



**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN**

Base de Datos

Modelización

Autores

Sergio D'Arrigo

Leticia Seijas

Cecilia Ruz



Índice

1	Introducción.	3
2	Construcción del Modelo Entidad Relación de los Requerimientos.....	4
2.1	Descripción general	4
2.2	Modelo Conceptual	4
2.3	Modelo Entidad Relación.....	4
2.4	Diagrama de Entidad Relación.....	6
2.4.1	Entidades	6
2.4.2	Atributos	7
2.4.3	Interrelaciones	9
2.4.4	Jerarquías de Generalización / Especialización	19
2.4.5	Agregación	23
2.4.6	Restricciones adicionales al modelo.....	25
2.4.7	Modelado de historia en algunas interrelaciones	25
2.5	Pasos para la construcción del DER.....	27
2.5.1	Clasificar entidades y atributos.....	27
2.5.2	Identificar jerarquías de generalización / especialización.....	27
2.5.3	Definir las interrelaciones	27
2.5.4	Integrar múltiples vistas de entidades, atributos e interrelaciones ..	27
3	Transformación del Modelo Entidad Relación en Relaciones	28
3.1	Modelo Lógico Relacional.....	28
3.2	Transformación del DER al Modelo Lógico Relacional.....	29
3.2.1	Entidades Fuertes	29
3.2.2	Entidades Débiles	30
3.2.3	Interrelaciones uno a uno (1:1).....	31
3.2.4	Interrelaciones uno a muchos (1:N).....	32
3.2.5	Interrelaciones muchos a muchos (M:N).....	33
3.2.6	Interrelaciones unarias.....	36
3.2.7	Interrelaciones ternarias.....	39
3.2.8	Jerarquías de Especialización / Generalización	46
3.2.9	Agregación	48
4	Bibliografía	52
5	Anexo – Equivalencias de Notación Chen – Reiner	53
5.1	Atributos	53
5.2	Entidades	53
5.3	Interrelaciones.....	53
5.3.1	Cardinalidad.....	53
5.3.2	Participación	54
5.4	Jerarquías	55
5.4.1	Cobertura total - Disjunta	55
5.4.2	Cobertura Parcial – Con solapamiento	56
5.4.3	Cobertura Total – Con solapamiento	56
5.4.4	Cobertura Parcial – Disjunta.....	56



Modelización

IMPORTANTE:

Este apunte es un complemento de la bibliografía que la materia utiliza como base para el tema.

No contiene una visión exhaustiva ni completa de los contenidos, sólo pretende ser un elemento más de ayuda para la comprensión de los mismos.

1 Introducción.

El presente apunte está orientado al diseño de Base de Datos Relacionales. Para un sistema cuya persistencia de datos se plantee sobre una base de datos relacional, deberemos definir en tiempo de análisis/diseño las características de esa base de datos. La notación más común para esto es la de Diagramas de Entidad Relación (DER), que es la que utilizaremos en la materia.

El diseño de las bases de datos relacionales puede darse en el contexto de proyectos encarados con diversas metodologías. Si con la metodología utilizada se construye un Modelo Conceptual (MC) con alguna técnica distinta de DER (por ej., los diagramas de clases de UML), éste será uno de los inputs en la construcción del Modelo de Entidad Relación (MER). De no contarse con esto, partiremos de realizar un MC y luego refinarlo de ser necesario para llegar al MER, todo utilizando la notación de DER.

En la materia nos basaremos fundamentalmente en la Metodología de Diseño Lógico para Bases de Datos Relacionales (LRDM – Logical Relational Design Methodology), que utiliza la técnica de DER extendido.

En líneas generales, los grandes pasos a realizar para lograr un diseño de la Base de Datos Relacional con esta metodología son:

- 1.- Construcción del Modelo Entidad Relación de los Requerimientos
- 2.- Transformación del Modelo Entidad Relación a Relaciones
- 3.- Normalización de las Relaciones

Con posterioridad al paso 3, se pasará a la construcción física.

En este apunte cubriremos los pasos 1 y 2, que son los que tienen que ver con tareas de modelización.



2 Construcción del Modelo Entidad Relación de los Requerimientos

2.1 Descripción general

El objetivo de este paso es construir un Modelo de Entidad Relación que represente los datos a dar persistencia en la base de datos.

Se podrá partir de un Modelo Conceptual existente (por ejemplo, realizado en UML) o se podrá realizar el Modelo Conceptual y el Modelo de Entidad Relación.

A partir del modelo de entidad relación, generaremos el Modelo Lógico que servirá para crear la Base de Datos (BD) concreta

MC \leftrightarrow MER \leftrightarrow ML \leftrightarrow Normalización \leftrightarrow Diseño Físico \leftrightarrow BD

2.2 Modelo Conceptual

Un modelo conceptual es una conceptualización formal del mundo real (más precisamente de un dominio específico del mundo real). Para construirlo necesitamos modelar las cosas u objetos existentes, sus características y sus relaciones.

Los modelos conceptuales, como todo modelo, son prácticos para comunicar ideas y buscar consensos. La elaboración de un MC es de gran importancia al desarrollar el modelo de análisis de una aplicación y de gran utilidad en la validación con los usuarios.

Para representar un modelo conceptual utilizamos lenguajes de ontologías (lenguajes que nos permiten representar el conocimiento del mundo o parte de él). Estos lenguajes por lo general permiten introducir conceptos, propiedades de los conceptos, relaciones entre los conceptos y algunas restricciones adicionales. Típicamente son expresados por medio de diagramas.

Los Diagramas de Entidad Relación (orientados a Base de Datos Relacionales) y los Diagramas de Clases de UML (orientados al paradigma de objetos), pueden ser considerados lenguajes de ontología.

En Ingeniería de Software I ya se ha trabajado con modelos conceptuales utilizando UML. En Base de Datos trabajaremos con modelos conceptuales utilizando los Diagramas de Entidad Relación, la técnica más difundida orientada a Bases de Datos Relacionales.

Las características de los modelos conceptuales que veremos son similares a la de los modelos de entidad relación, por lo que las describiremos en la próxima sección.

2.3 Modelo Entidad Relación

El modelo conceptual puede necesitar refinamientos para llegar a convertirse en el Modelo de Entidad Relación. Los diferentes requerimientos relevados de la aplicación (por ejemplo, consultas requeridas para la



aplicación) pueden llevar a que ajustemos el modelo conceptual, en algunas características que no hubiesen quedado contempladas (algunas que quizás no son propias del dominio del problema, pero sí del dominio de la solución informática).

✎ *En el contexto de la materia, trabajaremos directamente con Modelos de Entidad Relación, no haremos diferencia entre un primer Modelo Conceptual y un Modelo de Entidad Relación que sea un refinamiento.*

El Modelo de Entidad Relación se realizará utilizando la técnica Diagramas de Entidad Relación.

Repasemos algunos conceptos:

Entidades.

Toda cosa o concepto de la cual queremos registrar información constituye una entidad. La información de las entidades es altamente cohesiva, es decir, lógicamente afín.

Las entidades representan conjuntos de elementos.

✎ *En realidad, siguiendo a alguna bibliografía, estamos llamando entidades a los conjuntos de entidades. Cada entidad es un elemento puntual, pero aquí usaremos indistintamente ambos nombres para representar al conjunto.*

Atributos.

Los atributos son propiedades descriptivas de las entidades. Constituyen la información concreta que queremos mantener para cada elemento de una entidad.

Los atributos se pueden ver como pares que vinculan un elemento de una entidad con un valor concreto.

Interrelaciones.

Las diferentes entidades no están aisladas en el dominio del problema, muchas de ellas van a estar vinculadas entre sí. A esta vinculación la llamamos interrelación. En una interrelación pueden participar una entidad (interrelaciones unarias) o muchas entidades (interrelaciones binarias, ternarias, n-arias en general).

Las interrelaciones unarias son conjuntos de pares ordenados de elementos de la entidad. Las interrelaciones n-arias ($n > 1$) son conjuntos de n-uplas de elementos de entidades. Notemos que, como son conjuntos, cada tupla de elementos no puede repetirse dentro de una interrelación (lo mismo pasa con los elementos de una entidad).

Reglas de dominio adicionales.

Al realizar el MER (y también MC) tenemos la necesidad de modelar ciertas reglas de dominio. En muchos casos el lenguaje que utilizemos no permitirá expresar a todas ellas. En ese caso, podremos recurrir a ciertas herramientas complementarias que nos permitan expresar ese conocimiento adicional del dominio del problema que no queda expresado en el diagrama.



Se podrá trabajar con lenguaje formal (por ej, OCL) o con lenguaje informal (por ej, lenguaje natural). Lo importante es que haya la menor pérdida de información (en lo posible ninguna) entre lo conocido relevante del dominio del problema y lo que se exprese con el modelo.

La técnica de OCL no es aplicable directamente sobre modelos realizados sobre DER, ya que OCL está basado en el paradigma objetos (donde los elementos se distinguen por su identidad), que no es válido para DER.

En la materia utilizaremos lenguaje natural para expresar toda restricción no modelada con DER. Notar que el sentido de “modelada” intenta ser muy cercano a “modelable”, desde el punto de vista que hay que tratar de expresar todo lo posible con DER, que es la notación elegida para basar los modelos.

En síntesis, para el enfoque de la materia, un MER (y también MC) estará compuesto por un DER más una enumeración en lenguaje natural de todas las reglas de dominio/restricciones relevantes que no quedaron comprendidas en el DER

Vistas parciales de MER

Muchas veces puede suceder que por diferentes motivos (por ejemplo, la complejidad) se construyan vistas parciales de los MER. Esas vistas, por ejemplo, pueden corresponder a las visiones de diferentes áreas de una organización. Esas diferentes vistas parciales pueden tener entidades en común, en algunos casos con iguales atributos o en otros con atributos no coincidentes. También es frecuente que en algún caso se detecten entidades que son casos particulares de alguna entidad de otra vista parcial.

Cuando se dan estos casos de vistas parciales, tenemos que realizar una tarea de unificación de estas vistas en un MER consolidado, que tenga todas las entidades, atributos y interrelaciones identificadas en un único diagrama.

2.4 Diagrama de Entidad Relación

Como dijimos anteriormente, en la materia nos basaremos en la técnica de Diagrama de Entidad Relación (más precisamente, DER extendido) para elaborar modelos.

A continuación describiremos la notación de esta técnica y algunas consideraciones del modelado a partir de ella.

2.4.1 Entidades

Todos los conceptos, cosas u objetos del mundo real que queremos modelar constituyen las **entidades** de nuestro modelo. En alguna bibliografía también se llaman Conjunto de entidades, aquí lo usaremos como sinónimo.

Las entidades se denotan con un rectángulo, con el nombre dentro de él.

Por ejemplo, la entidad ESTUDIANTE se representa así:



ESTUDIANTE



El nombre de la entidad lo escribimos en singular. Debe ser claro y explícito de la información contenida en la entidad (siempre en el contexto del dominio del problema), ya que nos da la semántica de la entidad.

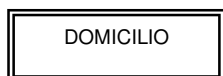
Cada elemento de una entidad debe ser distinguible. Como estamos en una técnica orientada al modelo relacional (es decir, estamos trabajando con un modelo "orientado-a-valores"), la forma de distinguir elementos está dada por el valor de algún atributo (o de un conjunto de atributos) de cada elemento.

✎ *Notar la diferencia con el paradigma de objetos, donde cada elemento se distingue por su identidad, que es independiente de los valores de sus atributos.*

Las entidades pueden ser **fuertes** o **débiles**.

Las entidades fuertes son aquellas que tienen una existencia independiente de cualquier otra entidad, se identifican sólo por atributos propios. Las entidades débiles son aquellas que derivan su existencia de otra entidad y necesitan la identificación de dicha entidad para distinguirse de otras. Por ejemplo, si quisiéramos registrar diferentes domicilios para los alumnos (por ej, particular, laboral, etc), podríamos tener una entidad DOMICILIO que sería débil, necesitando de la entidad ALUMNO para identificarse y existir.

Las entidades fuertes se denotan con un rectángulo con línea simple, como el que vimos en el ejemplo anterior. Las entidades débiles se denotan con un rectángulo con línea doble.

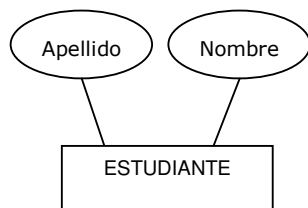


2.4.2 Atributos

2.4.2.1 Descripción General

Los atributos describen a las entidades. Son la información concreta que queremos mantener para una entidad, que se denotan con una elipse vinculada a una entidad, con el nombre dentro de la elipse.

Por ejemplo, si la entidad ESTUDIANTE tiene un atributo Apellido y otro atributo Nombre, se representaría así.



