))

	RAMA:	Informática	CICLO:	Desenvolvimento de Aplicacions Multiplataforma		
	MÓDULO	Bases de datos				CURSO: 1º
	PROTOCOLO:	Apuntes clases	AVAL:	1	DATA:	2021/2022
	UNIDAD COMPETENCIA					

2. El modelo conceptual. Modelo de entidad - relación

El modelo conceptual permite describir, en un nivel alto de abstracción (es el diagrama más cercano al usuario), la estructura de una base de datos. Es un modelo semántico por lo que es independiente de cualquier SGBD. Actualmente el modelo conceptual más utilizado es el modelo de entidad-relación propuesto en 1976 por Peter Chen².

Se basa en elementos del mundo real, que llamaremos entidades, sus atributos y sus relaciones.

En este modelo tenemos los siguientes elementos:

2.1. Entidad

Una entidad es cualquier elemento que es relevante para el problema que estamos modelando y que posee una o más características propias y que se desea almacenar en la base de datos.

Una entidad puede ser un concepto, un objeto, una persona, un lugar, una cosa, ...

Se representa gráficamente mediante un rectángulo con un sustantivo singular en su interior. Todas las entidades de un mismo tipo, es decir con las mismas propiedades, se agrupan en un conjunto de entidades, que es lo que se representa en los diagramas. Cada elemento del conjunto de entidades se le denomina ocurrencia.

Dentro de un mismo diagrama ER no pueden existir dos entidades con el mismo nombre.

Por ejemplo:

- Entidad libro (conjunto de todos los libros): ocurrencias pueden ser → Dune, La Fundación, Hyperion, ...
- Entidad autor (conjunto de todos los autores): ocurrencias particulares → Frank Herbert, Isaac Asimov, Dan Simmons, ...

Existen dos tipos de entidades:

- Entidades fuertes: son aquellas que existen por sí mismas, es decir no dependen de otra entidad para su existencia.
- Entidades débiles: son aquellas que dependen de otra entidad, la entidad fuerte, para su existencia. Se representan con un rectángulo doble.

Paciente

Familiar

Imaginemos en un hospital el familiar de un paciente es relevante, para el hospital, siempre por la relación que tiene con un paciente ingresado. Si al paciente se le da de alta el familiar deja de tener, en un principio, relación con el hospital. El familiar depende del paciente que esté ingresado en el hospital.


2.2. Atributos

Los atributos son características que poseen las entidades y permiten diferenciar ocurrencias particulares dentro del conjunto de entidades. Todos los posibles valores que puede tomar un atributo se denomina dominio.


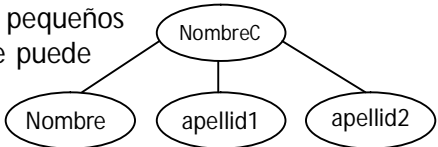


Se representan mediante una elipse con el nombre del atributo en su interior. Se conectan, mediante una línea, con la entidad, o la relación, de la que es atributo.

Dentro de una misma entidad el nombre de un atributo no se puede repetir.

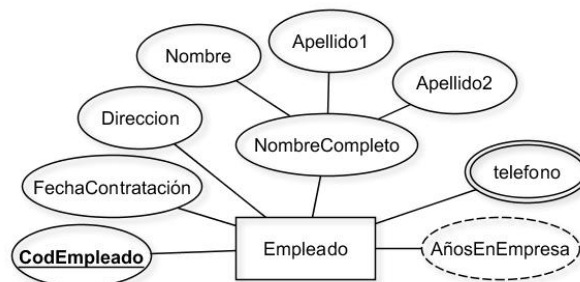
² https://es.wikipedia.org/wiki/Peter_Chen

	RAMA:	Informática	CICLO:	Desenvolvemiento de Aplicacions Multiplataforma		
	MÓDULO	Bases de datos				CURSO: 1º
	PROTOCOLO:	Apuntes clases	AVAL:	1	DATA:	2021/2022
	UNIDAD COMPETENCIA					

Existen los siguientes tipos de atributos:

- Simple: es un atributo que no se puede descomponer en otros atributos más pequeños con significado propio. Por ejemplo un color de un coche no se puede dividir en partes más pequeñas con significado propio. Estos son los atributos más habituales. 
- Compuesto: es un atributo que se puede dividir en atributos más pequeños con significado propio. Por ejemplo el nombre de una persona se puede dividir en: nombre de pila, primer apellido y segundo apellido. Se representa con el nombre compuesto unido con una línea con sus partes simples. El nombre del atributo compuesto no puede ser el mismo que cualquiera de sus atributos simples y estos tienen que ser diferentes entre sí. 
- Multivaluado: es el atributo que puede tener más de un valor para la misma ocurrencia de la entidad. Por ejemplo una persona puede tener más de un correo electrónico. Se representa con una elipse doble. Por contra atributos univaluados, con la elipse sencilla, solo pueden tomar un valor. 
- Derivado: es un atributo que se puede obtener a partir de otro u otros atributos. Estos atributos no suelen almacenarse en la base de datos. El ejemplo típico es la edad que se obtiene a partir la fecha actual y la fecha de nacimiento. Se representa con una elipse con la línea punteada. 

