

Introducción sobre Modelos

Los modelos de datos permiten describir los datos, sus interrelaciones y las restricciones necesarias para garantizar su integridad. El modelo relacional es uno de los más utilizados en el desarrollo de aplicaciones comerciales y por lo tanto, el diseño de bases de datos relacionales será el objetivo primario de esta unidad académica.

El modelo entidad-relación proporciona un medio de fácil comprensión para afrontar la primera etapa del diseño de bases de datos: el modelado conceptual, el cual se desarrolla mediante estructuras gráficas con las que se puede obtener la visión general de la organización de los datos y su interpretación en relación con los requerimientos de información que se plantean para una base de datos.

Para afrontar la siguiente etapa, denominada modelado lógico, se deben aplicar reglas de transformación que permiten obtener esquemas de relación que ofrecen una aproximación a la estructura final de la base de datos. Estos esquemas se complementan con la inclusión de reglas de integridad de los datos.

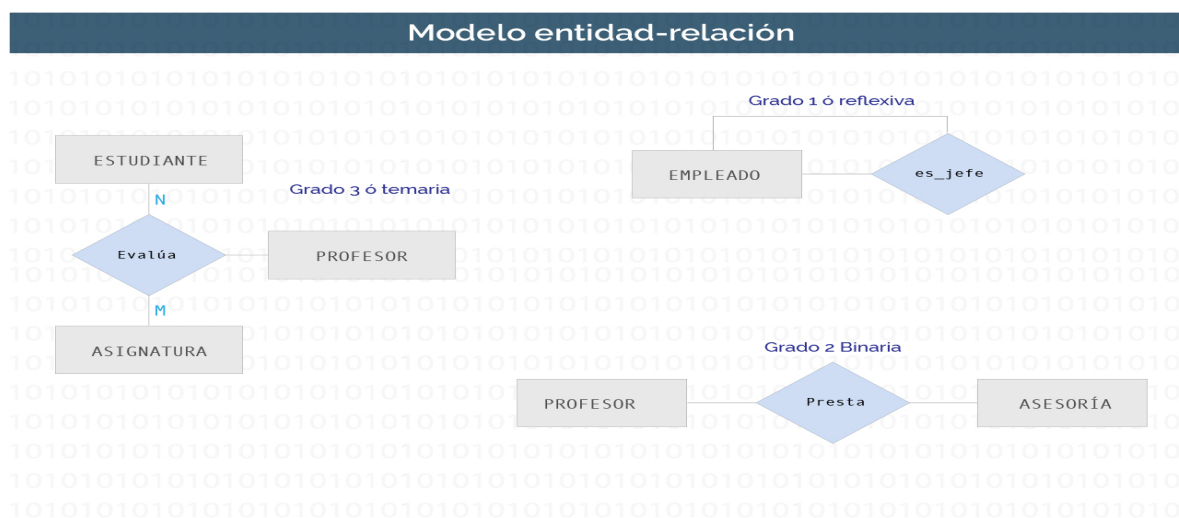
Los conceptos y actividades que se proponen en esta unidad le permitirán al estudiante desarrollar habilidades en el diseño de bases de datos relacionales.

1) Conceptos del Modelo Entidad-Relación

El diseño de una base de datos implica la realización de una serie de actividades que comienza con el modelado conceptual. En esta primera etapa se deben abstraer los procesos y datos que se desean representar en la base de datos y para ello se utiliza el modelo de datos denominado modelo entidad-relación.

A través de la organización de conjuntos de datos y analizando las interacciones que existen entre ellos, se cumple el primer paso del modelado de una base de datos.

En los siguientes apartados se presentarán los componentes de este modelo, su representación y las técnicas para su construcción, a través de la ejemplificación de diferentes situaciones a modelar.



Elementos del modelo entidad-relación

En el año 1976, el doctor Peter Chen publicó un artículo intitulado *The Entity Relationship Model - Toward A Unified View of Data*, en el que postuló el modelo entidad-relación (MER).

Dicho modelo tuvo bastante aceptación por proponer, de manera acertada, una forma de abstraer un contexto de negocio y presentar un esquema conceptual de una base de datos desde una construcción gráfica. Esto se hace posible mediante la utilización de tres elementos básicos: entidades, atributos y relaciones.

Elementos básicos del modelo entidad-relación

Haga clic sobre cada uno de los enlaces para acceder a la descripción de estos tres elementos:

- [Entidades.](#)
- [Atributos.](#)
- [Relaciones.](#)

Entidades

Según la ANSI (2012), una entidad puede definirse como una persona, lugar, objeto o evento con existencia física o conceptual sobre el cual se requiere almacenar información.

Gráficamente se denota por medio de un rectángulo dentro del cual se escribe, en mayúsculas y en singular, el nombre de la entidad. Si se piensa en el contexto de un sistema de base de datos para una institución universitaria, algunas de sus entidades podrían ser: un estudiante, un curso, un salón o una asignatura.

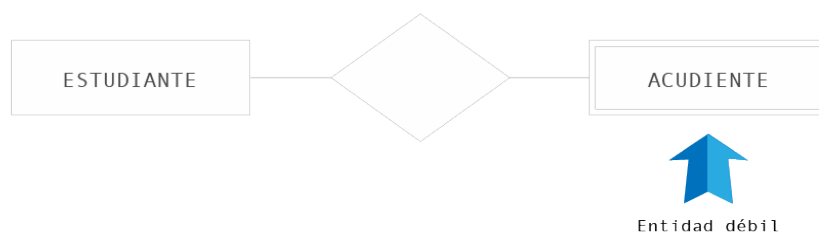
Figura 1. Ejemplos de entidades.



En ocasiones, las entidades dependen de otras para existir o para identificarse, este tipo de entidades se denominan entidades débiles. Continuando con el ejemplo de la institución educativa, si se deseará mantener información de los acudientes¹ de los estudiantes, se incluiría la entidad «acudiente», pero en caso de que el estudiante se eliminara del sistema ¿qué ocurriría con el acudiente?, ¿seguiríamos guardando esa información?

En el caso anterior, la entidad «acudiente» se considera débil en existencia, es decir que si deja de existir la información del estudiante, no se debería seguir almacenando la información de su acudiente.