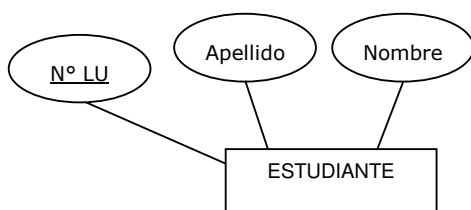


2.4.2.2 Atributos identificatorios

Como ya dijimos, los elementos de cualquier entidad en BD relacionales se distinguen por el valor de algún atributo identificatorio (o de varios atributos en conjunto). A este atributo (o conjunto de atributos) se lo denomina clave primaria (PK – Primary Key)

La clave primaria es un conjunto minimal de atributos identificatorios, y se denota subrayando a los mismos con una línea continua.

Por ejemplo, si el estudiante se identifica por su número de libreta universitaria, se representaría así:



En lo posible hay que tratar de que la clave primaria esté conformada por la menor cantidad de atributos, lo ideal es que sea un único atributo.

Una característica del modelo relacional es que toda entidad debe tener indefectiblemente una clave primaria.

Hay ocasiones donde hay más de un atributo (o conjunto de atributos) que distingue unívocamente a los elementos de una entidad, en forma independiente uno de otro (por ejemplo, un empleado que se distinga por su número de legajo o por su CUIL). Todos ellos son claves candidatas, y se deberá elegir uno de ellos como clave primaria. Las claves candidatas no se modelan en el MER, recién lo veremos al trabajar con el Modelo Relacional.

2.4.2.3 Atributos Multivaluados

Atributos multivaluados son aquellos que pueden tener muchas ocurrencias para un elemento de la entidad. Con algunas notaciones esto es permitido, se utiliza especialmente en Modelos Conceptuales.

En la notación de la materia esto no es permitido.

En caso de que se identifique un candidato a atributo multivaluado se lo tratará como una entidad débil.

Si se permitiera el uso de atributos multivaluados, un posible ejemplo podría ser el caso de los domicilios planteado anteriormente.

2.4.2.4 Atributos Compuestos

En algunos casos, los atributos pueden ser estructurados, estando conformados a su vez por varios atributos. Con algunas notaciones esto es permitido, se utiliza especialmente en Modelos Conceptuales.

En la notación de la materia esto no es permitido.

En caso de que se identifique un candidato a atributo estructurado, se lo tratará como varios atributos simples.



- ✎ Si se permitiera el uso de atributos compuestos, un posible ejemplo podría ser el caso de un domicilio, que podría estar compuesto por "subatributos" calle, número, localidad, código postal, provincia y país.

2.4.2.5 Atributos Derivados

Hay atributos que surgen como un cálculo de otros datos del sistema (por ej., la edad se puede calcular a partir de la fecha de nacimiento). Algunas notaciones permiten representar estos atributos

En la notación de la materia esto no es permitido.

- ✎ Si se permitiera el uso de atributos derivados, un posible ejemplo podría ser el caso de la edad, que se calcula a partir de la fecha de nacimiento.

2.4.3 Interrelaciones

2.4.3.1 Descripción general

Una interrelación es una asociación entre entidades. Formalmente una interrelación es una relación matemática sobre $n \geq 2$ entidades (no necesariamente distintas).

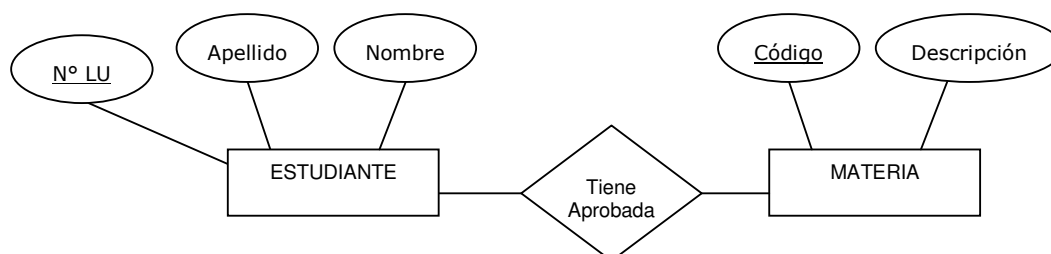
Cada interrelación tiene una semántica particular, y cada entidad participante cumple un rol en la interrelación. Las interrelaciones concretas se dan a nivel de elementos, es decir, los elementos de una entidad A están relacionadas con elementos de una entidad B.

Las interrelaciones se representan con un rombo que vincula las distintas entidades participantes de la misma.

Cada interrelación tiene un nombre, que debe ser lo más representativo posible, ya que ese nombre nos va a indicar la semántica de la interrelación.

El nombre de la interrelación en lo posible debe estar expresado como un predicado (de hecho, una interrelación se puede mapear a un predicado sobre los elementos de las dos entidades)

Por ejemplo, si en nuestro ejemplo quisiéramos representar las materias aprobadas que tiene un estudiante, podríamos agregar una entidad MATERIA, con atributos Código (PK) y Descripción, y una interrelación TIENE APROBADA que vincula al estudiante y a las materias aprobadas. Esta situación se representaría así:

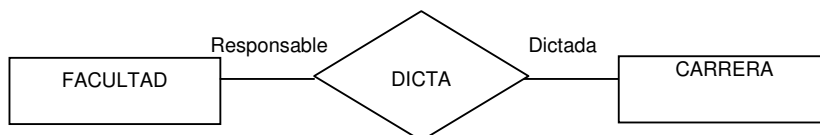




En este caso está claro que la interrelación TIENE APROBADA tiene origen en ESTUDIANTE y destino en MATERIA (el estudiante x tiene aprobada la materia y), aunque esto no siempre sucede así. Por convención, se tratará que las interrelaciones se lean de izquierda a derecha o de arriba abajo.

En caso de que esto no sea posible o haya ambigüedad en la interpretación de los roles de cada entidad, se escribirá el rol de cada entidad interviniente en la relación junto a la entidad.

Por ejemplo



Cuando se trata de interrelaciones, hay 3 características a considerar: el grado, la cardinalidad y la participación de las entidades.

En lo que sigue explicaremos la notación de las tres por separado, pero en un modelo deben incluirse todas simultáneamente.

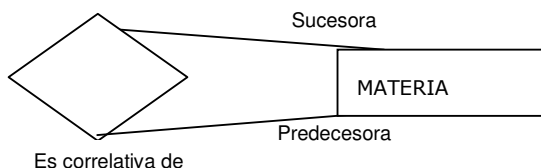
2.4.3.2 Grado

El grado de una interrelación se refiere a la cantidad de entidades que intervienen en ella. En la materia veremos interrelaciones unarias, binarias y ternarias (aunque puede haber de mayor grado, no son frecuentes)

2.4.3.2.1 Interrelación Unaria

En estas interrelaciones participa una única entidad, desempeñando los dos roles de la interrelación. Se la llama también interrelación **reflexiva**. Los elementos de esta entidad se relacionan con elementos de la misma entidad. Notar que a pesar de haber una entidad constituyen un par ordenado, donde cada componente del par desempeña un rol particular en la interrelación

Un ejemplo de interrelación unaria sería la interrelación ES CORRELATIVA DE, que indica las correlatividades entre materias.



Es importante en el diagrama explicitar siempre los roles de los vínculos cuando se trata de relaciones unarias.

2.4.3.2.2 Interrelación Binaria

En esta interrelación participan dos entidades. Los elementos de una entidad se relacionan con los elementos de otra entidad. Las interrelaciones con este grado son las más frecuentes.



Un ejemplo de esta interrelación es la interrelación TIENE APROBADA que vimos anteriormente

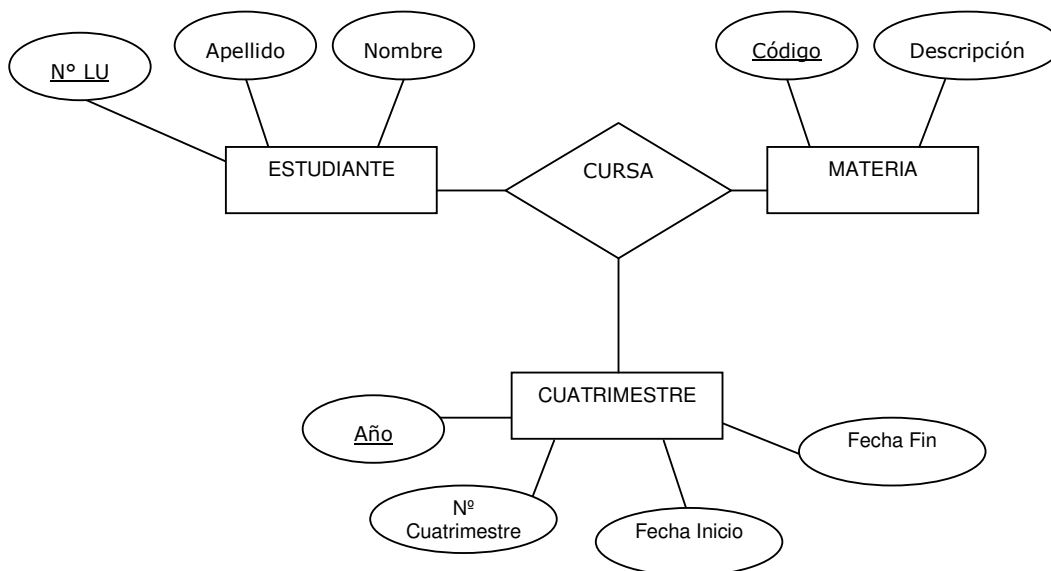
2.4.3.2.3 Interrelación Ternaria

Esta interrelación es más compleja que las anteriores, y se da con la participación de tres entidades **simultáneamente**. La interrelación está representada aquí por una 3-upla, donde cada elemento corresponde a un elemento de una de las 3 entidades vinculadas.

Se denota con el mismo rombo, con vínculos hacia las 3 entidades participantes.

En un elemento de una interrelación ternaria, siempre se requiere la participación de las 3 entidades. Dicho de otra manera, en el marco de estas interrelaciones, no existe la asociación de elementos de dos entidades sin la participación de un elemento de la tercera.

En nuestro ejemplo, si además de tener las entidades ESTUDIANTE, y MATERIA, tuviésemos también la entidad CUATRIMESTRE (con atributos año, N° cuatrimestre, Fecha Inicio y Fecha Fin), y quisiéramos modelar las materias cursadas por los estudiantes en los diferentes cuatrimestres, podríamos hacerlo con la siguiente relación ternaria:



2.4.3.3 Cardinalidad

La cardinalidad de una interrelación se refiere a la cantidad de elementos de un rol de la interrelación que pueden estar vinculados a un elemento de otro rol de la interrelación



2.4.3.3.1 Interrelaciones UNO A UNO (1:1)

En las interrelaciones uno a uno (unarias o binarias) los elementos de una entidad se vinculan a lo sumo a un elemento de la otra entidad relacionada.

Se denota escribiendo un 1 junto al vínculo cerca de cada entidad interviniente

Por ejemplo, si tuviésemos que modelar que cada carrera de la facultad tiene un director que debe ser un profesor, y que cada profesor puede ser director de a lo sumo una carrera, lo podríamos modelar como sigue:



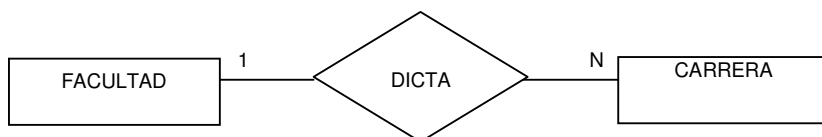
✎ *Notar que el diagrama anterior es parcial, ya que para ajustarse a la realidad faltaría modelar la noción de participación (que veremos más adelante) y los atributos.*

2.4.3.3.2 Interrelaciones UNO A MUCHOS (1:N)

En las interrelaciones uno a muchos (unarias o binarias), cada elemento de una entidad se puede vincular a muchos elementos de la entidad relacionada, pero los elementos de esta última se vinculan a sólo una instancia de la primera.

Se denota con una N junto al vínculo cerca de la entidad "muchos" y un 1 junto al vínculo cerca de la entidad "uno".

Por ejemplo, si tuviésemos que modelar que cada facultad puede dictar muchas carreras y que cada carrera puede ser dictada por una facultad, lo podríamos modelar como sigue:

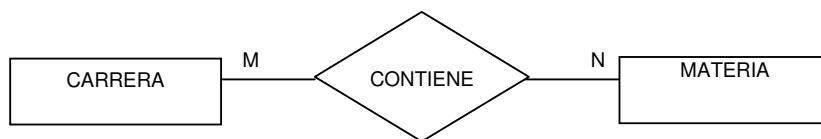


2.4.3.3.3 Interrelaciones MUCHOS A MUCHOS (M:N)

En las interrelaciones muchos a muchos unarias o binarias, cada elemento de cualquiera de las entidades se puede vincular a muchos elementos de la otra entidad relacionada .

Se denota con una M junto al vínculo cerca de una de las entidades y una N junto al vínculo cerca de la otra entidad.

Por ejemplo, si tuviésemos que modelar que las carreras pueden contener muchas materias, y que cada materia puede estar contenida en muchas carreras, lo podríamos modelar como sigue:



2.4.3.4 Participación de las entidades

Decimos que los elementos de una entidad participan de una interrelación. Si todo elemento de la entidad tiene que estar necesariamente en la interrelación (al menos una vez), decimos que la participación es obligatoria (o total). Caso contrario (puede haber elementos que no participen) decimos que es opcional (o parcial).