Un ejemplo de lo visto hasta ahora puede ser el siguiente diagrama de entidad - relación.



2.3. Claves

La clave es aquel atributo o conjunto de atributos que identifican de forma única una entidad del conjunto de entidades. En un mismo conjunto de entidades no puede haber dos ocurrencias (dos entidades distintas) con el mismo valor para una clave (sea esta simple o compuesta).


Un conjunto de entidades puede tener más de un atributo, o conjunto de atributos, que pueden ser clave, por ejemplo en un coche podrían ser clave la matrícula o el número de bastidor. Se escogerá uno de ellos para ser la clave primaria, o primary key, y el resto serán claves candidatas.

La clave primaria se representa subrayando el nombre del atributo dentro de la elipse. Si la clave primaria está formada por más de un atributo se han de subrayar todos los atributos que la forman.

Toda entidad tiene que tener obligatoriamente una clave primaria.

En el ejemplo anterior *CodEmpleado* es la clave primaria ya que permite identificar de forma única a cualquier empleado dentro del conjunto de entidades Empleado.

Si la entidad Empleado tuviese a mayores el atributo *DNI* tendríamos dos atributos que podrían ser claves primarias: tanto *CodEmpleado* como *DNI* permiten identificar a cualquier empleado. Se escogería un atributo para que fuese clave primaria, subrayándose, y el otro sería la clave candidata (puede haber más de una).

	RAMA:	Informática	CICLO:	Desenvolvemiento de Aplicacions Multiplataforma		
	MÓDULO	Bases de datos				CURSO: 1º
	PROTOCOLO:	Apuntes clases	AVAL:	1	DATA:	2021/2022
	UNIDAD COMPETENCIA					

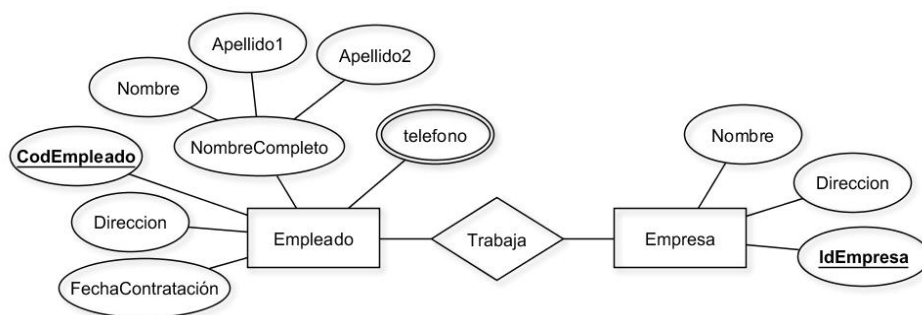
2.4. Relaciones

Las entidades interactúan entre sí a través de las relaciones que representan una conexión, vínculo o asociación entre una o más entidades. Permiten asociar datos de una entidad con los datos de otra entidad.

Se representan mediante un rombo con un verbo en su interior, y además pueden ponerse palabras auxiliares, que indica la acción que se realiza en la asociación.

En un mismo diagrama ER no pueden existir dos relaciones con un mismo nombre.

Un ejemplo de una relación es la siguiente:

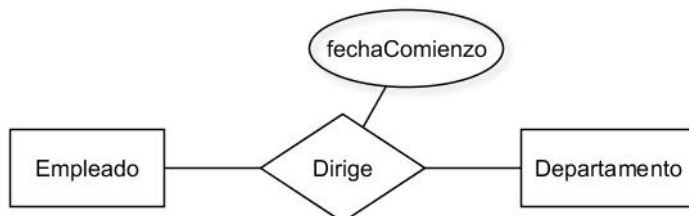


La relación se lee en ambos sentidos: un empleado trabaja en una empresa y en una empresa trabajan empleados.

Una relación solo puede asociar entidades no pudiendo asociar ni otras relaciones ni atributos. Puede existir más de una relación entre las mismas entidades.

Las relaciones, al igual que las entidades, pueden tener atributos propios. Estos atributos solo pueden obtenerse de la relación ya que dependen de todas las entidades que participan en la misma.