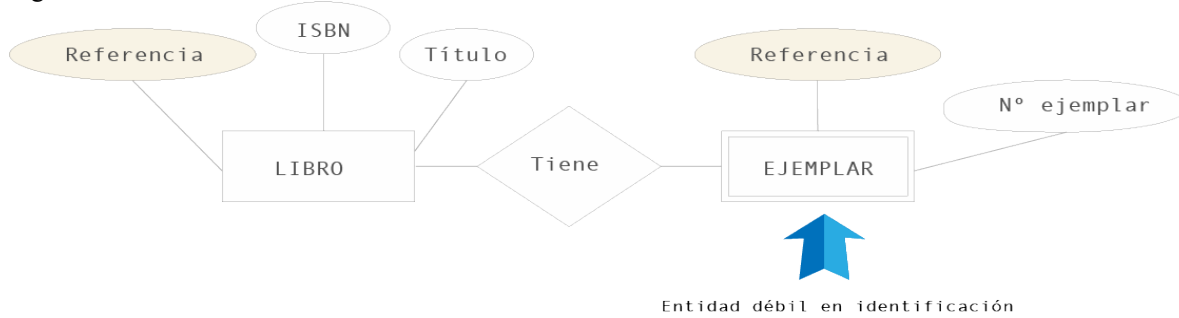
Figura 2. Ejemplo de una entidad débil.



Otro tipo de entidad débil se presenta cuando una entidad hereda atributos de identificación de otra, es decir que es débil en identificación. Por ejemplo, en una biblioteca cada libro tiene unos atributos que permiten identificarlo de forma única; sin embargo, es posible tener varios ejemplares del mismo libro que, en últimas, son los que se prestan. Entonces, cuando se registra un préstamo se hace del ejemplar que se prestó y parte de los atributos con los que se identificará dicho ejemplar son los mismos atributos del libro.

¹ Acudiente. Se le denomina así a lo que en México se le llama "Tutor".

Figura 3. Entidad débil en identificación.



Atributos de una entidad

En el modelo entidad-relación, los atributos se representan con elipses dentro de las cuales se escribe el nombre del atributo y van conectadas por líneas a la entidad a la que pertenecen. A manera de ejemplo, en la siguiente gráfica se representan algunos de los atributos de la entidad «estudiante».

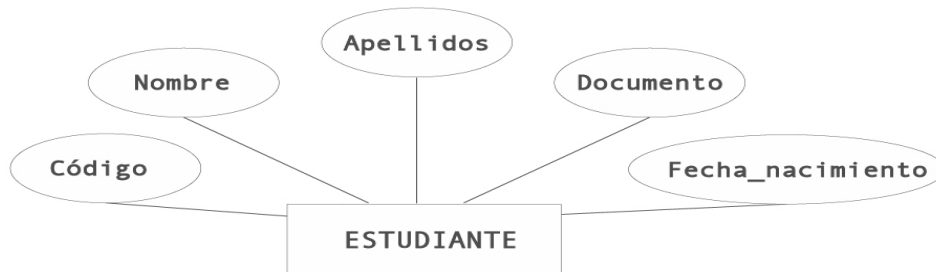


Figura 1. Atributos de una entidad.

El vínculo o asociación existente entre las entidades se denomina relación; por ejemplo, el vínculo entre las entidades «estudiante» y «profesor» podría estar determinado por una «asesoría». Las relaciones se representan con un rombo en cuyo interior, generalmente se escribe un verbo que describe la asociación entre las entidades.

Figura 1. Ejemplo de una relación entre entidades.

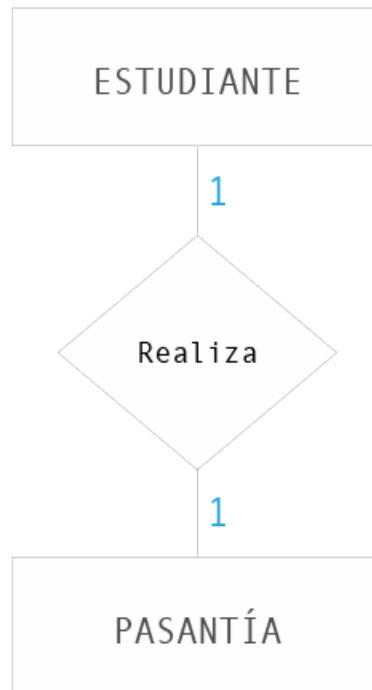


Tipos de relaciones

Tipo

Uno a uno

Representación gráfica



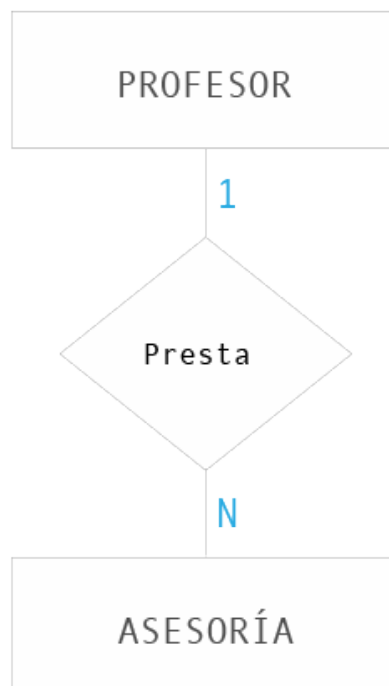
Descripción

Identifica una relación en la que un registro de datos de una entidad solo se encuentra relacionado con un registro en la otra entidad.

En el ejemplo se observa una relación con cardinalidad uno a uno, ya que cada estudiante tiene asignada una pasantía y un registro de datos de pasantía corresponde únicamente a un estudiante.

La notación para este tipo de relaciones es 1:1.

Uno a muchos

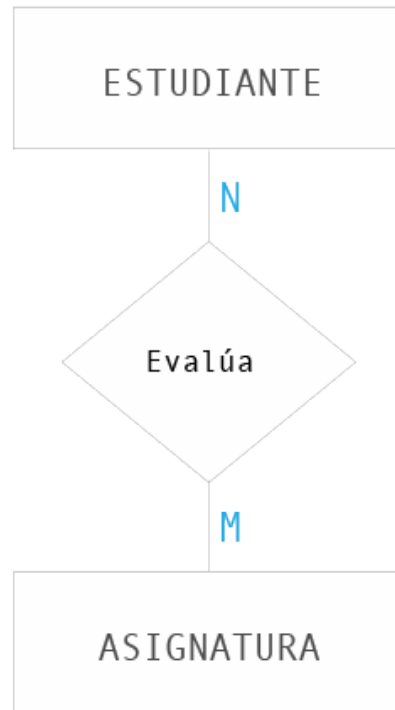


Este es uno de los tipos de cardinalidad más comunes y se caracteriza por que un registro de datos de una entidad se encuentra presente en varios registros de la otra entidad.