2.4.3.4.1 Participación Parcial

La participación parcial de una entidad en una interrelación se denota poniendo un "0" sobre el vínculo que une el rombo de la relación con la entidad.

En nuestro ejemplo de los directores de carreras, tenemos que cada profesor puede ser director de a lo sumo una carrera, pero puede no serlo de ninguna. Por lo tanto, la participación de PROFESOR en la interrelación es **parcial**, ya que vamos a poder tener profesores que no estén asociados a ninguna carrera por esta interrelación. Este caso se denotaría así:



Esto anterior podría leerse también como que todo profesor puede dirigir a 0 ó 1 carreras.

2.4.3.4.2 Participación Total

En el mismo ejemplo anterior, tenemos que cada carrera tiene que tener al menos un director. Por lo tanto, la participación de CARRERA en la interrelación es **total**, ya que toda carrera debe estar asociada a algún profesor por esta interrelación.

Este caso se denotaría como está en el diagrama anterior.

Este caso podría leerse también como que toda carrera está dirigida por un profesor.

2.4.3.5 Atributos de Interrelaciones

Las interrelaciones también pueden tener sus atributos en determinadas condiciones. Para el enfoque de la materia, la semántica y condiciones varían en función de que se trate de atributos descriptivos o identificatorios.



Tener en cuenta que hay notaciones que no permiten atributos de interrelaciones, y otras que sólo permiten atributos descriptivos.

Los atributos de una interrelación se representan igual que los de las entidades, con la diferencia que están vinculados al rombo de la interrelación.

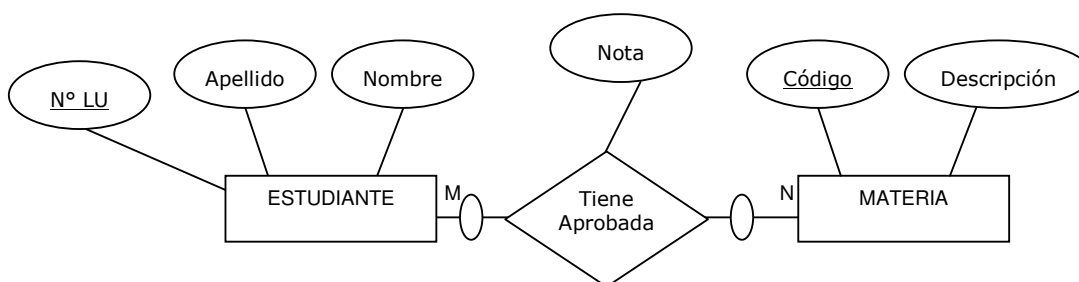
2.4.3.5.1 Atributos descriptivos de interrelaciones

Un atributo descriptivo de una interrelación permite registrar información adicional a la que aportan de las entidades intervinientes en ella.

En nuestra notación, los atributos descriptivos son permitidos en todo tipo de interrelaciones.

Un ejemplo de esto sería si tenemos una interrelación binaria Tiene Aprobada entre estudiantes y materias, y queremos registrar la nota de aprobación. Este atributo no puede ser de la materia ni del estudiante, ya que depende a la vez de ambas entidades en el contexto de la aprobación. Lo modelaremos como un atributo descriptivo de la interrelación.

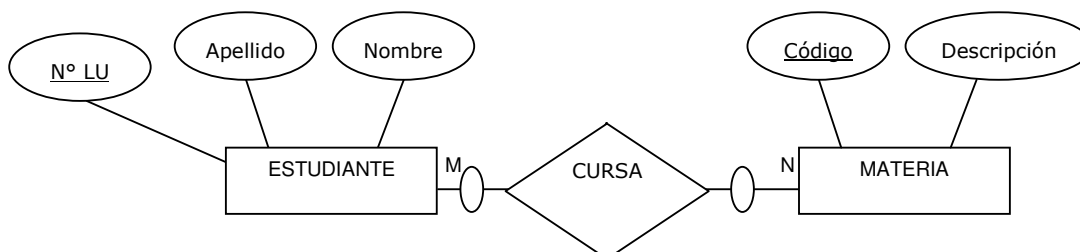
Se denotaría como sigue:



2.4.3.5.2 Atributos identificatorios de interrelaciones

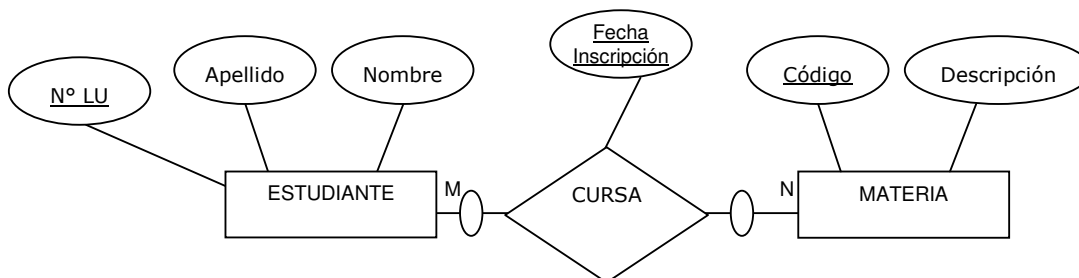
El caso de los atributos identificatorios es un poco más complejo, lo veremos con un ejemplo.

Supongamos que queremos modelar las cursadas como en nuestro ejemplo de ternarias, pero en el dominio de nuestro problema no fuese relevante la entidad cuatrimestre y no se justifique modelarla como entidad. En ese caso la interrelación se daría sólo entre ESTUDIANTE y MATERIA, constituyendo una interrelación binaria. Esta situación se denotaría como sigue:





Notar que esta interrelación sólo nos permite vincular una vez a cada estudiante con cada materia, ya que los pares de elementos (Estudiante, Materia) no pueden repetirse. ¿qué pasaría si quisiéramos reflejar la historia de las cursadas? En este caso necesitamos que esos pares se puedan repetir. La alternativa de notación que podríamos usar en este caso es agregar un atributo identificador que nos permita distinguir las elementos de la interrelación con repeticiones, por ejemplo, la fecha de inscripción en la cursada. Se denotaría así:



En esta caso, cada elemento de la interrelación estaría identificada por el estudiante (con su N° LU), la materia (con su Código) y la Fecha de Inscripción. Aquí podría repetirse un elemento de estudiante y materia, siempre y cuando tenga diferente fecha de inscripción.

⚠ Notar que desde un punto de vista más formal, este caso anterior es un abuso de notación, ya que en realidad de esta forma estamos denotando la aparición de una tercera entidad "virtual", que tiene como clave identificatoria a la fecha de inscripción. O sea, es una licencia de notación para un caso particular de una interrelación ternaria.

La inclusión de ambos tipos de atributos no es excluyente, si hubiésemos necesitado podríamos también haber modelado simultáneamente atributos descriptivos en esta interrelación

IMPORTANTE: Los atributos identificatorios de interrelaciones son sólo permitidos en interrelaciones MUCHOS a MUCHOS.

Por supuesto, esta que vimos en el ejemplo no es la única manera de modelar la historia de una interrelación, depende mucho de la relevancia que tenga el concepto representado en el dominio de nuestro problema. Ver el tema una sección posterior de este apunte (2.4.6).

2.4.3.6 Interrelaciones con "muchos" dentro de un rango

Hay casos en que se sabe que la cardinalidad "muchos" está dentro de un rango de elementos (por ejemplo, si dijéramos que cada materia tiene que tener entre 5 y 40 estudiantes inscriptos).



Con la notación que utilizaremos en la materia esta situación no se puede modelar.

La forma de expresar este tipo de situaciones es como restricción adicional, en lenguaje natural.

2.4.3.7 Cardinalidad y participación en interrelaciones ternarias

Analicemos la cardinalidad y participación para el caso de interrelaciones n-arias ($n > 2$).

El caso de la participación de entidades en las interrelaciones ternarias es similar al de las binarias. Si todo elemento de una entidad interviniente tiene que estar necesariamente en la interrelación (al menos una vez), decimos que la participación es obligatoria (o total). Caso contrario (puede haber elementos que no participen) decimos que es opcional (o parcial).

Se denota de la misma manera, con un "0" sobre el vínculo que une al rombo de la interrelación con la entidad en cuestión.

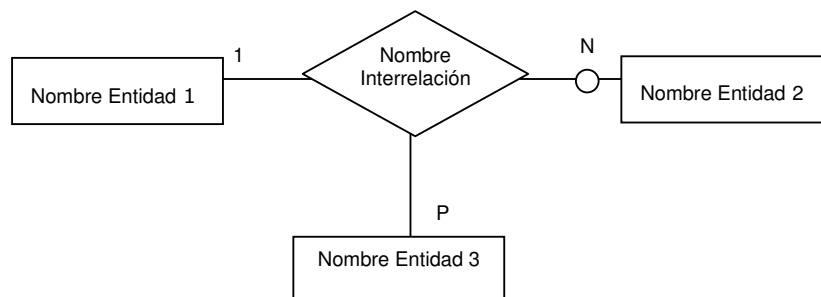
Una interrelación con cardinalidad 1 en una entidad i significa que para cada par de elementos de las entidades restantes que participa de la interrelación, existe un elemento de la entidad i a la que el par está vinculado.

Análogamente, una interrelación con cardinalidad muchos en la entidad i significa que para cada par de elementos de las entidades restantes, que participa de la interrelación pueden existir muchos elementos de la entidad i a las que el par está vinculado.

Notar que el concepto de participación en las interrelaciones está siempre referido a una única entidad. Si en el dominio del problema a modelar existiese alguna restricción de participación que afecte a pares de entidades, esta restricción deberá explicitarse como restricción adicional.

2.4.3.8 Interpretación de un caso de interrelaciones ternarias con participación y cardinalidad

Tomemos el siguiente caso de interrelación ternaria.



Se interpretan las siguientes reglas

- Todo elemento de la entidad 1 debe participar al menos una vez en la interrelación.
- Los elementos de la entidad 2 pueden no participar de la interrelación.



- c. Toda elemento de la entidad 3 debe participar al menos una vez en la interrelación.
- d. Cada par de elementos de las entidades 1 y 2 puede estar vinculado a muchos elementos de la entidad 3 o a ninguno.
- e. Cada par de elementos de las entidades 1 y 3 puede estar vinculado a muchos elementos de la entidad 2 o a ninguno.
- f. Cada par de elementos de las entidades 2 y 3 que participa de la interrelación está vinculado a un elemento de la entidad 1.

Si por ejemplo tuviésemos las siguientes elementos de entidades:

Entidad 1 : {X1, X2}

Entidad 2: {Y1, Y2, Y3}

Entidad 3: {Z1, Z2}

- i) Si la interrelación fuese sólo
 $\{ \langle X1, Y1, Z1 \rangle \}$
es inconsistente con el modelo, ya que se violan las reglas:
 - **a**: X2 no participa de la relación
 - **c**: Z2 no participa de la relación
- ii) Si la interrelación fuese
 $\{ \langle X1, Y1, Z1 \rangle, \langle X2, Y2, Z2 \rangle \}$
 - es consistente con el modelo
- iii) Si la interrelación fuese
 $\{ \langle X1, Y1, Z1 \rangle, \langle X2, Y2, Z2 \rangle, \langle X1, Y3, Z2 \rangle, \langle X2, Y1, Z1 \rangle \}$
es inconsistente con el modelo, ya que se viola la regla:
 - **f**: $\langle Y1, Z1 \rangle$ está vinculado a dos elementos de la entidad 1: X1 y X2
- iv) Si la interrelación fuese
 $\{ \langle X1, Y1, Z1 \rangle, \langle X2, Y2, Z2 \rangle, \langle X1, Y3, Z2 \rangle, \langle X2, Y3, Z1 \rangle \}$
es consistente con el modelo

La generalización de los conceptos de cardinalidad y participación para interrelaciones n-arias con $n \geq 4$ es más compleja aún, y está fuera del alcance de la materia.



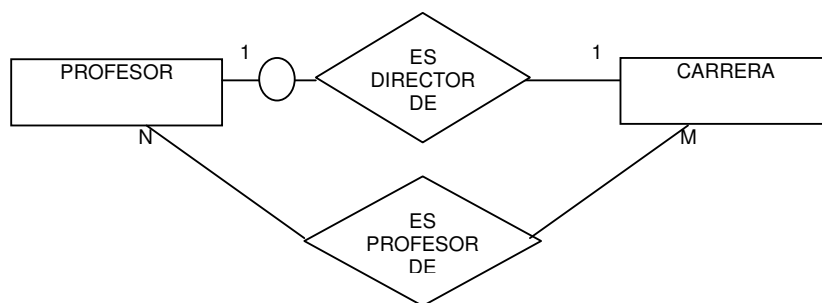
2.4.3.9 Múltiples interrelaciones sobre similares entidades

También puede darse que tengamos más de una interrelación sobre un mismo conjunto de entidades, en este caso cada una de esas interrelaciones tendrá diferente semántica.