Por ejemplo:



Imaginemos, a falta por ver las cardinalidades, que el empleado puede dirigir más de un departamento y que un departamento puede tener más de un director.


En este caso:

- Fecha de comienzo no es un atributo de empleado: así solo podríamos tener una fecha de comienzo por cada ocurrencia → indicaría un empleado que empezó a dirigir al mismo tiempo todos los departamentos y esto no tiene por qué ser así.
- Fecha de comienzo en departamento: así tendríamos una única fecha por departamento → sabríamos la fecha en que algún empleado comenzó a dirigir el departamento pero no podríamos saber en qué fecha en concreto comenzó un empleado a dirigirlo.

Tal y como está en el ejemplo estamos indicando que la fecha pertenece a la relación, es decir, al momento de que un empleado en particular comienza a dirigir un departamento en concreto.

Existen, al igual que con las entidades, las relaciones débiles que se representan con un rombo con una línea doble.

Las relaciones poseen las siguientes propiedades:

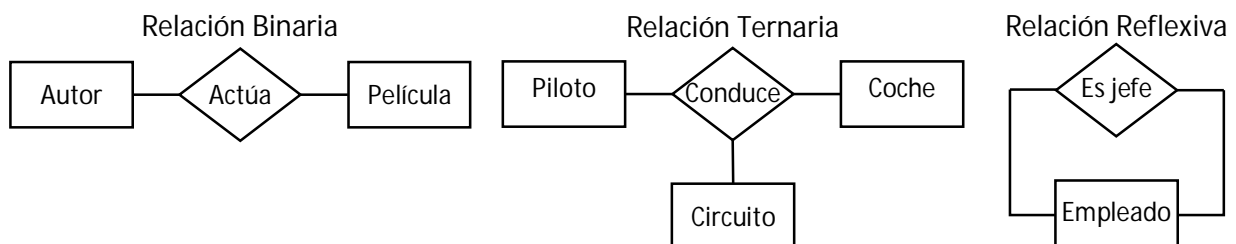
	RAMA:	Informática	CICLO:	Desenvolvimento de Aplicacions Multiplataforma		
	MÓDULO	Bases de datos				CURSO: 1º
	PROTOCOLO:	Apuntes clases	AVAL:	1	DATA:	2021/2022
	UNIDAD COMPETENCIA					

2.4.1. Grado

Representa el número de entidades que participan en una relación.

Existen los siguientes grados:

- Binarias o de grado 2: en la relación participan exclusivamente dos entidades.
- Terciarias o de grado 3: en la relación participan tres entidades al mismo tiempo.
- N-arias o de grado N: en la relación participan N entidades siendo N mayor que tres.
- Reflexivas, de grado 1 o unarias: es una entidad que tiene una relación consigo misma. En el ejemplo inferior indica que un empleado pueden ser jefe, puede ser subordinado o los dos.



2.4.2. Cardinalidad

La cardinalidad indica el número máximo de ocurrencias de una entidad que puede participar en la relación.

Para indicar la cardinalidad se dispone de los siguientes valores:

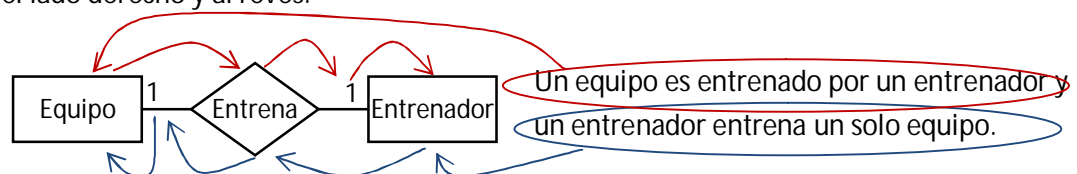
- 1: Representa como mucho una entidad del conjunto de entidades.
- N (o M o *): Representas muchas entidades del conjunto de entidades.

Tanto 1 como N representan el número máximo de entidades que pueden relacionarse pero no implica que obligatoriamente se relacionen todas.

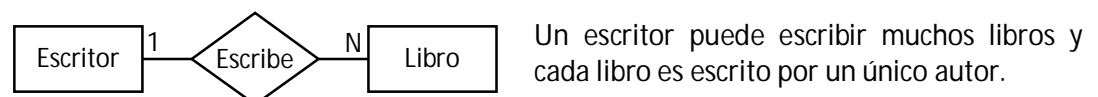
El valor se coloca siempre en la entidad opuesta, es decir en la entidad con la que se relaciona.


Usaremos las dos notaciones siguientes:

- Cardinalidad de una relación: existen las siguientes alternativas: 1:1, 1:N, N:1, N:M
 - Relación uno a uno → 1:1
Una ocurrencia del lado izquierdo se relaciona, como máximo, con una única ocurrencia del lado derecho y al revés.