En el ejemplo se observa una relación de uno a muchos, ya que un docente presta muchas asesorías, pero cada asesoría solo está relacionada con un docente.

En este caso la notación es 1:N, donde N representa la entidad que tiene múltiples registros asociados a una sola entidad.

Muchos a muchos



Este tipo de cardinalidad representa que varios registros de una entidad a la vez están asociados a varios registros en la otra entidad.

Este tipo de relaciones son muy comunes y aun cuando en el modelo entidad-relación existen, en el modelo relacional desaparecen a partir de las reglas de transformación a aplicar.

En el ejemplo se muestra que un estudiante inscribe muchas asignaturas y una asignatura es inscrita por muchos estudiantes.

La notación para relaciones muchos a muchos es N:M.

Cardinalidad

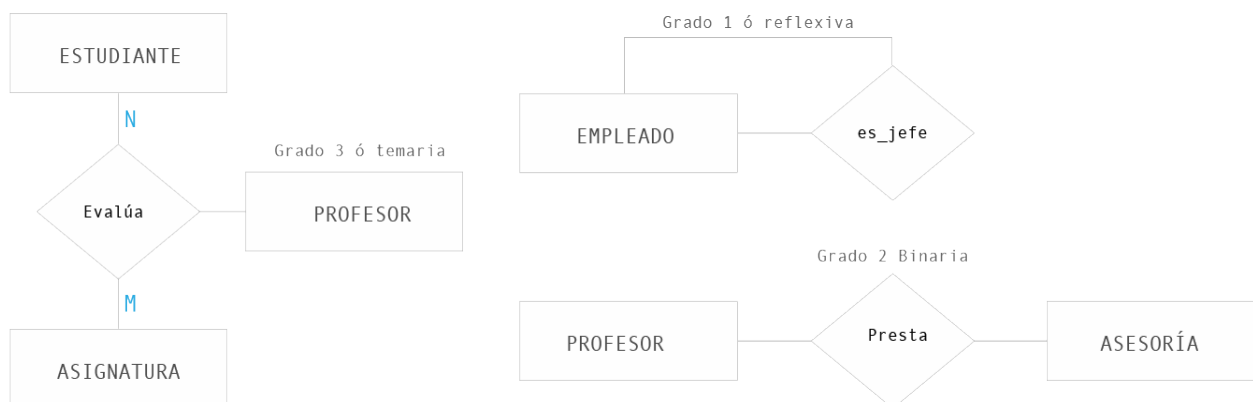
La cardinalidad es la cuantificación del número de registros de una entidad que se relacionan con otras en una asociación, y se representa con números a lado y lado de la asociación. Existen tres tipos de cardinalidad: uno a uno, uno a muchos y muchos a muchos.

Grado de la relación

Dependiendo del número de entidades que participan en el vínculo o asociación se determina uno de los tres grados de relación que existen:

- Relaciones de grado 1. También se denominan reflexivas o involutivas.
- Relaciones de grado 2. Son las más comunes y también se les conoce como binarias.
- Relaciones de grado 3. También se denominan ternarias y, al igual que relaciones de grado n, deben evitarse.

Figura 2. Grado de la relación.



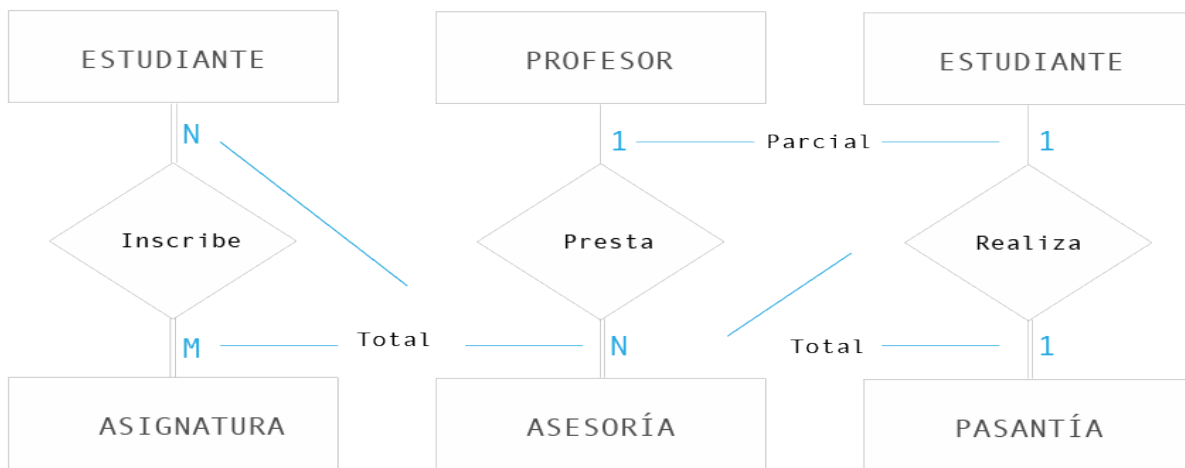
Participación

Otra de las características a representar en un diagrama entidad-relación es la participación, la cual representa si un registro de datos de una entidad se encuentra obligado a participar de la relación o no.

Existen dos tipos de participación, la parcial u opcional se presenta cuando una entidad puede o no participar de la relación; por ejemplo, en la asociación entre las entidades «profesor» y «asesoría», el profesor no está obligado a prestar asesorías. Esto se denota con una línea sencilla en la relación.

Por otro lado, la participación total u obligatoria implica que es necesario que una entidad participe siempre en la relación. Por ejemplo, en la siguiente figura la entidad «asesoría» debe ser prestada por algún profesor, lo cual la obliga a participar de la relación y se denota con una línea doble en el vínculo hacia la entidad.

Figura 3. En este diagrama entidad-relación se observan diferentes tipos de participaciones en las relaciones.