En este caso, debemos representar en el modelo las diferentes interrelaciones con rombos independientes, poniendo especial énfasis en los nombres de las mismas, ya que es necesario que su semántica esté bien clara.

Por ejemplo, si tenemos las entidades CARRERA y PROFESOR, podríamos tener las relaciones ES PROFESOR DE y ES DIRECTOR DE que vinculen a ambas entidades.

Se denotaría así:

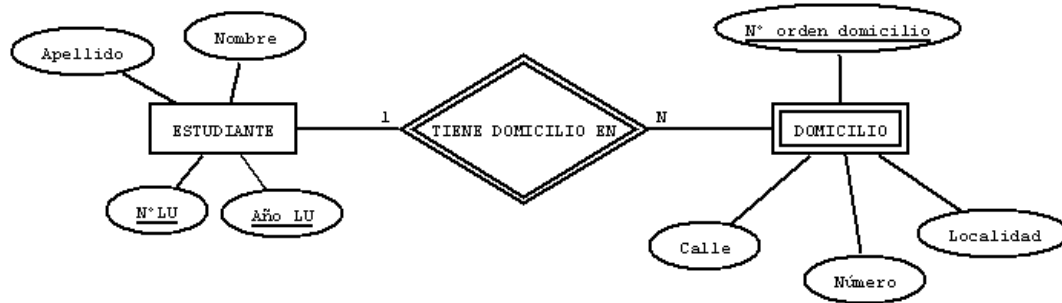


2.4.3.10 Interrelaciones identificatorias de entidades débiles

Como dijimos, las entidades débiles se denotaban con un rectángulo con línea doble. De todos modos, con esto no es suficiente.

Una entidad débil es una entidad que necesita a otra para identificarse. Por lo tanto, tenemos que tener una manera de indicar cuál es la entidad fuerte correspondiente a una entidad débil. Si bien la entidad débil va a estar interrelacionada con su entidad fuerte, también podría estarlo con otras de las cuales no depende su identificación. Para no tener ambigüedades, a la interrelación que vincula una entidad débil con su entidad fuerte correspondiente (llamada interrelación identificatoria) la denotaremos también con un rombo con línea doble.

Por ejemplo, si queremos modelar que un estudiante puede tener varios domicilios (y al menos uno), podríamos modelar las entidades ESTUDIANTE (fuerte) y DOMICILIO (débil), con la interrelación TIENE DOMICILIO EN que las vincula. En este caso, esta interrelación es la interrelación identificatoria, y se denotaría así:



- ✎ **IMPORTANTE:** Notar que la entidad débil no se identifica por sí sola. El atributo identificador de la entidad débil es parte de la clave y no la clave en su totalidad, y por lo tanto no garantiza unicidad de un elemento, la unicidad va a estar dada por la clave completa de la entidad débil, que está compuesta por la clave de la entidad fuerte (heredada, no se debe explicitar en la entidad débil) más el atributo identificador propio.
- ✎ Notar también que, como consecuencia de lo anterior, la entidad débil siempre debe tener participación total en la interrelación identificatoria.

2.4.4 Jerarquías de Generalización / Especialización

2.4.4.1 Descripción general

Puede darse que haya entidades que constituyan casos particulares de otras entidades, por ejemplo Materia con Laboratorio podría ser un caso especial de Materia.

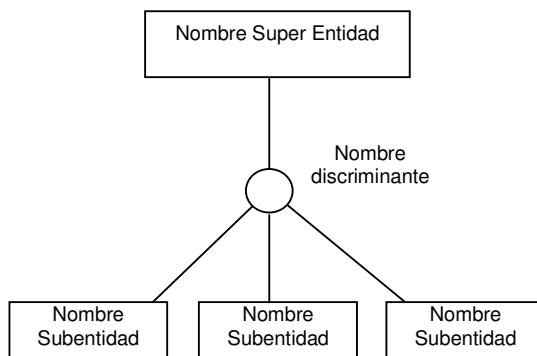
Esta situación la modelamos de una forma especial, con una especialización, representada por la relación "es un" (en bibliografía la vamos a ver como la relación "ISA", del inglés "is a"). Esta relación nos da una jerarquía, una especie de herencia (no es herencia en el sentido completo de objetos).

Con estas relaciones, las propiedades de la entidad padre (la superentidad, o simplemente entidad) son "heredadas" por las entidades hijas (las subentidades).

La identificación de las entidades hijas también es la misma que la de la entidad padre. No puede existir un elemento en una subentidad que no figure en la superentidad.

Cada especialización tiene una semántica, y decimos que hay un discriminante que determina la especialización.

La notación está dada por un pequeño círculo vinculado a la superentidad, al cual se vinculan las subentidades, colocando el nombre del discriminante junto al círculo (el discriminante nos indica la semántica de la jerarquía)



Cuando se trata de generalización / especialización, hay 2 características a considerar: la cobertura y el solapamiento.

En lo que sigue explicaremos la notación de las dos por separado, pero en un modelo deben incluirse todas simultáneamente.

2.4.4.2 Jerarquías según cobertura

La cobertura nos indica si todos los elementos de la superentidad van a tener algún elemento correspondiente en alguna subentidad.

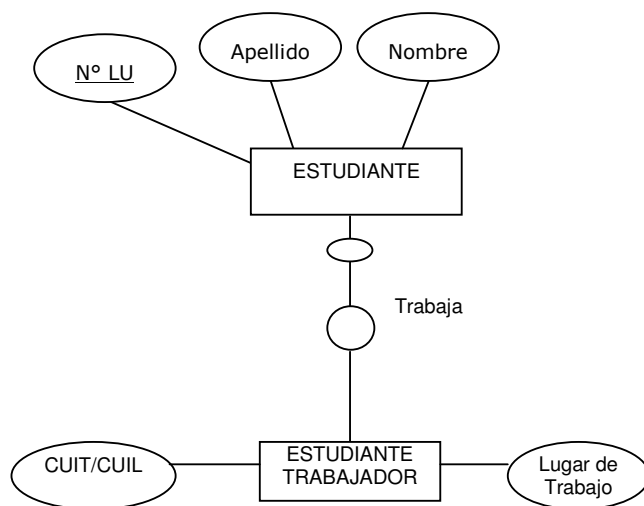
La cobertura puede ser parcial o total, y se diferencia colocando o no un "0" sen el vínculo entre la superentidad y el símbolo de especialización.

2.4.4.2.1 Cobertura Parcial

En este caso, un elemento de la superentidad no necesariamente está en una subentidad.

Se lo denota colocando un "0" en el vínculo entre el círculo y la superentidad.

Por ejemplo, si quisiéramos registrar alguna información adicional para los estudiantes que trabajan, por ejemplo su CUIT/CUIL y el lugar de trabajo, lo podríamos representar así:



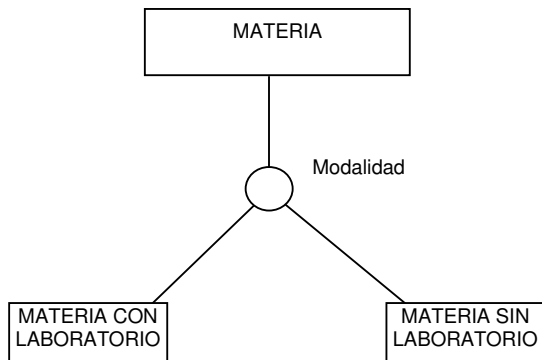


2.4.4.2 Cobertura Total

En este caso, todo elemento de la superentidad debe estar en al menos una subentidad.

Se lo denota con una línea simple uniendo el círculo con la superentidad.

Por ejemplo, si tenemos que las materias pueden ser con laboratorio o sin él (por simplicidad obviamos en este ejemplo los atributos particulares de cada uno), podríamos denotarlo como sigue:



2.4.4.3 Jerarquías según solapamiento

El solapamiento nos indica si los elementos de la superentidad pueden estar en más de una subentidad simultáneamente.

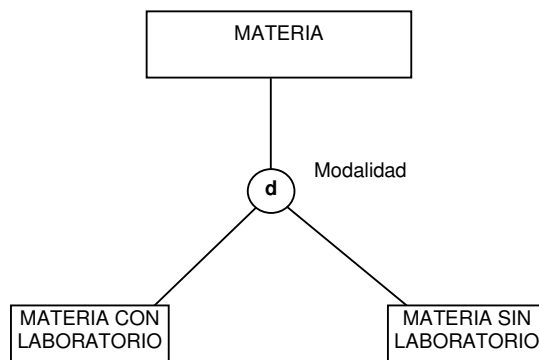
La especialización puede ser disjunta o con solapamiento, y se diferencia registrándolo en el círculo de la especialización



2.4.4.3.1 Especialización disjunta

Los elementos de la superentidad puede estar a lo sumo en una subentidad. Se lo denota con una **d** en el círculo

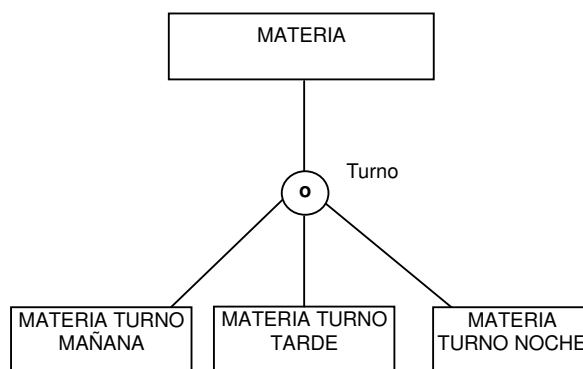
Por ejemplo, con el caso de las materias con laboratorio y sin laboratorio, si no pueden ser de ambos a la vez, lo denotaríamos como:



2.4.4.3.2 Especialización con Solapamiento

Los elementos de la superentidad pueden estar en más de una subentidad. Se lo denota con una **o** en el círculo (del inglés overlapping)

Por ejemplo materia, si quisiéramos modelar que una materia puede ser de turno mañana, tarde o noche, pudiendo ser de varios turnos a la vez, lo podríamos modelaríamos así:



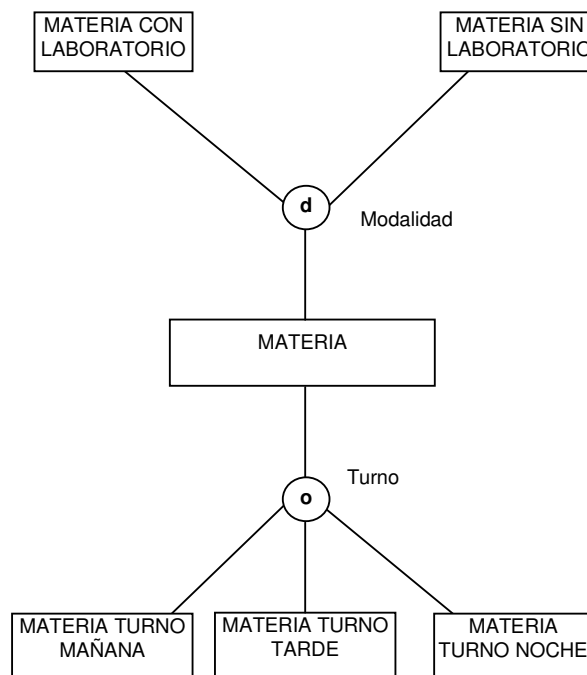


2.4.4.4 Varias especializaciones de una entidad con diferente semántica

Cada especialización tiene una semántica. Es posible que una misma entidad tenga diferentes especializaciones con distinta semántica. Se representa vinculando todas las especializaciones a la entidad, escribiendo al lado del círculo el "discriminante" que da la semántica de la entidad.

Por ejemplo, podríamos tener clasificadas nuestras materias según modalidad (con laboratorio, sin laboratorio) y también según turno que se dictan (mañana, tarde o noche)

Se podría representar así:



2.4.5 Agregación

En algunas ocasiones, durante el proceso de modelado surge la necesidad de representar interrelaciones donde participan otras interrelaciones, y por lo que vimos hasta ahora, en nuestro modelo Entidad Relación esto no está permitido.

Consideremos la siguiente situación: en un instituto educativo se registran datos de los docentes y de las materias dictadas. Una materia puede ser dictada por muchos docentes (o ninguno) y un docente puede dictar muchas materias (o ninguna). Además, en algunos cursos se realizan encuestas de evaluación docente. Cada encuesta corresponde a un docente que dicta una materia, y cada docente en una materia puede tener más de una encuesta (o ninguna).



Para modelar este enunciado utilizamos una entidad DOCENTE, otra MATERIA (con las correspondientes claves y atributos descriptivos), y la interrelación DICTA de cardinalidad M:N vinculando a ambos conjuntos. Además, tanto la entidad DOCENTE como MATERIA tendrán una participación parcial en la interrelación. Ahora, ¿cómo representaríamos las encuestas?