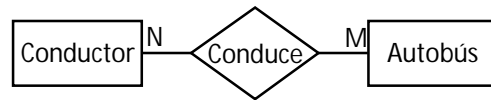
- Relación uno a muchos → 1:N
Una ocurrencia de lado izquierdo se relaciona, como mucho, con varias ocurrencias de lado derecho y cada ocurrencia de lado derecho se relaciona, como máximo, con una y solo una del lado izquierdo. Existe la cardinalidad N:1 que representa la cardinalidad inversa.



	RAMA:	Informática	CICLO:	Desenvolvemiento de Aplicacions Multiplataforma		
	MÓDULO	Bases de datos				CURSO: 1º
	PROTOCOLO:	Apuntes clases	AVAL:	1	DATA:	2021/2022
	UNIDAD COMPETENCIA					

- Relación muchos a muchos $\rightarrow N:M$

Una ocurrencia del lado izquierdo se relaciona, como mucho, con varias de lado derecho y cada ocurrencia del lado derecho se relaciona, como mucho, con varias de lado izquierdo.



Un conductor puede conducir varios autobuses y cada autobús puede ser conducido por varios conductores

➤ Cardinalidad de una entidad: pares (min, max)

Para cada entidad que participa en la relación se define con un par de valores, que representan:

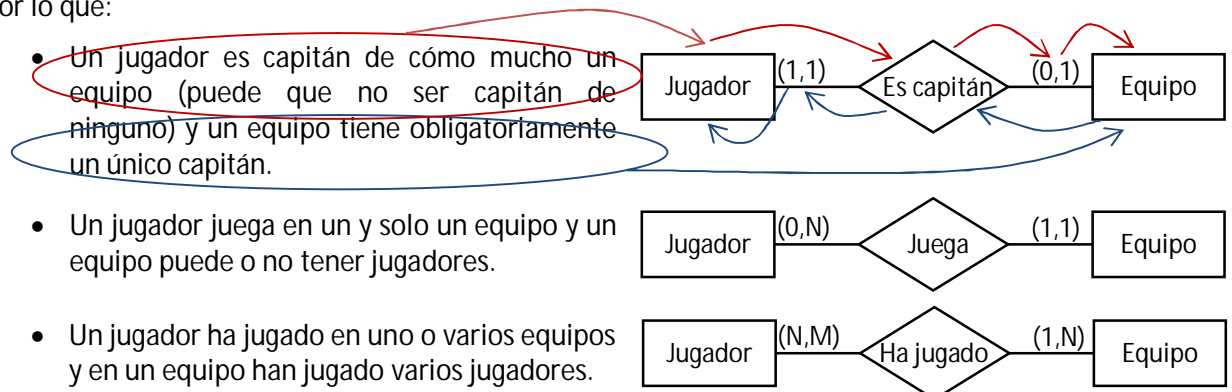
- min: es la cantidad mínima de ocurrencias que participan en la relación.
- max: es la cantidad máxima de ocurrencias que participan en la relación.

Esta notación además de 1 y de N utiliza el valor 0 para indicar que una entidad no tiene por qué participar en la relación (es opcional).

Según los valores anteriores tenemos las siguientes combinaciones:

- (0,1): o no participa o como mucho participa una ocurrencia en la relación (como mínimo cero y como máximo 1).
- (1,1): participa una y solo una ocurrencia en la relación (como mínimo una y como máximo una).
- (0,N): puede o no participar en la relación o pueden participar muchas.
- (1,N): como mínimo participa una ocurrencia pero pueden participar muchas.
- (N,M): pueden participar muchas ocurrencia en la relación.

Por lo que:



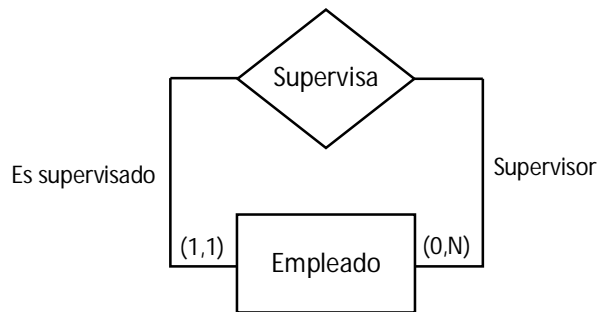
2.4.3. Roles

Los roles representan el papel que tiene un conjunto de entidades en la relación.

Aunque no son obligatorios se utilizan para clarificar el significado de una relación. Se presentan como una etiqueta descriptiva sobre la línea de la relación.