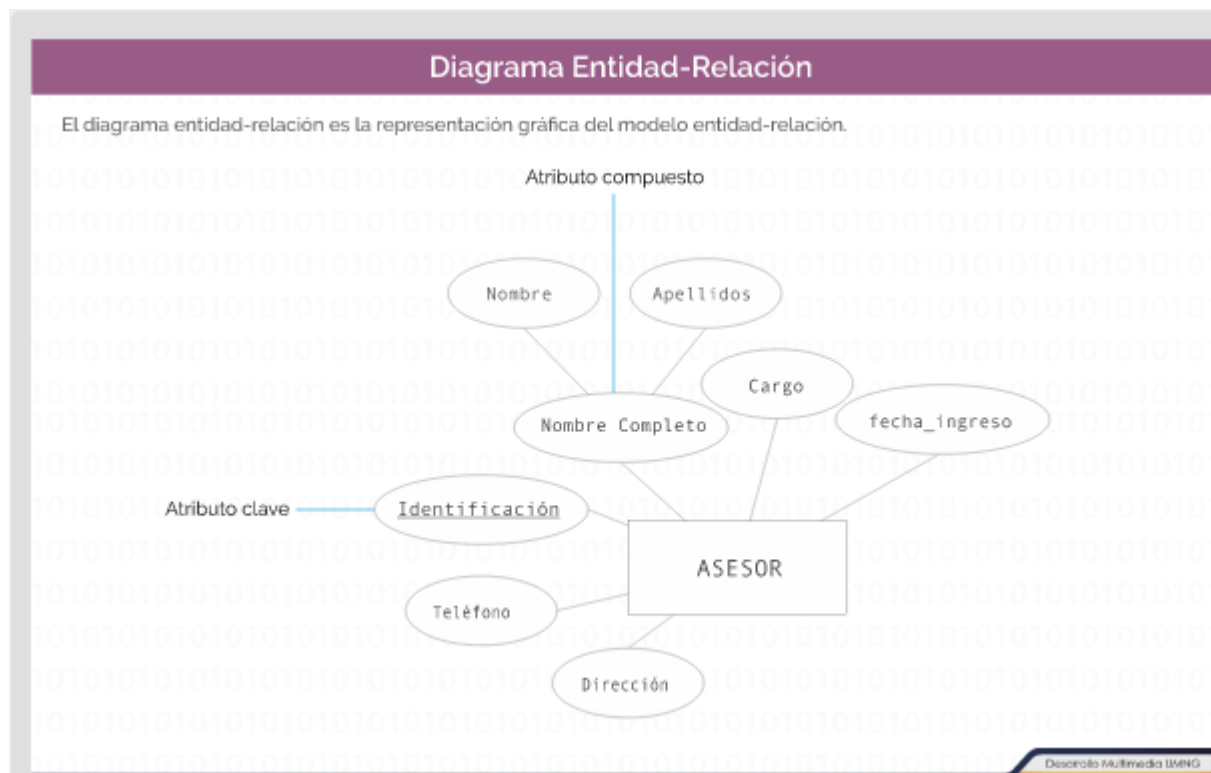
Construcción de un modelo entidad-relación

Tras reconocer los diferentes componentes del modelo entidad-relación y teniendo en cuenta los requisitos del diseño a elaborar, se procede con la construcción del diagrama entidad-relación.

Para el desarrollo de este tipo de diagramas se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Reconocer el contexto.
- Identificar las entidades.
- Establecer las relaciones.
- Definir la cardinalidad.
- Identificar la participación en las relaciones.
- Determinar los atributos.
- Integrar todos los elementos.

Sigue este [link](#) para ver los detalles de cada paso.



2) Modelo entidad relacion extendido

Se trata de una técnica cuyo objetivo es la representación y definición de todos los datos que se introducen, almacenan, transforman y producen dentro de un sistema de información, sin tener en cuenta las necesidades de la tecnología existente, ni otras restricciones.

Dado que el modelo de datos es un medio para comunicar el significado de los datos, las relaciones entre ellos y las reglas de negocio de un sistema de información, una organización puede obtener numerosos beneficios de la aplicación de esta técnica, pues la definición de los datos y la manera en que éstos operan son compartidos por todos los usuarios.

Las ventajas de realizar un modelo de datos son, entre otras:

- Comprensión de los datos de una organización y del funcionamiento de la organización.
- Obtención de estructuras de datos independientes del entorno físico.
- Control de los posibles errores desde el principio, o al menos, darse cuenta de las deficiencias lo antes posible.
- Mejora del mantenimiento.

Aunque la estructura de datos puede ser cambiante y dinámica, normalmente es mucho más estable que la estructura de procesos. Como resultado, una estructura de datos estable e integrada proporciona datos consistentes que puedan ser fácilmente accesibles según las necesidades de los usuarios, de manera que, aunque se produzcan cambios organizativos, los datos permanecerán estables.

Este diagrama se centra en los datos, independientemente del procesamiento que los transforma y sin entrar en consideraciones de eficiencia. Por ello, es independiente del entorno físico y debe ser una fiel representación del sistema de información objeto del estudio, proporcionando a los usuarios toda la información que necesiten y en la forma en que la necesiten.

Descripción

El modelo entidad/relación extendido describe con un alto nivel de abstracción la distribución de datos almacenados en un sistema. Existen dos elementos principales: las entidades y las relaciones. Las extensiones al modelo básico añaden además los atributos de las entidades y la jerarquía entre éstas. Estas extensiones tienen como finalidad aportar al modelo una mayor capacidad expresiva.

Los elementos fundamentales del modelo son los siguientes:

Entidad

Es aquel objeto, real o abstracto, acerca del cual se desea almacenar información en la base de datos. La estructura genérica de un conjunto de entidades con las mismas características se denomina tipo de entidad.

Existen dos clases de entidades: **regulares**, que tienen existencia por sí mismas, y **débiles** cuya existencia depende de otra entidad.

Las entidades deben cumplir las siguientes tres reglas:

1. Tienen que tener existencia propia.
2. Cada ocurrencia de un tipo de entidad debe poder distinguirse de las demás.
3. Todas las ocurrencias de un tipo de entidad deben tener los mismos atributos.

Relación

Es una asociación o correspondencia existente entre una o varias entidades. La relación puede ser regular, si asocia tipos de entidad regulares, o débil, si asocia un tipo de entidad débil con un tipo de entidad regular. Dentro de las relaciones débiles se distinguen la **dependencia en existencia** y la **dependencia en identificación**.

Se dice que la dependencia es en existencia cuando las ocurrencias de un tipo de entidad débil no pueden existir sin la ocurrencia de la entidad regular de la que dependen. Se dice que la dependencia es en identificación cuando, además de lo anterior, las ocurrencias del tipo de entidad débil no se pueden identificar sólo mediante sus propios atributos, sino que se les tiene que añadir el identificador de la ocurrencia de la entidad regular de la cual dependen.