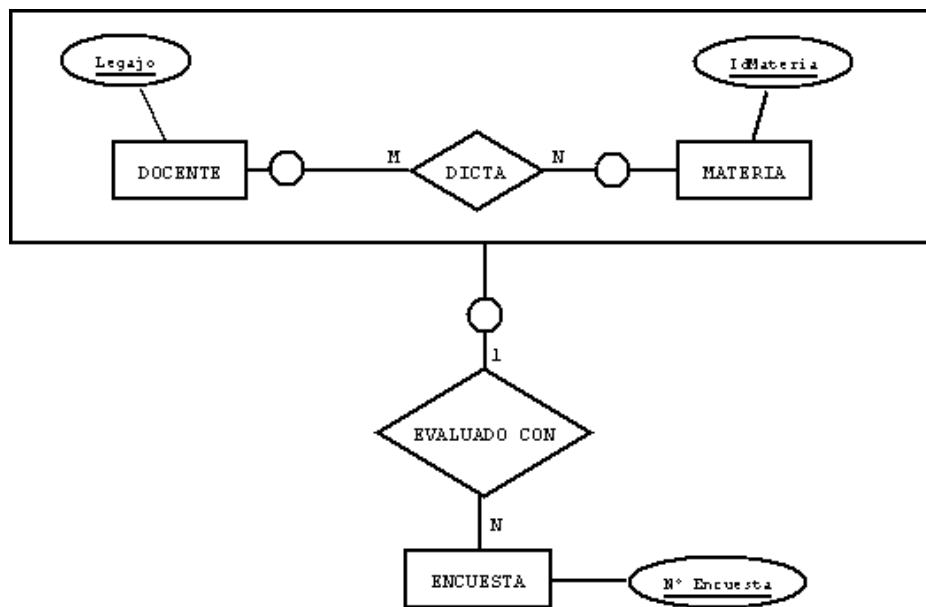
En principio, ENCUESTA sería otra entidad con clave y atributos propios; y como la encuesta está asociada con un docente en una materia que dicta, observamos que, intuitivamente, ENCUESTA estaría vinculada a lo representado por la interrelación DICTA. La pregunta que surge es, ¿podríamos utilizar una interrelación ternaria para modelar esto? Consideremos la interrelación TIENE-ENCUESTA que vincula a DOCENTE, MATERIA y ENCUESTA. Cada elemento de TIENE-ENCUESTA está conformado por un docente, una materia y una encuesta (esto por la definición de interrelación ternaria). Es decir, no podríamos representar a los docentes que dictan una materia y que no tienen encuesta para esa materia/docente. Podríamos pensar en dejar la interrelación DICTA además de TIENE-ENCUESTA, pero el problema es que estaríamos generando una redundancia no deseada con restricciones adicionales (ver sección 2.4.6) para expresar que si un docente está asociado con una materia en TIENE-ENCUESTA, también debería estarlo en DICTA.

Entonces, para representar lo planteado, incorporamos otro concepto dentro del Modelo Entidad Relación denominado **agregación**.

La agregación es una abstracción en la cual una interrelación (junto con sus entidades vinculadas) es tratada como una entidad de alto nivel, y puede participar de interrelaciones. Por supuesto, las entidades vinculadas a una agregación también pueden tener sus propias interrelaciones individualmente.

Como vimos, la necesidad de la agregación surge porque a veces tenemos que representar una interrelación entre una entidad y una interrelación (o entre interrelaciones), y las construcciones vistas no nos permiten modelar esa situación.

El concepto de agregación se denota con un rectángulo conteniendo a la interrelación y sus entidades vinculadas. A continuación, resolvemos el ejemplo planteado (por razones de simplicidad omitimos los atributos descriptivos):



Como toda construcción dentro del modelo, es importante utilizarla justificadamente.

2.4.6 Restricciones adicionales al modelo

Muchas veces, tenemos conocimiento de restricciones que no pueden representarse en nuestro diagrama pero sabemos que constituyen un invariante de nuestro modelo. En este caso, requeriremos que dichas restricciones sean explicitadas en lenguaje natural complementando al modelo.

En nuestro ejemplo de los profesores y directores de los departamentos (sección 2.4.3.9), existiría la siguiente restricción adicional que podríamos enunciar como sigue:

"Todo director de un departamento debe ser profesor de ese departamento"

Es muy común que se requieran restricciones adicionales para interrelaciones "circulares" entre entidades

2.4.7 Modelado de historia en algunas interrelaciones

Al ver el tema de atributos de interrelaciones, vimos una manera de modelar la historia agregando atributos identificatorios a una interrelación. De todos modos, como se dijo, no es la única forma de modelarla, esto depende mucho de la relevancia que tenga el concepto representado en el dominio de nuestro problema.

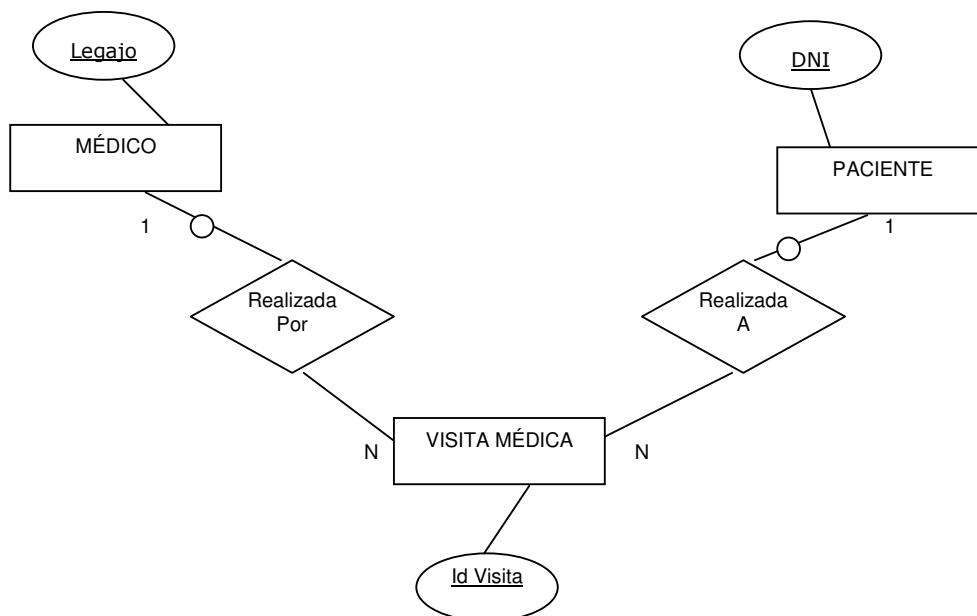
Un caso típico es el del médico con los pacientes, donde queremos modelar las visitas. Una forma de plantearlo sería con atributos identificatorios de interrelaciones, donde tendríamos una interrelación VISITA entre las entidades MEDICO y PACIENTE, y agregando un atributo identificatorio



“Fecha de Visita” a la interrelación (o dos atributos, Fecha de Visita y Orden de Visita, para permitir más de una visita por fecha).

De todos modos, esto quizás no sea lo más correcto dentro del contexto de nuestro problema. Modelándolo de esa forma, el concepto de visita quizás no queda modelado con la fuerza suficiente, por ejemplo, porque tenemos que representar si la visita fue facturada a la obra social. Si en nuestro dominio de problema las visitas fueran algo más relevante, que conviene destacar, en ese caso hubiese sido mejor modelar la entidad VISITA, la que estaría asociada a MÉDICO y a PACIENTE. Con esta nueva entidad también estaríamos pudiendo llevar la historia, si lo necesitamos.

Este caso quedaría así (omitimos todos los atributos descriptivos por simplicidad):



De este diagrama se desprende:

- los médicos se identifican por su legajo.
- los pacientes se identifican por su DNI.
- las visitas médicas se identifican por su id de visita.
- Cada visita médica es realizada exactamente por un médico.
- Cada visita médica es realizada exactamente a un paciente.
- Cada paciente puede ser visitado en muchas visitas médicas, o en ninguna
- Cada médico puede realizar muchas visitas médicas, o ninguna.
- No hay restricciones sobre la cantidad de veces que un paciente puede ser visitado por un mismo médico

Puede haber más formas de modelar la historia. ¿se te ocurre alguna otra?



2.5 Pasos para la construcción del DER

Los pasos para la construcción se pueden sintetizar en los siguientes:

2.5.1 Clasificar entidades y atributos

Algunas guías que pueden ayudar:

- a. Las entidades tienen información descriptiva, los atributos describen a las entidades y a algunas interrelaciones (y a veces las identifican)
- b. Los atributos multivaluados deberían ser clasificados como entidades
- c. Si un atributo tiene una interrelación muchos a uno con una entidad, hacerlo entidad
- d. Vincular los atributos con la entidad a la que describen más directamente
- e. Evitar la composición de identificadores lo máximo posible

2.5.2 Identificar jerarquías de generalización / especialización

2.5.3 Definir las interrelaciones

Algunas guías que pueden ayudar:

- a. Las interrelaciones redundantes deberían ser eliminadas
- b. Las interrelaciones ternarias deberían ser definidas con mucho cuidado. Sólo deberíamos definir una interrelación ternaria cuando el concepto que representa no puede ser modelado mediante interrelaciones binarias entre las entidades intervinientes.

2.5.4 Integrar múltiples vistas de entidades, atributos e interrelaciones



3 Transformación del Modelo Entidad Relación en Relaciones

Una vez que ha sido realizado el *esquema conceptual* de la base de datos, es necesario transformarlo en el *esquema* o *diseño lógico*, dando un paso más hacia la implementación física.

Para expresar el esquema lógico utilizamos un modelo de datos lógico, es decir, un conjunto de herramientas formales que nos permitirán especificar la estructura lógica de la base de datos junto con una descripción de alto nivel de la implementación.

3.1 Modelo Lógico Relacional

El modelo lógico relacional, presentado por Codd en 1970, está ampliamente difundido entre las implementaciones de sistemas de gestión de base de datos. Se basa en una estructura de datos sencilla denominada *relación* y lo sustenta una sólida base teórica.

En este modelo, una base de datos es un conjunto de *relaciones*.

Intuitivamente, una *relación* puede pensarse como una tabla, con filas y columnas. Cada fila, a la que denominaremos *tupla* está formada por un conjunto de valores de datos relacionados que representan un hecho de la realidad. Cada columna de la tabla representa un *atributo*, asociado a un conjunto de valores posibles que puede tomar. A este conjunto lo llamamos *dominio* del atributo.

El nombre asociado a la tabla y cada nombre asociado a una columna o atributo, nos ayudan a interpretar el significado de los valores en cada tupla. El siguiente ejemplo presenta la *relación EMPLEADO*, conformada por atributos *nro_legajo*, *nombre*, *apellido*, *fecha_nacimiento*, entre otros. La primera fila/tupla nos dice que el empleado con legajo 1102 se llama Martín Gómez y nació el 25 de enero de 1980.

EMPLEADO

<i>Nro_legajo</i>	<i>Nombre</i>	<i>Apellido</i>	<i>. . .</i>	<i>Fecha_nacimiento</i>
1102	Martín	Gómez		25/01/1980
1105	Natalia	Rodriguez		05/04/1975
1110	Manuel	Pineda		03/10/1979

El conjunto de datos de la relación en un momento dado se denomina *instancia de relación*, y la estructura de la relación, es decir su nombre y lista de atributos, se denomina *esquema de relación*.



A continuación describimos los esquemas de relación EMPLEADO y DEPARTAMENTO, los cuales permiten almacenar los datos de los empleados y departamentos de una organización, además de especificar en qué departamento trabaja cada empleado, si es que está asignado a alguno:

Esquemas de relación

EMPLEADO(Nºlegajo, nombre, apellido, fecha-nacimiento, domicilio, NºDepto)

DEPARTAMENTO(NºDepto, nombre)

Los atributos subrayados con línea continua son identificadores y constituyen la clave primaria de cada esquema.

Los atributos subrayados con línea punteada constituyen una clave foránea, es decir, hacen referencia a valores existentes en atributos clave de otra relación. En algunas ocasiones que detallaremos más adelante, las claves foráneas pueden tomar valor nulo.

El conjunto de esquemas de relación, junto con las restricciones adicionales asociadas, constituye el diseño lógico de la base de datos. Es deseable y necesario que el diseño lógico cumpla con ciertas propiedades y no presente anomalías. El proceso de *normalización* es una herramienta que posibilita arribar a un buen diseño de base de datos relacional.

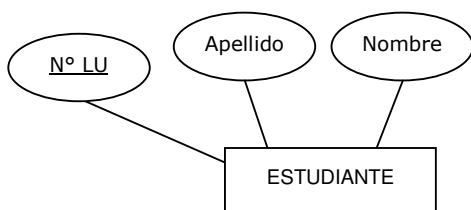
3.2 Transformación del DER al Modelo Lógico Relacional

A continuación presentamos diferentes ejemplos de transformación del Diagrama Entidad Relación al Modelo Lógico Relacional. Recordar que en el Modelo Entidad Relación representamos con un rectángulo a un **conjunto de entidades**, y que una entidad es un elemento de ese conjunto. Sin embargo, siguiendo los criterios de la bibliografía, utilizaremos indistintamente los nombres *entidad* y *conjunto de entidades*, haciendo referencia al mismo concepto de conjunto.