COLEXIO VIVAS S.L.	RAMA:	Informática	CICLO:	Desenvolvimento de Aplicacions Multiplataforma		
	MÓDULO	Bases de datos				CURSO: 1º
	PROTOCOLO:	Apuntes clases	AVAL:	1	DATA:	2021/2022
	UNIDAD COMPETENCIA					

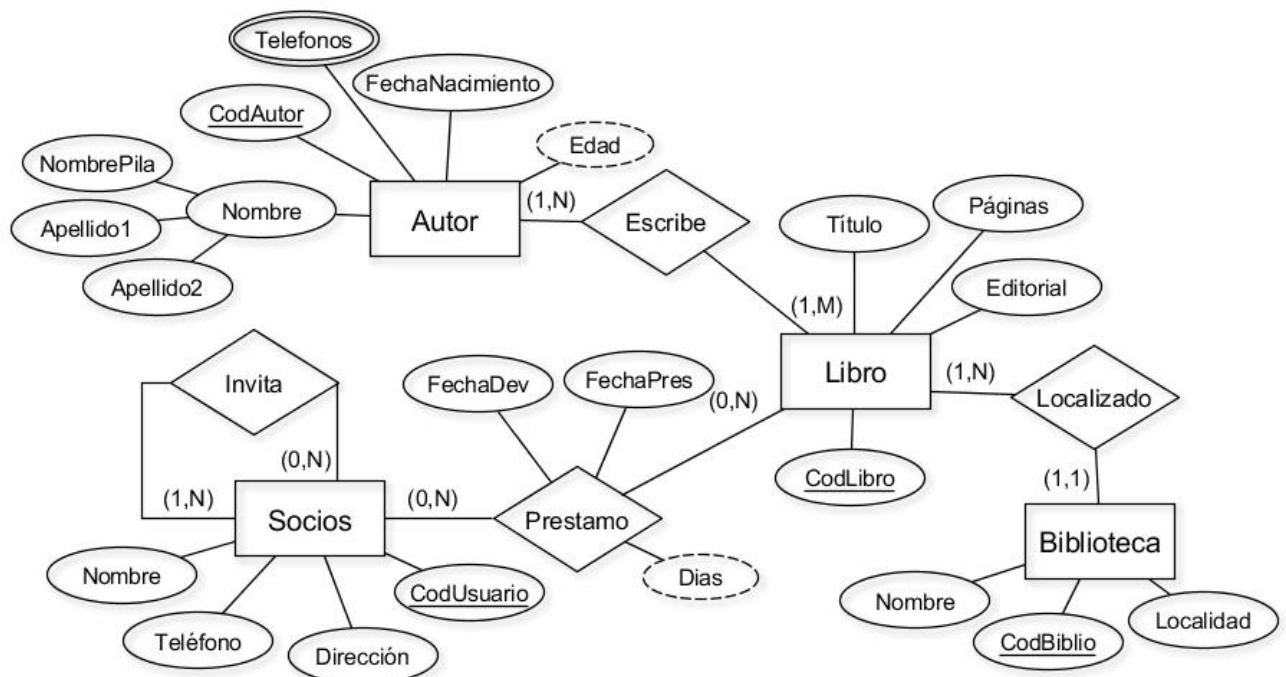



Este ejemplo indica que si un empleado actúa como supervisor, que puede no serlo, puede supervisar a varios empleados y que, obligatoriamente, es supervisado por un único supervisor.

2.5. Ejemplo de diagrama E-R

Se desea construir el diagrama de entidad relación de una biblioteca en la que se tienen que cumplir los siguientes requisitos:

- Se quiere almacenar la información de los autores y los libros que han escrito. Se disponen de libros que o bien han sido escritos por un único autor o son una colaboración de varios. Como se quiere estar en contacto con estos se almacenan sus teléfonos, su nombre completo y su edad.
- De los libros interesa almacenar su título, su editorial y el número de páginas que lo forman.
- Cada libro se guarda en una biblioteca concreta la cual se almacena su nombre y la localidad donde está almacenado.
- Los libros se prestan a los socios por un periodo de tiempo. Se necesita saber la fecha de préstamo, la fecha de devolución y el número de días que ha durado el préstamo. Los socios pueden tomar prestados varios libros y estos pueden ser prestados a varios socios.
- Los socios pueden invitar a no socios para que lo sean. Todo socio ha tenido que ser invitado por lo menos por un socio para ser miembro de la biblioteca. Los datos de interés de los usuarios son el nombre, el teléfono y su dirección.