Además, se dice que una relación es **exclusiva** cuando la existencia de una relación entre dos tipos de entidades implica la no existencia de las otras relaciones.

Una relación se caracteriza por:

- **Nombre:** que lo distingue unívocamente del resto de relaciones del modelo.
- **Tipo de correspondencia:** es el número máximo de ocurrencias de cada tipo de entidad que pueden intervenir en una ocurrencia de la relación que se está tratando.

Conceptualmente se pueden identificar tres clases de relaciones:

- Relaciones 1:1: Cada ocurrencia de una entidad se relaciona con una y sólo una ocurrencia de la otra entidad.
 - Relaciones 1:N: Cada ocurrencia de una entidad puede estar relacionada con cero, una o varias ocurrencias de la otra entidad.
 - Relaciones M:N: Cada ocurrencia de una entidad puede estar relacionada con cero, una o varias ocurrencias de la otra entidad y cada ocurrencia de la otra entidad puede corresponder a cero, una o varias ocurrencias de la primera.
- **Cardinalidad:** representa la participación en la relación de cada una de las entidades afectadas, es decir, el número máximo y mínimo de ocurrencias de un tipo de entidad que pueden estar interrelacionadas con una ocurrencia de otro tipo de entidad. La cardinalidad máxima coincide con el tipo de correspondencia.

Según la cardinalidad, una relación es obligatoria, cuando para toda ocurrencia de un tipo de entidad existe al menos una ocurrencia del tipo de entidad asociado, y es opcional cuando, para toda ocurrencia de un tipo de entidad, puede existir o no una o varias ocurrencias del tipo de entidad asociado.

Dominio

Es un conjunto nominado de valores homogéneos. El dominio tiene existencia propia con independencia de cualquier entidad, relación o atributo.

Atributo

Es una propiedad o característica de un tipo de entidad. Se trata de la unidad básica de información que sirve para identificar o describir la entidad. Un atributo se define sobre un dominio. Cada tipo de entidad ha de tener un conjunto mínimo de atributos que identifiquen unívocamente cada ocurrencia del tipo de entidad. Este atributo o atributos se denomina identificador principal.

Se pueden definir restricciones sobre los atributos, según las cuales un atributo puede ser:

- Univaluado, atributo que sólo puede tomar un valor para todas y cada una de las ocurrencias del tipo de entidad al que pertenece.
- Obligatorio, atributo que tiene que tomar al menos un valor para todas y cada una de las ocurrencias del tipo de entidad al que pertenece.

Además de estos elementos, existen extensiones del modelo entidad/relación que incorporan determinados conceptos o mecanismos de abstracción para facilitar la representación de ciertas estructuras del mundo real:

- La **generalización**, permite abstraer un tipo de entidad de nivel superior (supertipo) a partir de varios tipos de entidad (subtipos); en estos casos los atributos comunes y relaciones de los subtipos se asignan al supertipo. Se pueden generalizar por ejemplo los tipos *profesor* y *estudiante* obteniendo el supertipo *persona*.
- La **especialización** es la operación inversa a la generalización, en ella un supertipo se descompone en uno o varios subtipos, los cuales heredan todos los atributos y relaciones del supertipo, además de tener los suyos propios. Un ejemplo es el caso del tipo *empleado*, del que se pueden obtener los subtipos *secretaria*, *técnico* e *ingeniero*.
- **Categorías**. Se denomina categoría al subtipo que aparece como resultado de la unión de varios tipos de entidad. En este caso, hay varios supertipos y un sólo subtipo. Si por ejemplo se tienen los tipos *persona* y *compañía* y es necesario establecer una relación con *vehículo*, se puede crear *propietario* como un subtipo unión de los dos primeros.
- La **agregación**, consiste en construir un nuevo tipo de entidad como composición de otros y su tipo de relación y así poder manejarlo en un nivel de abstracción mayor. Por ejemplo, se tienen los tipos de entidad *empresa* y *solicitante de empleo* relacionados mediante el tipo de relación *entrevista*; pero es necesario que cada entrevista se corresponda con una determinada *oferta de empleo*. Como no se permite la relación entre tipos de relación, se puede crear un tipo de entidad compuesto por *empresa*, *entrevista* y *solicitante de empleo* y relacionarla con el tipo de entidad *oferta de empleo*. El proceso inverso se denomina desagregación.
- La **asociación**, consiste en relacionar dos tipos de entidades que normalmente son de dominios independientes, pero coyunturalmente se asocian.

La existencia de supertipos y subtipos, en uno o varios niveles, da lugar a una **jerarquía**, que permitirá representar una restricción del mundo real.

Una vez construido el modelo entidad/relación, hay que analizar si se presentan redundancias. Para poder asegurar su existencia se deben estudiar con mucho detenimiento las cardinalidades mínimas de las entidades, así como la semántica de las relaciones.

Los atributos redundantes, los que se derivan de otros elementos mediante algún cálculo, deben ser eliminados del modelo entidad/relación o marcarse como redundantes.

Igualmente, las relaciones redundantes deben eliminarse del modelo, comprobando que al eliminarlas sigue siendo posible el paso, tanto en un sentido como en el inverso, entre las dos entidades que unían.

Notación

Entidad

La representación gráfica de un tipo de entidad regular es un rectángulo etiquetado con el nombre del tipo de entidad. Un tipo de entidad débil se representa con dos rectángulos concéntricos con su nombre en el interior.



Relación

Se representa por un rombo unido a las entidades relacionadas por dos líneas rectas a los lados. El tipo de correspondencia se representa gráficamente con una etiqueta 1:1, 1:N o M:N, cerca de alguno de los vértices del rombo, o bien situando cada número o letra cerca de la entidad correspondiente, para mayor claridad.



La representación gráfica de las cardinalidades se realiza mediante una etiqueta del tipo (0,1), (1,1), (0,n) o (1,n), que se coloca en el extremo de la entidad que corresponda.

Si se representan las cardinalidades, la representación del tipo de correspondencia es redundante.