Otro aspecto a tener en cuenta es el concepto de **relación**, que no es el mismo para el Modelo Entidad Relación que para el Relacional. Para distinguirlos, entonces hemos utilizado el término **interrelación** para referirnos a las relaciones o asociaciones entre conjuntos de entidades del DER

3.2.1 Entidades Fuertes

Cada conjunto de entidades fuerte de un DER se asocia con un esquema de relación en el modelo relacional, que mantiene el nombre del conjunto de entidades, sus atributos, y la clave primaria. A continuación, un ejemplo:

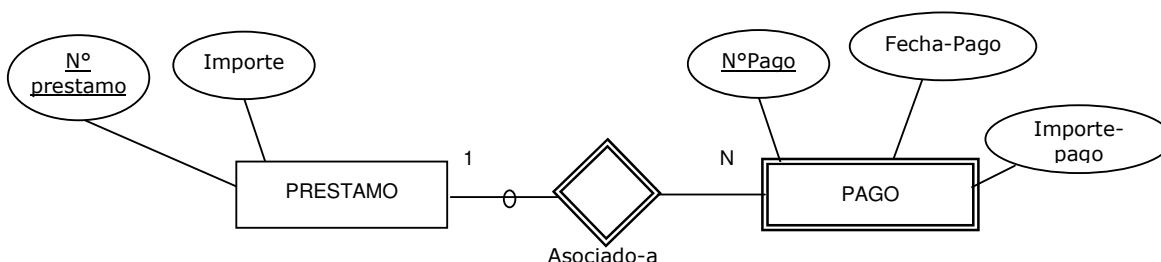


Esquema de relación resultante

ESTUDIANTE(N°LU, Apellido, Nombre)

3.2.2 Entidades Débiles

Cada conjunto de entidades débil de un DER se asocia con un esquema de relación en el modelo relacional, que mantiene el nombre del conjunto de entidades, sus atributos, y presenta como clave primaria la clave primaria del conjunto de entidades fuerte asociado, junto con la clave parcial o discriminante del conjunto débil. A continuación, un ejemplo que modela el registro de los pagos efectuados para cada préstamo, en una entidad bancaria. Observar que un préstamo puede estar asociado con varios pagos o con ninguno ("todavía no se han realizado pagos para ese préstamo"). Cada pago sólo existe si está asociado a un préstamo en particular, con lo cual la participación de la entidad PAGO en la interrelación Asociado-a es *total*.



Esquemas de relación resultantes

PRESTAMO(N°prestamo, Importe)

PAGO(N°prestamo, N°Pago, Fecha-Pago, Importe-Pago)

Notar que el atributo N°prestamo en el esquema PAGO, hace referencia al atributo con el mismo dominio en PRESTAMO, con lo cual los valores que



tome el primero deberán existir en la relación PRESTAMO para mantener la integridad de la base de datos; esto responde a la definición de la restricción de integridad referencial para el Modelo Relacional.

Un préstamo para el cual no se haya efectuado ningún pago, no tendrá ninguna tupla asociada en la relación PAGO.

Explicitaremos estas restricciones de la siguiente manera, incluyendo la especificación de las claves candidatas (CK), primarias (PK) y foráneas (FK) en el caso de existir, por cada esquema de relación:

PRESTAMO.Nºprestamo puede no estar en PAGO.Nºprestamo

PAGO.Nºprestamo debe estar en PRESTAMO.Nºprestamo

PRESTAMO CK={{NºPrestamo}} - PK={{NºPrestamo}}

PAGO CK={{(NºPrestamo,NºPago)}} - PK={{(NºPrestamo,NºPago)}} -

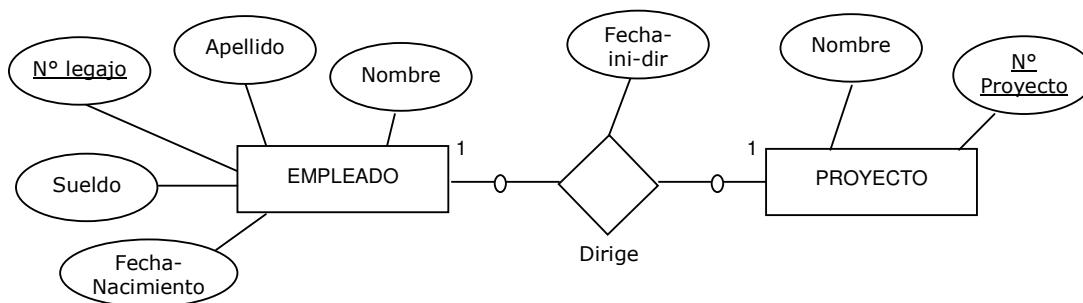
FK = {{(NºPrestamo)}}

Notar que escribimos los nombres de los atributos precedidos por el nombre del esquema de relación al que pertenecen.

La especificación de las claves queda como ejercicio para los ejemplos del apunte donde no estén indicadas.

3.2.3 Interrelaciones uno a uno (1:1)

El siguiente DER representa los datos de los empleados y proyectos de una organización, además de qué empleado dirige cada proyecto. Observamos que un empleado puede dirigir un único proyecto o ninguno, y que un proyecto puede estar dirigido por un empleado o puede no tener asignado director en un momento dado. La fecha de inicio de un empleado en la dirección de un proyecto es un dato a registrar.



La regla que se utiliza para la transformación en este caso plantea que se incorpora la clave primaria de una de las entidades como clave foránea de la otra entidad

Esquemas de relación resultantes**EMPLEADO**(Nº legajo, Apellido, Nombre, Fecha-Nacimiento, Sueldo)**PROYECTO**(Nº Proyecto, Nombre, Nº legajoDirector, Fecha-ini-dir)

El valor nulo pertenece al dominio del atributo Nº legajoDirector en el esquema PROYECTO, dado que un proyecto puede no tener director asignado (participación parcial de la entidad PROYECTO en la interrelación Dirige en el DER).

Establecemos las siguientes **restricciones adicionales**:

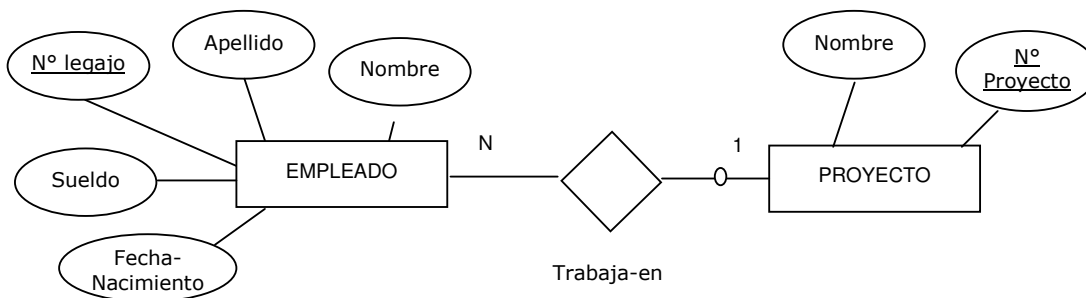
PROYECTO.Nº legajoDirector puede ser nulo

EMPLEADO.Nº legajo puede no estar en PROYECTO.Nº legajoDirector

Observar que la otra opción posible para transformar el DER es agregar los atributos Nº Proyecto (atributo clave) y Fecha-ini-dir (atributo asociado a la interrelación), al esquema EMPLEADO, indicando esto, por cada empleado el número de proyecto que dirige y la fecha de inicio en esta tarea. El problema es que una gran cantidad de empleados no van a ser directores de proyecto, con lo cual la relación EMPLEADO tendrá una gran cantidad de valores nulo para ambos atributos, y esto no es deseable.

3.2.4 Interrelaciones uno a muchos (1:N)

Siguiendo con el ejemplo de empleados y proyectos, ahora queremos modelar el hecho de que un empleado debe estar afectado a un único proyecto, en cambio, un proyecto tiene asignados varios empleados, y también existe la posibilidad de que no tenga ninguno. Esto se representa en la interrelación Trabaja-en:



La regla que se utiliza para la transformación en este caso plantea que se incorpora la clave primaria de la entidad "uno" en la entidad "muchos" como clave foránea.

Esquemas de relación resultantes

EMPLEADO(Nºlegajo, Apellido, Nombre, Fecha-Nacimiento, Sueldo, NºProyecto)
PROYECTO(NºProyecto, Nombre)

Notar que NºProyecto es clave foránea en EMPLEADO, pero no puede tomar valor nulo, ya que todo empleado debe estar asignado a un proyecto (participación total de la entidad EMPLEADO en la interrelación Trabaja-en del DER).

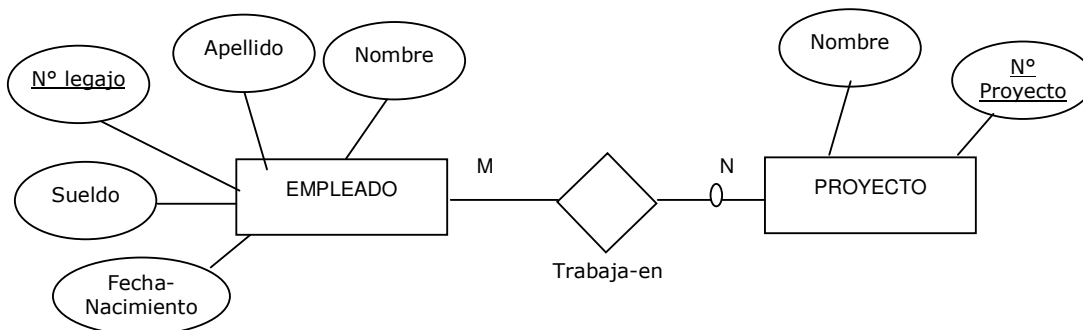
Establecemos las siguientes **restricciones adicionales**:

EMPLEADO.NºProyecto no puede ser nulo

PROYECTO.NºProyecto puede no estar en EMPLEADO.NºProyecto

3.2.5 Interrelaciones muchos a muchos (M:N)

Ahora suponemos que un empleado puede trabajar en varios proyectos a la vez, aunque se mantiene la restricción por la cual debe estar asignado a algún proyecto. Modificamos, entonces, la cardinalidad de la interrelación Trabaja-en:



La regla que se utiliza para la transformación en este caso plantea que se crea una nueva relación que se identifica por las claves primarias de las dos entidades interrelacionadas. En este caso no tendrá ningún otro atributo, ya que la interrelación no lo tiene.

Esquemas de relación resultantes

EMPLEADO(Nºlegajo, Apellido, Nombre, Fecha-Nacimiento, Sueldo)
PROYECTO(NºProyecto, Nombre)
TRABAJA-EN(Nºlegajo, NºProyecto)



Los atributos N°legajo y N°Proyecto que conforman la clave primaria de TRABAJA-EN, hacen referencia a los atributos respectivos de los esquemas EMPLEADO y PROYECTO (restricción de integridad referencial).

Como en el DER la participación de PROYECTO en la interrelación Trabaja-en es parcial, entonces en el esquema lógico, no todo proyecto registrado en PROYECTO debe estar en la relación TRABAJA-EN. En cambio, ocurre lo contrario con EMPLEADO, cuya participación en la relación Trabaja-en (DER) es total.

Establecemos las siguientes **restricciones adicionales**:

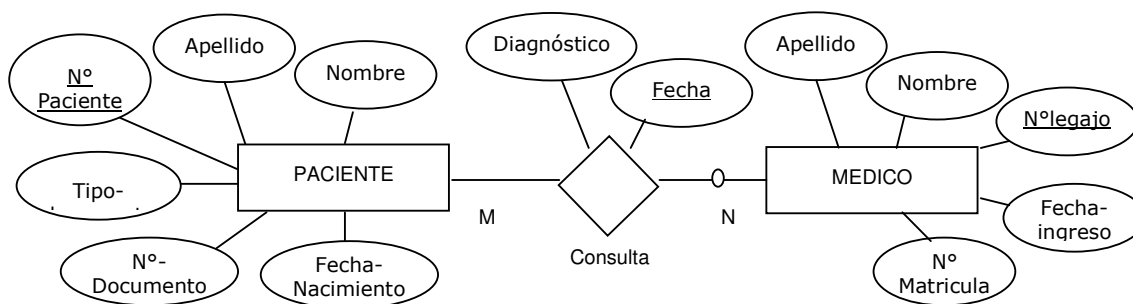
PROYECTO.N°Proyecto puede no estar en TRABAJA-EN.N°Proyecto

EMPLEADO.N°legajo debe estar en TRABAJA-EN.N°Proyecto

TRABAJA-EN.N°legajo debe estar en EMPLEADO.N°legajo

TRABAJA-EN.N°Proyecto debe estar en PROYECTO.N°Proyecto

Otro ejemplo de transformación de relaciones M:N, es el siguiente: se desean registrar los datos de consultas de pacientes a médicos en una clínica. Teniendo en cuenta que: un paciente puede visitar a un mismo médico en distintas fechas, que todo paciente registrado debe asistir a, al menos, una consulta, y que puede haber médicos que aún no hayan atendido a ningún paciente, presentamos el siguiente DER:



La regla de transformación que se aplica en este caso es similar a la anterior, con la diferencia que el atributo identificador de la interrelación se incorpora a la nueva relación como clave primaria, y el atributo descriptivo de la interrelación como un atributo descriptivo de la nueva relación

Esquemas de relación resultantes

PACIENTE(N°paciente, Apellido, Nombre, Tipo-documento, N°-Documento, Fecha-Nacimiento)

MEDICO(N°legajo, N°Matricula, Apellido, Nombre, Fecha-ingreso)

CONSULTA(N°Paciente, N°legMedico, Fecha, Diagnóstico)



Los atributos N°Paciente y N°legMedico en el esquema de relación CONSULTA hacen referencia a las claves primarias de los esquemas PACIENTE y MEDICO respectivamente. Es necesario agregar el atributo Fecha para formar una clave en CONSULTA, ya que un paciente puede consultar o visitar a un mismo médico en distintas fechas.