	RAMA:	Informática	CICLO:	Desenvolvemiento de Aplicacions Multiplataforma		
	MÓDULO	Bases de datos				CURSO: 1º
	PROTOCOLO:	Apuntes clases	AVAL:	1	DATA:	2021/2022
	UNIDAD COMPETENCIA					

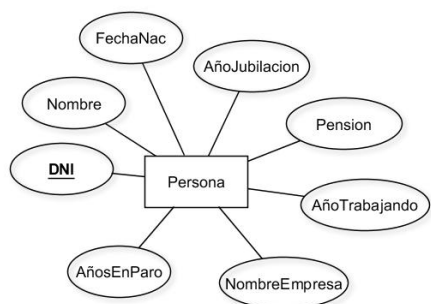
3. Modelo Entidad Relación Extendido (EER)

El modelo entidad - relación extendido surge de completar el modelo entidad - relación añadiéndole un conjunto de herramientas que permiten superar las limitaciones que este presenta para representar conceptos como el de superclase, subclase, herencia, ...

3.1. Subclases y Superclases

Como se vio en puntos anteriores una ocurrencia es cada una de las entidades de un conjunto de entidades. Todas las ocurrencias una misma entidad comparten los mismos atributos y las mismas relaciones. Pero puede darse el caso que no todos los atributos o relaciones del conjunto de entidades pertenezcan realmente a todas las ocurrencias sino que solo pertenezcan a parte de estas. En estos casos se pueden dividir la entidad en conjuntos de entidades más pequeños agrupando ocurrencias por sus atributos o relaciones comunes.

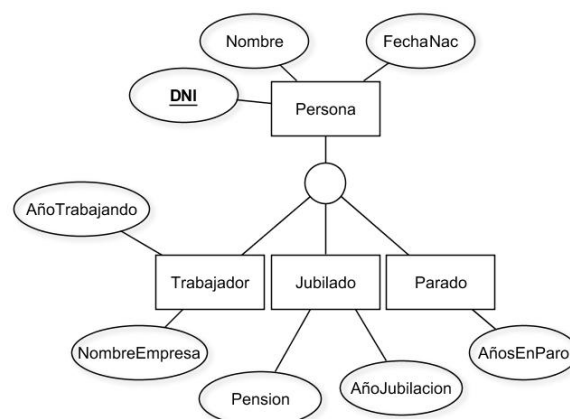
Veamos el siguiente ejemplo:



En este ejemplo parece evidente que no todos los atributos son aplicables de forma simultánea a la misma persona: si está trabajando no puede estar jubilado ni cobrar pensión.

Lo que se hace en estos casos es crear una división creando una jerarquía de superclases/subclases. En este caso se procede identificado atributos y/o relaciones que solo pertenecen a un subconjunto de ocurrencias, las subclases, creándolas y añadiéndole los atributos que solo pertenecen a ellas.

Esta división es conceptual y solo con efectos de representación. Todas las entidades de las subclases siguen perteneciendo a la superclase ya que siguen siendo las mismas entidades, un trabajador sigue siendo una persona, pero participan en la subclase bajo un rol específico. No puede existir una ocurrencia en una de las subclases que no pertenezca a la superclase pero si ocurrencias en la superclase que no existan en alguna de las subclases (podría haber personas que fuese estudiantes y no estarían en las subclases del ejemplo). Se dice que la relación es de tipo: es un.




En el ejemplo tenemos una superclase: Persona y tres subclases: trabajador, jubilado y parado. Un trabajador es una persona que tiene dos atributos propios: *AñoTrabajado* y *NombreEmpresa*. Jubilado es una persona con dos atributos propios: *Pensión* y *AñoJubilación* y Parado es una persona con el atributo *AñosEnParo*.

Pero además se produce herencia de atributos y relaciones de la superclase hacia las subclases:

- de Atributos: todas las entidades pertenecientes a una subclase, además de sus propios atributos, poseen los de su superclase, es decir heredan sus atributos. En el ejemplo anterior trabajador además de sus atributos propios hereda los de su superclase: DNI, Nombre, FechaNac. Lo mismo pasa para al resto de subclases.
- Relaciones: una subclase además de sus propias relaciones hereda las relaciones de su superclase.

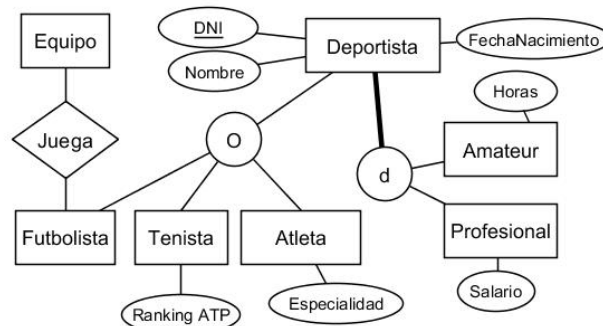
Las subclases no tienen clave primaria propia sino que la heredan de su superclase. En el ejemplo la clave de Trabajador, jubilado y Parado será DNI.