Atributo

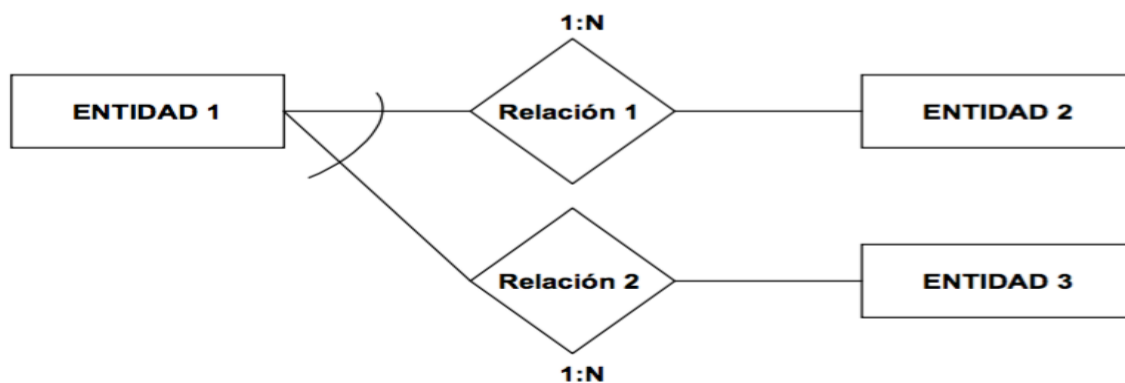
Un atributo se representa mediante una elipse, con su nombre dentro, conectada por una línea al tipo de entidad o relación.

En lugar de una elipse puede utilizarse un círculo con el nombre dentro, o un círculo más pequeño con el nombre del atributo a un lado. También pueden representarse en una lista asociada a la entidad. El identificador aparece con el nombre marcado o subrayado, o bien con su círculo en negro.



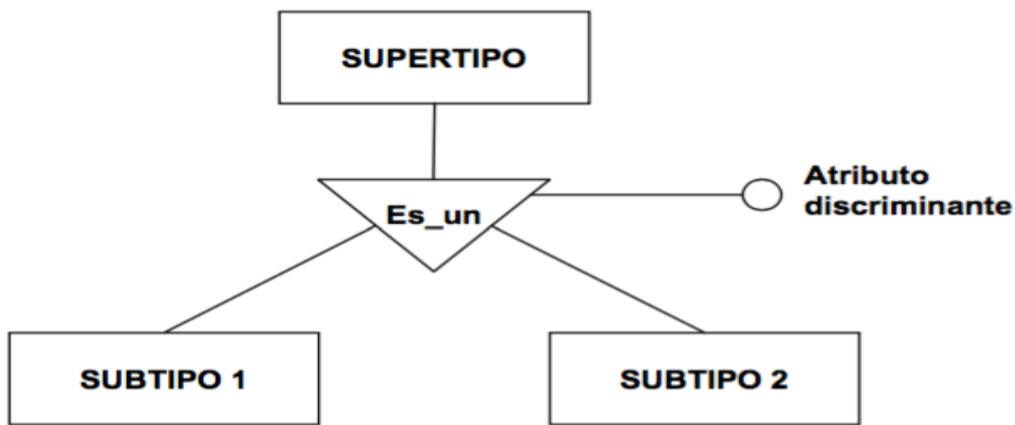
Exclusividad

En la representación de las relaciones exclusivas se incluye un arco sobre las líneas que conectan el tipo de entidad a los dos o más tipos de relación.

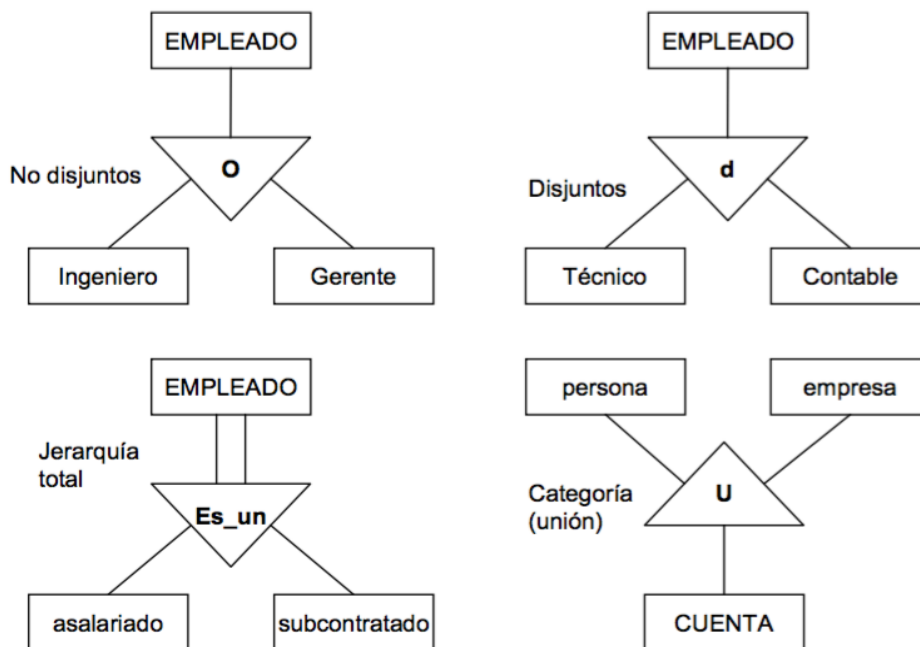


Jerarquía (tipos y subtipos)

La representación de las jerarquías se realiza mediante un triángulo invertido, con la base paralela al rectángulo que representa el supertipo y conectando a éste y a los subtipos. Si la división en subtipos viene determinada en función de los valores de un atributo discriminante, éste se representará asociado al triángulo que representa la relación.