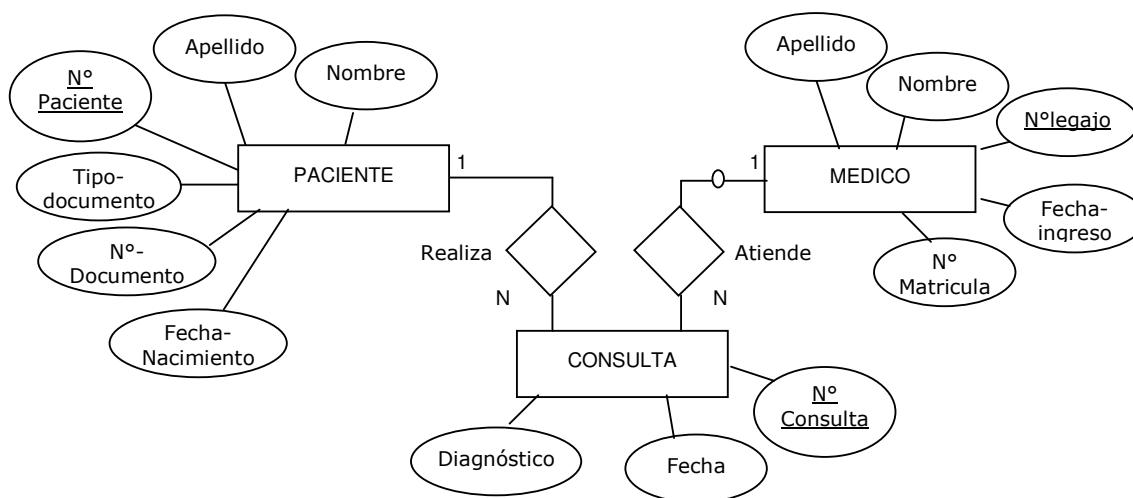
✎ **IMPORTANTE:** Si bien no se ha visto el concepto de normalización aún en la materia, es importante tener en mente este caso cuando se trabaje con normalización. Esta regla de transformación no garantiza la preservación de una forma normal apropiada, y debe analizarse particularmente al tratar de dejar un esquema normalizado.

Todo paciente registrado está asociado a una consulta, sin embargo, puede haber médicos que aún no hayan atendido a ningún paciente. En este último caso, el número de legajo del médico no estará en la relación CONSULTA.

Esto nos lleva a una **restricción adicional**,

MEDICO.N°Legajo puede no estar en CONSULTA.N°LegajoMedico

Otra forma de modelar el problema se presenta a continuación:



La regla de transformación aplicada es la misma que para las interrelaciones 1:N

Esquemas de relación resultantes

PACIENTE(N°paciente, Apellido, Nombre, Tipo-documento, N°-Documento, Fecha-Nacimiento)



MEDICO(N°legajo, N°Matricula, Apellido, Nombre, Fecha-ingreso)

CONSULTA(N°Consulta, N°Paciente, N°legMedico, Fecha, Diagnóstico)

Si comparamos este diseño lógico con el primero para este ejemplo, observamos que la única diferencia es el agregado del atributo N°Consulta al esquema CONSULTA, que además constituye la clave primaria (ahora cada consulta se identifica por un número de consulta).

Al igual que en la solución anterior, N°Paciente y N°legMedico en CONSULTA son claves foráneas. Los valores que toma N°Paciente en PACIENTE, deben estar en la relación CONSULTA (restricción de participación en el DER), en cambio, los valores que toma N°legMedico en MEDICO, pueden no estar en la relación CONSULTA.

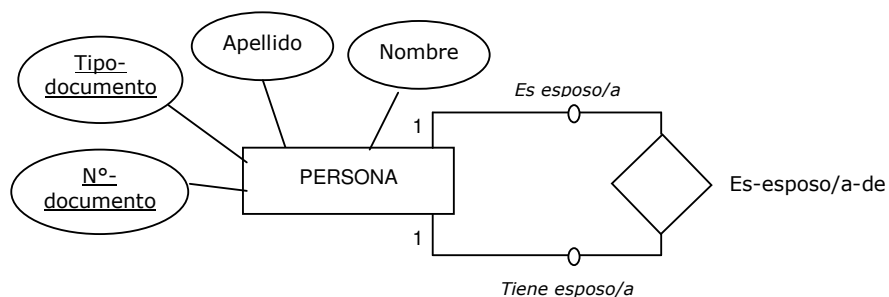
Esto nos lleva nuevamente a una **restricción adicional**

MEDICO.N°Legajo puede no estar en CONSULTA.N°LegajoMedico

3.2.6 Interrelaciones unarias

Hasta ahora hemos visto cómo transformar interrelaciones binarias al modelo relacional. Las reglas para transformar interrelaciones unarias son las mismas, lo único que cambia es que ahora tenemos un solo conjunto de entidades para transformar, en lugar de dos.

El siguiente DER modela la interrelación unaria y con cardinalidad (1:1) "es-esposo/a-de". La participación del conjunto de entidades en la interrelación es parcial, para cada rol indicado en el diagrama.



La regla de transformación a utilizar en este caso plantea que la clave de la entidad debe agregarse como clave foránea de la entidad. Su nombre debe indicar el rol al que hace referencia.

Esquema de relación resultante

PERSONA(Tipo-documento, Nº-documento, Apellido, Nombre, Tipo-doc-Espos, Nº-doc-Espos)

La clave foránea formada por los atributos (Tipo-doc-Espos, Nº-doc-Espos), puede tomar valor nulo como representación de la participación parcial indicada en el DER. Esta clave foránea hace referencia a la clave primaria del mismo esquema de relación, lo que significa que los valores que tome la clave foránea deben existir como clave primaria en alguna tupla de la misma relación.

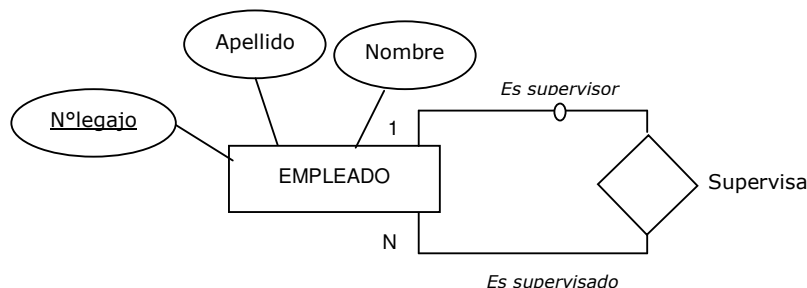
Lo anterior nos lleva a **restricciones adicionales**

(PERSONA.Tipo-doc-Espos, PERSONA.Nº-doc-Espos) puede ser nulo; si no lo es, (PERSONA.Tipo-doc-Espos, PERSONA.Nº-doc-Espos) debe estar en (PERSONA.Tipo-documento, PERSONA.Nº-documento) para alguna tupla.

(PERSONA.Tipo-documento, PERSONA.Nº-documento) puede no estar en (PERSONA.Tipo-doc-Espos, PERSONA.Nº-doc-Espos)

A continuación, un ejemplo de interrelación unaria con cardinalidad (1:N).

Retomando el ejemplo de empleados en una organización, el siguiente DER modela la relación Supervisa entre un empleado y un conjunto de empleados. No todo empleado es supervisor, pero sí es supervisado por un único empleado.



La regla de transformación a utilizar en este caso plantea que la clave de la entidad asociada al rol "uno" debe agregarse como clave foránea de la entidad.

Esquema de relación resultante

EMPLEADO(Nºlegajo, Apellido, Nombre, NºlegSupervisor)

La clave foránea NºlegSupervisor no puede tomar valor nulo ya que el DER expresa que todo empleado debe tener un supervisor.



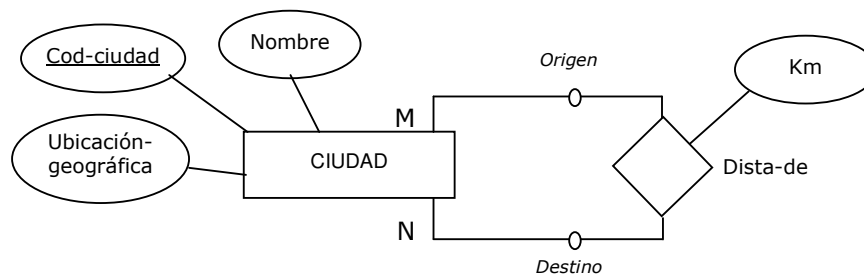
Establecemos las siguientes **restricciones adicionales**:

EMPLEADO.Nºlegajo puede no estar en EMPLEADO.NºlegSupervisor

EMPLEADO.NºlegSupervisor no puede ser nulo

EMPLEADO.NºlegSupervisor debe estar en EMPLEADO.Nºlegajo

Como ejemplo de interrelación unaria con cardinalidad (M:N), modelamos en el DER la distancia existente entre distintas ciudades.



Para transformar la interrelación (M:N), creamos un nuevo esquema de relación que incluye las claves primarias de las dos entidades interrelacionadas y el atributo propio de la interrelación.

Esquemas de relación resultantes

CIUDAD(Cod-ciudad, Nombre, Ubicación-geografica)

DISTA-DE(Cod-ciudad-origen, Cod-ciudad-destino, Km)

Los atributos de la clave primaria de DISTA-DE hacen referencia al atributo de la clave primaria de CIUDAD (restricción de integridad referencial), ya que todos toman valores que representan identificadores de ciudad. Además, toda ciudad presente en la relación DISTA-DE debe existir en la relación CIUDAD. Ahora, toda ciudad registrada en CIUDAD no tiene por qué existir en DISTA-DE. ¿Por qué le parece que esto es así?

Establecemos las siguientes **restricciones adicionales**:

DISTA-DE.Cod-ciudad-origen debe estar en CIUDAD.Cod-ciudad

DISTA-DE.Cod-ciudad-destino debe estar en CIUDAD.Cod-ciudad

CIUDAD.Cod-ciudad puede no estar en DISTA-DE.Cod-ciudad-origen

CIUDAD.Cod-ciudad puede no estar en DISTA-DE.Cod-ciudad-destino



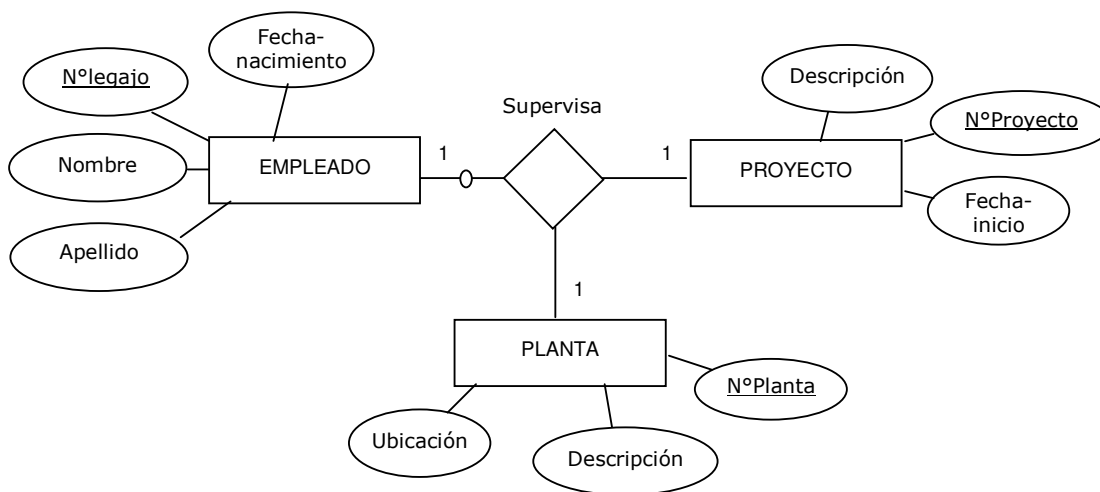
3.2.7 Interrelaciones ternarias

A continuación, presentamos distintos ejemplos de transformación de interrelaciones ternarias al modelo relacional.

La regla para transformar dichas interrelaciones consiste en crear un esquema de relación por cada conjunto de entidades participante y otro esquema asociado a la interrelación ternaria. Este esquema contendrá los atributos que conforman las claves primarias de las entidades relacionadas; las claves candidatas del mismo serán indicadas en cada ejemplo según la cardinalidad definida.