	RAMA:	Informática	CICLO:	Desenvolvemiento de Aplicacions Multiplataforma		
	MÓDULO	Bases de datos				CURSO: 1º
	PROTOCOLO:	Apuntes clases	AVAL:	1	DATA:	2021/2022
	UNIDAD COMPETENCIA					

3.2. Especialización y generalización

La creación de la jerarquía superclase/subclases puede producirse de dos formas:

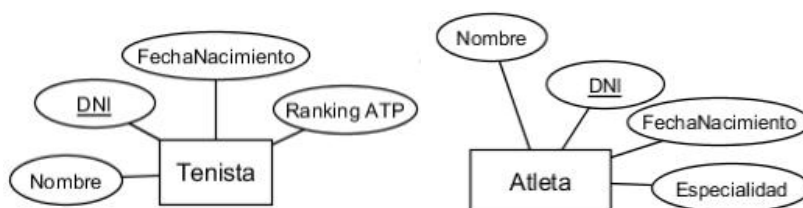
- Especialización: es el ejemplo del punto anterior, se parte de la superclase y se crean subclases en función de los atributos o relaciones que poseen solo un subconjunto de las entidades. Es lo que se conoce como estrategia *Top-Down* ya se va de lo más genérico a lo más específico: deportista es más genérico que futbolista, tenista o atleta.



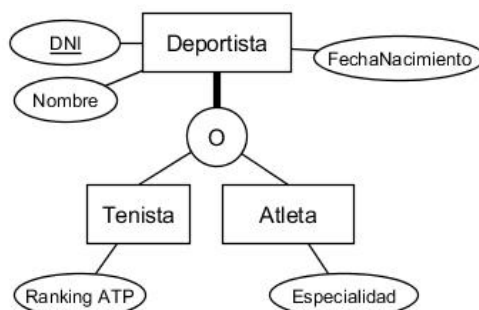
No tiene que ser obligatorio que todas las ocurrencias de deportista pertenezcan a una de las subclases: en el ejemplo pueden existir otro tipo de deportistas que no sean ni futbolistas, ni tenistas, ni atletas pero que no se refleja en una subclase por que no tienen atributos o relaciones propias.

Además desde una misma superclase se pueden crear más de una jerarquía:


- En función del tipo de deportista: los deportistas o son amateurs o son profesionales.
 - En función del deporte que practican.
- Generalización: se procede de forma inversa a la especialización. Se parte de una serie de entidades, las subclases, en las que generalizando se encuentran atributos y/o relaciones comunes que se unifican en la superclase. Este es un proceso *Bottom-up* ya que se parte de lo más específico y se llega a más general.



En el ejemplo partimos de tenistas y atletas en los cuales buscamos atributos y relaciones comunes para generalizar y crear la superclase deportista que contendrá todos estos atributos y relaciones comunes.



Como la superclase deportista se crea a partir de las subclases tenista y atleta no puede existir ningún otro tipo de deportista en la entidad deportista. Las generalizaciones siempre son totales.

	RAMA:	Informática	CICLO:	Desenvolvimento de Aplicacions Multiplataforma		
	MÓDULO	Bases de datos				CURSO: 1º
	PROTOCOLO:	Apuntes clases	AVAL:	1	DATA:	2021/2022
	UNIDAD COMPETENCIA					

Tanto la especialización como la generalización tienen las siguientes restricciones:

- Participación: Indica la obligatoriedad o no de que las entidades que forman las superclase participen en las subclases. Existen dos opciones:
 - Participación total: todas las entidades que forman la superclase tiene que participar en, por lo menos, una de las subclases. Se representa con una línea gruesa (o doble línea).
 - Participación parcial: pueden existir entidades en las superclases que no participen en las subclases. Se representa con una línea fina.
- Solapamiento y disyunción: restringe la participación de las entidades de la superclase en un número de subclases:
 - Solapadas: cada entidad de la superclase puede participar en más de una subclase. Para indicar la restricción de solapamiento se usa la letra o (*Overlap*).
 - Disjuntas: cada entidad de la superclase solo puede participar en una única subclase. Para indicar la restricción de disyunción se usa la letra d (*Disjoint*).

Estas restricciones se pueden combinan entre sí generando las siguientes combinaciones: solapamiento total, solapamiento parcial, disyunción total y disyunción parcial.