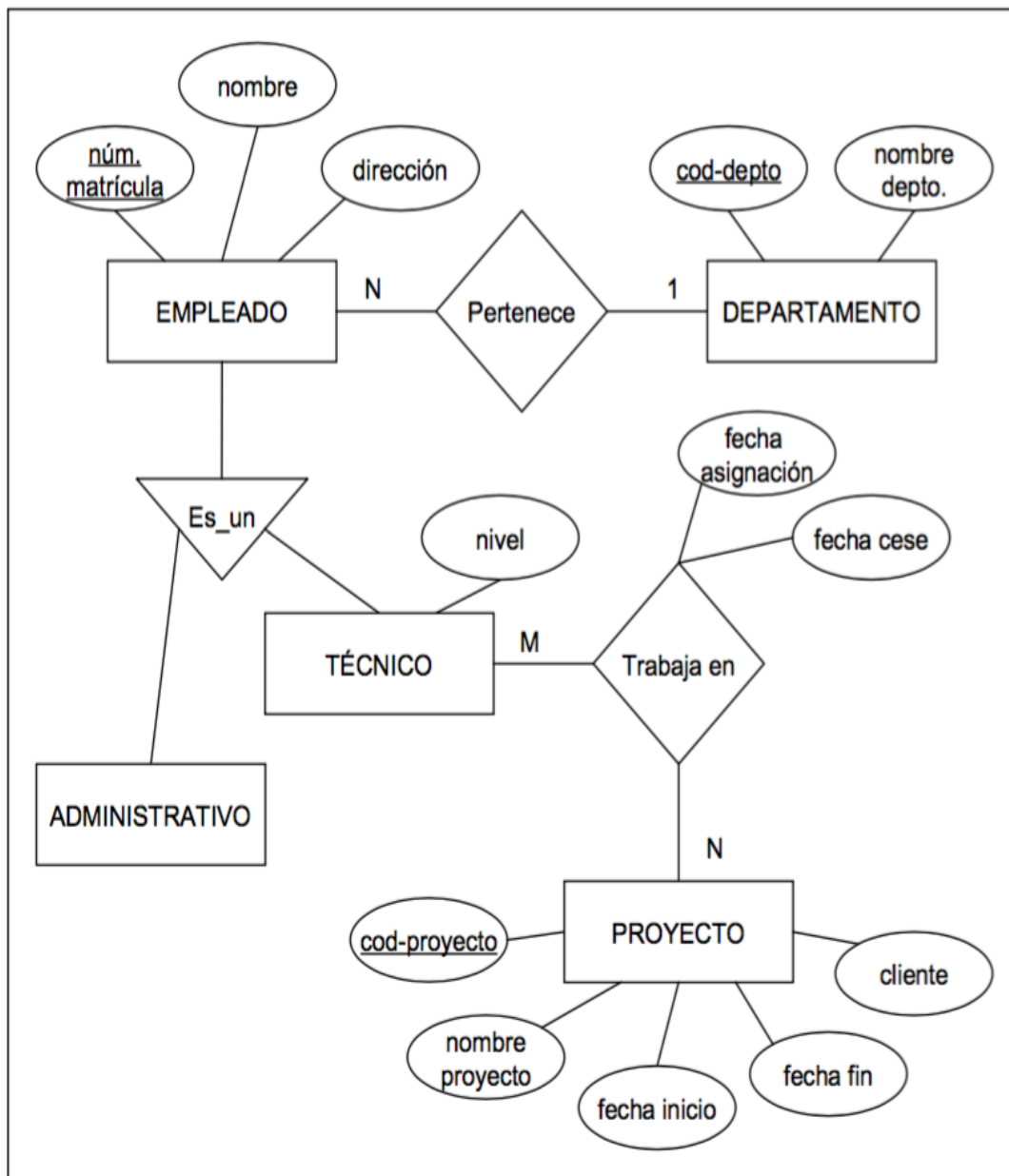
En el triángulo se representará: con una letra **d** el hecho de que los subtipos sean disjuntos, con un círculo o una **O** si los subtipos pueden solaparse y con una **U** el caso de uniones por categorías. La presencia de una jerarquía total se representa con una doble línea entre el supertipo y el triángulo.



Ejemplo

Modelo entidad-relación extendido para un sistema de gestión de técnicos y su asignación a proyectos dentro de una empresa u organización.

Como se aprecia en el diagrama, TÉCNICO es un subtipo de EMPLEADO, generado por especialización, pues era necesario para establecer la relación *Trabaja en* con PROYECTO, ya que no todos los empleados de la empresa, como los administrativos, son susceptibles de trabajar en un proyecto. La entidad TÉCNICO tendrá los atributos de EMPLEADO más el atributo *nivel*.



Los tipos de correspondencia son 1:N entre DEPARTAMENTO y EMPLEADO, pues un departamento tiene 1 o varios empleados. Entre TÉCNICO y PROYECTO es M:N, pues un técnico puede trabajar en 1 o varios proyectos, y en un proyecto trabajan 1 o varios técnicos.

Por otro lado, se han incluido atributos que caracterizan la relación *Trabaja en*, como son *fecha de asignación* y *fecha de cese*, ya que un técnico no siempre estará trabajando en un proyecto, sino en determinado periodo. (Nota.- Esta notación es la más habitual, pero MÉTRICA Versión 3 no exige su utilización).

3) Modelo Relacional

El **modelo relacional** en gestión de bases de datos es, actualmente, el modelo más utilizado en la gestión de datos dinámicos (o lo que es lo mismo, aquellos datos sujetos a modificaciones y actualizaciones constantes). Sin embargo, la gestión de **bases de datos relacionales** entraña una espesa red de conceptos que a veces, para los inexpertos, pueden resultar algo difíciles de manejar.

- **Modelo relacional:** modelo de organización y gestión de bases de datos consistente en el almacenamiento de datos en tablas compuestas por filas, o **tuplas**, y columnas o **campos**. Se distingue de otros modelos, como el jerárquico, por ser más comprensible para el usuario inex-

perto, y por basarse en la lógica de predicados para establecer relaciones entre distintos datos. Surge como solución a la creciente variedad de los datos que integran las data warehouses y podemos resumir el concepto como una colección de **tablas** (es decir, relaciones).

- **Tabla:** es el nombre que recibe cada una de las relaciones que se establecen entre los datos almacenados; cada nueva relación da lugar a una tabla. Están formadas por **filas**, también llamadas tuplas, donde se describen los elementos que configuran la tabla (es decir, los elementos de la relación establecida por la tabla), **columnas** o campos, con los atributos y valores correspondientes, y el **dominio**, concepto que agrupa a todos los valores que pueden figurar en cada columna.
- **Claves:** elementos que impiden la duplicidad de registros, una de las grandes desventajas que presentan otros modelos de organización y gestión de bases de datos. Existen dos grandes tipos de claves: las claves **primarias** y las **secundarias** o **externas**.
- **Claves primarias:** son los atributos (columnas) según el tipo de relación que se ha definido en la tabla. Pueden añadirse otros atributos específicos y propios.
- **Claves externas o secundarias:** son las claves que se definen para cada una de las claves primarias establecidas para los elementos o entidades de una relación.
- **Restricción de identidad:** límites y restricciones que se imponen en las relaciones, imprescindibles para mantener la significación correcta de la base de datos. Es un concepto íntimamente vinculado a las **reglas de integridad** propias del modelo relacional, el cumplimiento de las cuales está garantizado por las claves primarias y externas.

Existen 4 tipos básicos de restricciones de integridad:

1. Los datos requeridos (los campos o columnas siempre deben poseer un atributo o un valor)
2. La comprobación de validez (las tablas deben contener solo los datos correspondientes a la correspondiente relación definida por cada tabla)
3. Las **integridades de entidad y referencial** (las primeras aseguran que las claves primarias posean un valor único para cada tupla, y las segundas que las claves principales y las externas mantengan su integridad).
4. **Reglas de integridad:** reglas que garantizan la integridad de los datos, es decir, la correspondencia plausible de los datos con la realidad.

Diferencias entre el modelo Entidad-Relación y Relacional

Tanto el Modelo E-R como el Modelo Relacional son los **tipos de Modelado de Datos**. El modelo de datos describe una **manera de diseñar la base de datos a nivel físico, lógico y de vista**.

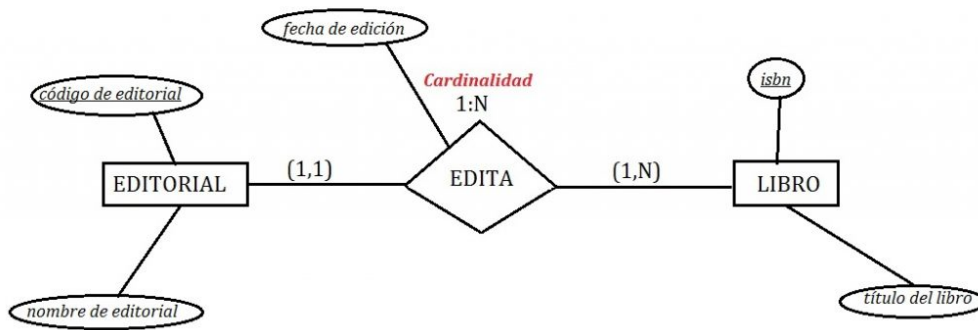
La principal diferencia entre el Modelo E-R y el Modelo Relacional es que el **Modelo E-R es específico para cada entidad, y el Modelo Relacional es específico para cada tabla**.

Tabla Comparativa

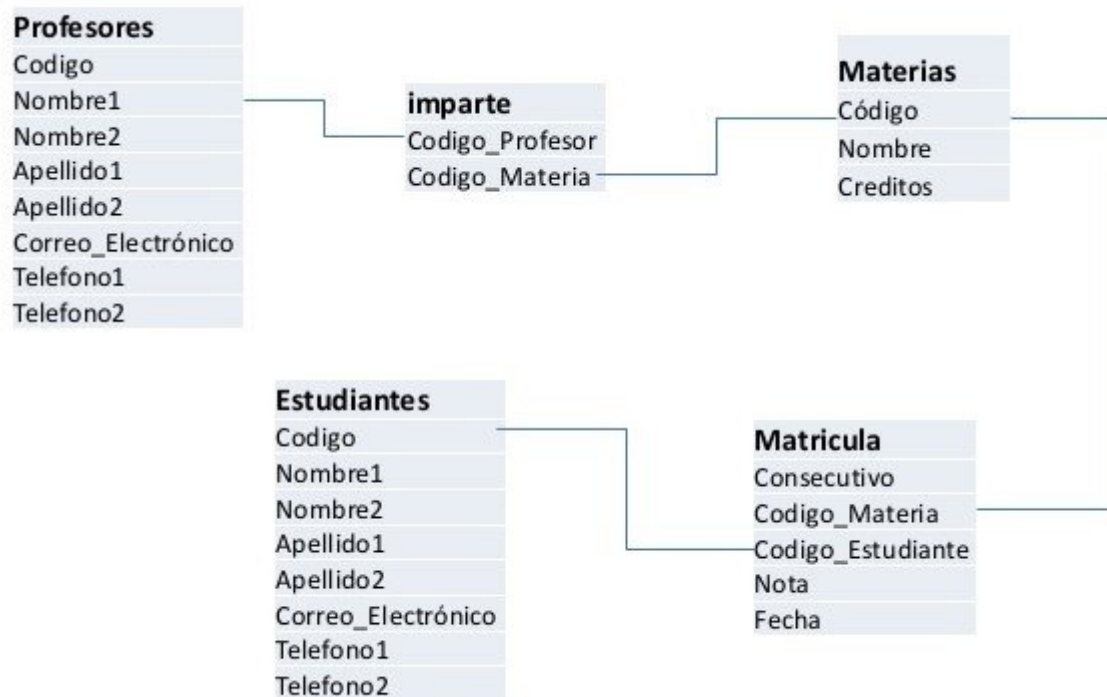
	MODELO ER	MODELO RELACIONAL
Labor	Representa la colección de objetos llamada entidades y la relación entre esas entidades.	Representa la colección de tablas y la relación entre esas tablas.
Describir	El Modelo de relación de entidad describe los datos como conjunto de entidades, conjunto de relaciones y atributo.	El Modelo Relacional describe los datos en una tabla como Dominio, Atributos, Tuplas.
Relación	ER Model es más fácil de entender la relación entre las entidades.	Comparativamente, es menos fácil derivar una relación entre tablas en el Modelo Relacional.
Cartografía	El modelo de ER describe la asignación de cardinalidades.	El Modelo Relacional no describe las cardinalidades de mapeo.

Diferencias Principales

- La diferencia básica entre el Modelo E-R y el Modelo Relacional es que el modelo E-R trata específicamente con las entidades y sus relaciones. Por otro lado, el Modelo Relacional se ocupa de las Tablas y de la relación entre los datos de esas tablas.
- Un Modelo E-R describe los datos con conjuntos de entidades, conjuntos de relaciones y atributos. Sin embargo, el modelo relacional describe los datos con las tuplas, atributos y dominio del atributo.
- Uno puede entender más fácilmente la relación entre los datos en el Modelo E-R en comparación con el Modelo Relacional.
- El Modelo E-R tiene la Cardinalidad del Mapeo como una restricción mientras que el Modelo Relacional no tiene tal restricción.



Esquema gráfico de un modelo Entidad Relación



Esquema gráfico de un modelo Relacional