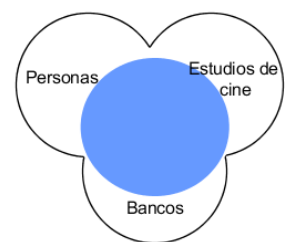
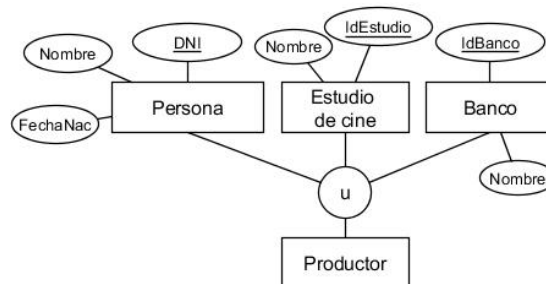
En el ejemplo de la especialización:

- La jerarquía entre deportista y futbolista, tenista y atleta es un solapamiento parcial. Es solapamiento por que se representa con la letra O y es parcial porque la línea de unión es fina. Indica que no todas las entidades de la superclase tienen que participar en alguna de las subclases, es decir, puede haber más deportistas que los tres indicados y que un deportista puede serlo de más de un deporte a la vez (pero no es obligatorio).
- La otra jerarquía es una disyunción total: que sea total indica que todos los deportistas tienen que participar en alguna de las subclases y la disyunción que solo pueden participar en una de ellas. Todo deportista solo puede ser o amateur o profesional.

3.3. Categorías

Una categoría es la relación entre más de una superclase (que representen entidades distintas) con una única subclase. Se representan mediante la letra U.

Algo a tener en cuenta es que no es obligatorio que todas las superclases participen en la superclase sino que participa un subconjunto de la unión de las superclases. En el ejemplo participan todas, parte o ninguna entidad del conjunto de entidades de las personas, estudios de cine o bancos en productores.



<div> <div>COLEXIO</div> <div>VIVAS</div> <div>S.L.</div> </div>	RAMA:	Informática	CICLO:	Desenvolvimento de Aplicacions Multiplataforma		
	MÓDULO	Bases de datos				CURSO: 1º
	PROTOCOLO:	Apuntes clases	AVAL:	1	DATA:	2021/2022
	UNIDAD COMPETENCIA					

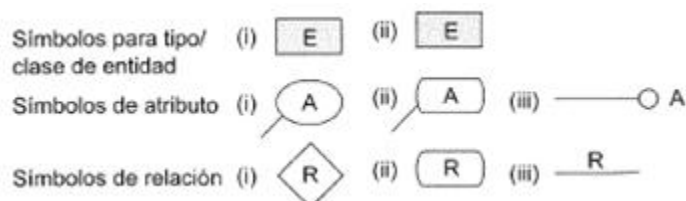
4. Apéndice I: Notaciones alternativas para los diagramas de ER

Existen una serie de notaciones alternativas para representar diagramas de entidad relación.

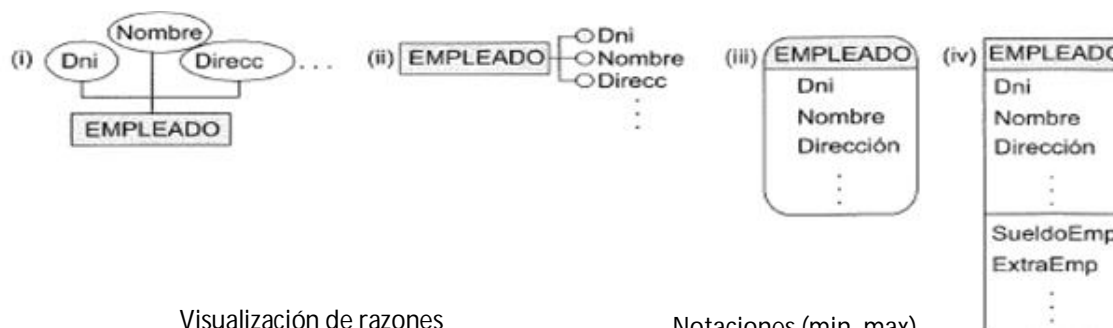
Podemos consultar distintas alternativas en:

https://en.wikipedia.org/wiki/Entity-relationship_model#Cardinalities

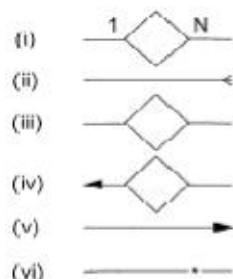
Además esta es una muestra de ellas:



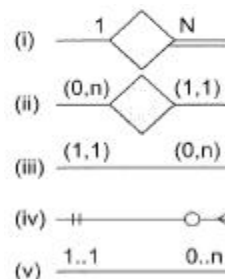
Visualización de Atributos



Visualización de razones de cardinalidad



Notaciones (min, max)



Notaciones alternativa para visualizar la especialización/generalización