Interrelaciones ternarias (1:1:1)

En una empresa, algunos empleados están encargados de supervisar proyectos que se desarrollan en alguna de las plantas de producción. Un proyecto en una planta está asociado a un supervisor; un empleado en una planta puede supervisar un proyecto; un empleado que supervisa un proyecto lo hace sólo en una planta. Modelamos la situación utilizando una interrelación ternaria con cardinalidad (1:1:1).



Esquemas de relación resultantes

EMPLEADO(Nºlegajo, Nombre, Apellido, Fecha-nacimiento)

PROYECTO(NºProyecto, Descripción, Fecha-inicio)

PLANTA(NºPlanta, Descripción, Ubicación)

SUPERVISA(Nºlegajo, NºProyecto, NºPlanta)



Las claves candidatas del esquema de relación SUPERVISA son,

CK = {(Nºlegajo, NºProyecto), (Nºlegajo, NºPlanta), (NºPlanta, NºProyecto)}

Si analizamos la primera clave candidata, para cada combinación de valores de número de legajo y número de proyecto, podremos determinar el número de planta asociado, que será único (si existe esta combinación de valores). El mismo razonamiento se puede aplicar para el resto de las claves candidatas.

Con algún criterio, que surge del relevamiento del problema, se ha elegido la clave candidata (**Nºlegajo, NºProyecto**) como clave primaria del esquema SUPERVISA.

Los tres atributos del esquema SUPERVISA hacen referencia a las claves primarias en los esquemas correspondientes.

Los valores que toman las claves primarias en las relaciones PROYECTO Y PLANTA deben estar en la relación SUPERVISA (restricción de participación en el DER). En cambio, puede haber empleados en EMPLEADO que no participen de SUPERVISA.

Establecemos, entonces, las siguientes **restricciones adicionales**:

SUPERVISA.Nºlegajo debe estar en EMPLEADO.Nºlegajo

SUPERVISA.NºProyecto debe estar en PROYECTO.NºProyecto

SUPERVISA.NºPlanta debe estar en PLANTA.NºPlanta

(SUPERVISA.NºPlanta NO puede ser nulo, por definición de interrelación ternaria)

EMPLEADO.Nºlegajo puede estar en SUPERVISA.Nºlegajo

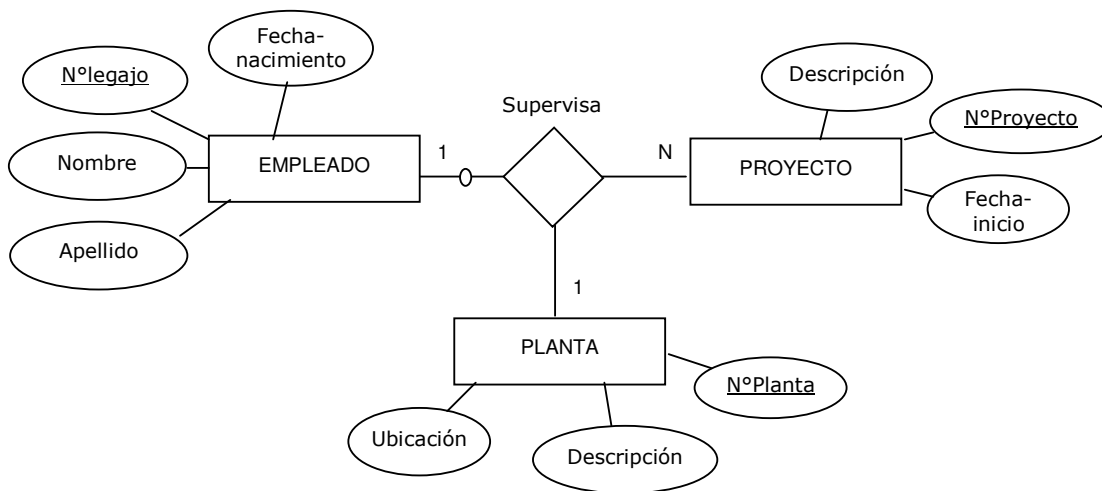
PROYECTO.NºProyecto debe estar en SUPERVISA.NºProyecto

PLANTA.NºPlanta debe estar en SUPERVISA.NºPlanta



Interrelaciones ternarias (1:1:N)

Continuando con el ejemplo anterior, ahora un empleado en una planta puede supervisar varios proyectos. Modelamos esta situación utilizando una interrelación ternaria con cardinalidad (1:1:N).



Esquemas de relación resultantes

EMPLEADO(Nºlegajo, Nombre, Apellido, Fecha-nacimiento)

PROYECTO(NºProyecto, Descripción, Fecha-inicio)

PLANTA(NºPlanta, Descripción, Ubicación)

SUPERVISA(Nºlegajo, NºProyecto, NºPlanta)

Las claves candidatas del esquema de relación SUPERVISA son,

CK = {(Nºlegajo, NºProyecto), (NºPlanta, NºProyecto)}

Notar que, por la cardinalidad de la interrelación, un valor de número de legajo asociado con un valor de número de proyecto, determinan un único valor de número de planta, si ésta combinación existiera. De la misma forma, un número de planta asociado a un número de proyecto determinan un único valor de número de legajo de empleado, en el caso de existir dicha vinculación de valores de atributos.

Los tres atributos del esquema SUPERVISA hacen referencia a las claves primarias en los esquemas correspondientes.

Con algún criterio, que surge del relevamiento del problema, se ha elegido la clave candidata (**Nºlegajo, NºProyecto**) como clave primaria del esquema SUPERVISA.

Los valores que toman las claves primarias en las relaciones PROYECTO Y PLANTA deben estar en la relación SUPERVISA (restricción de participación en el DER). En cambio, puede haber empleados en EMPLEADO que no participen de SUPERVISA.



Establecemos, entonces, las siguientes **restricciones adicionales**:

SUPERVISA.Nºlegajo debe estar en EMPLEADO.Nºlegajo

SUPERVISA.NºProyecto debe estar en PROYECTO.NºProyecto

SUPERVISA.NºPlanta debe estar en PLANTA.NºPlanta

EMPLEADO.Nºlegajo puede estar en SUPERVISA.Nºlegajo

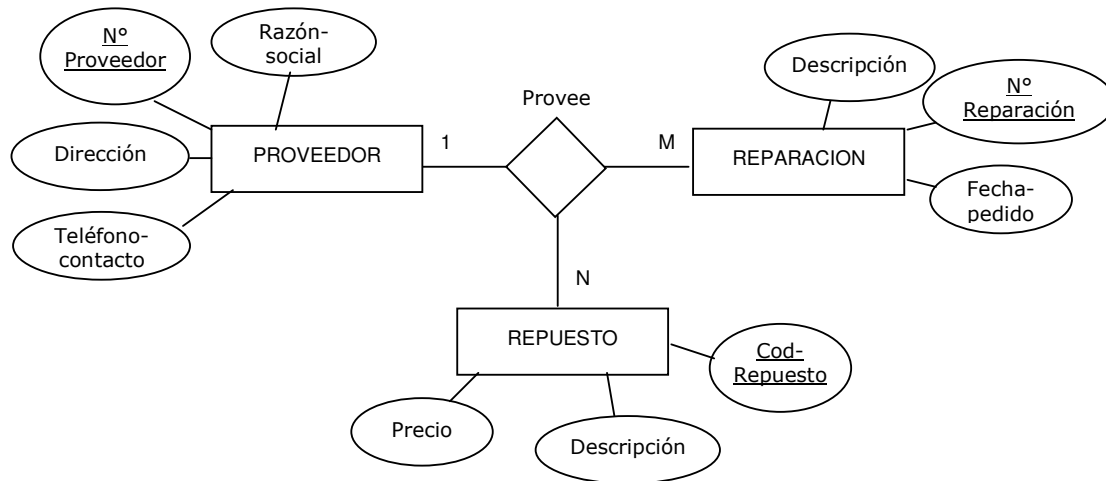
PROYECTO.NºProyecto debe estar en SUPERVISA.NºProyecto

PLANTA.NºPlanta debe estar en SUPERVISA.NºPlanta

Interrelaciones ternarias (1:M:N)

En una compañía, el sector encargado de la reparación de maquinarias necesita llevar el registro de las reparaciones. El siguiente DER modela esta situación, representando: los datos de los repuestos (donde precio es un valor orientativo del costo actual de cada repuesto), los datos de los proveedores de repuestos, y los datos de las reparaciones. La interrelación ternaria con cardinalidad (1:M:N) indica que para un pedido de reparación, un proveedor puede proveer varios repuestos, que un repuesto provisto por determinado proveedor puede asociarse con varias reparaciones, y que un repuesto requerido para una reparación sólo puede ser provisto por un único proveedor.

Si observamos la restricción de participación, todo proveedor del conjunto de entidades PROVEEDOR debe participar de la interrelación Provee. Lo mismo ocurre para REPARACION y REPUESTO. Sin embargo, un par de valores de número de reparación y código de repuesto pueden o no estar vinculados con un número de proveedor. El mismo razonamiento se aplica a las otras posibles combinaciones de valores de atributos clave de conjuntos de entidades.



Esquemas de relación resultantes

PROVEEDOR(N°Proveedor, Razón-Social, Dirección, Teléfono-contacto)

REPARACION(N°Reparación, Descripción, Fecha-pedido)

REPUESTO(N°Repuesto, Descripción, Precio)

PROVEE(N°Reparación, N°Repuesto, N°Proveedor)

Transformamos el diagrama con las reglas de transformación para conjuntos de entidades fuertes, y agregamos un esquema de relación adicional PROVEE para representar la interrelación ternaria. Notar que la elección de la clave primaria (única clave candidata) de este último, se corresponde con la cardinalidad definida: con un número de reparación y un número de repuesto particular, podemos determinar el valor de número de proveedor, que será único para una combinación de valores existente. También debemos notar que los tres atributos del esquema PROVEE hacen referencia a valores de clave primaria de los otros esquemas de relación.

Como la participación individual de cada conjunto de entidades en Provee es total, en el diseño lógico, todo valor de clave primaria presente en los esquemas PROVEEDOR, REPARACION y REPUESTO, debe existir en la relación PROVEE.

Establecemos, entonces, las siguientes **restricciones adicionales**:

PROVEE.N°Reparación debe estar en REPARACION.N°Reparación

PROVEE.N°Repuesto debe estar en REPUESTO.N°Repuesto

PROVEE.N°Proveedor debe estar en PROVEEDOR.N°Proveedor

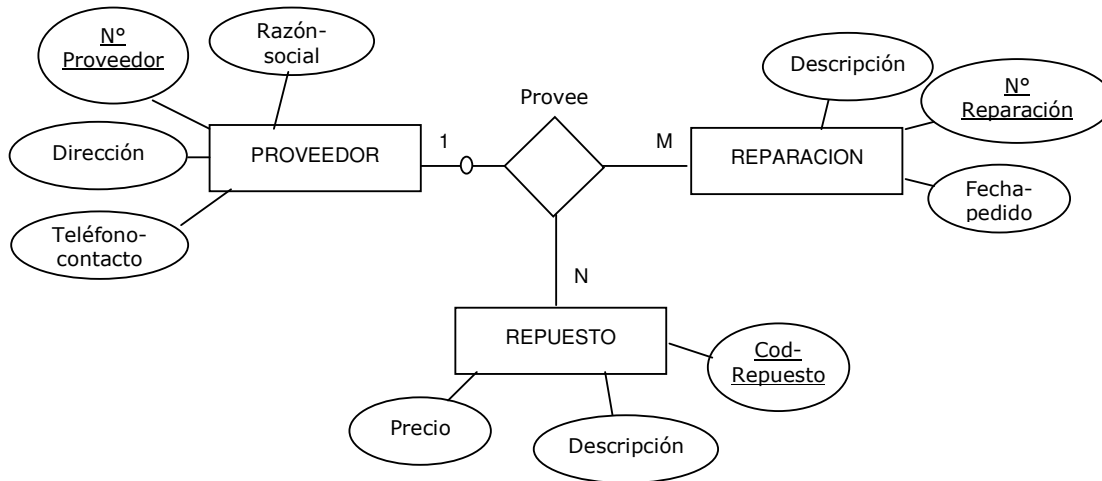
REPARACION.N°Reparación debe estar en PROVEE.N°Reparación

REPUESTO.N°Repuesto debe estar en PROVEE.N°Repuesto

PROVEEDOR.N°Proveedor debe estar en PROVEE.N°Proveedor



Resulta que algunos proveedores aún no han provisto repuestos para reparaciones, pero es necesario igualmente registrarlos para efectuar futuros pedidos. Es decir, no todo proveedor participa de la interrelación Provee. A continuación el DER y la transformación al Modelo Relacional.



Esquemas de relación resultantes

PROVEEDOR(N°Proveedor, Razón-Social, Dirección, Teléfono-contacto)

REPARACION(N°Reparación, Descripción, Fecha-pedido)

REPUESTO(N°Repuesto, Descripción, Precio)

PROVEE(N°Reparación, N°Repuesto, N°Proveedor)

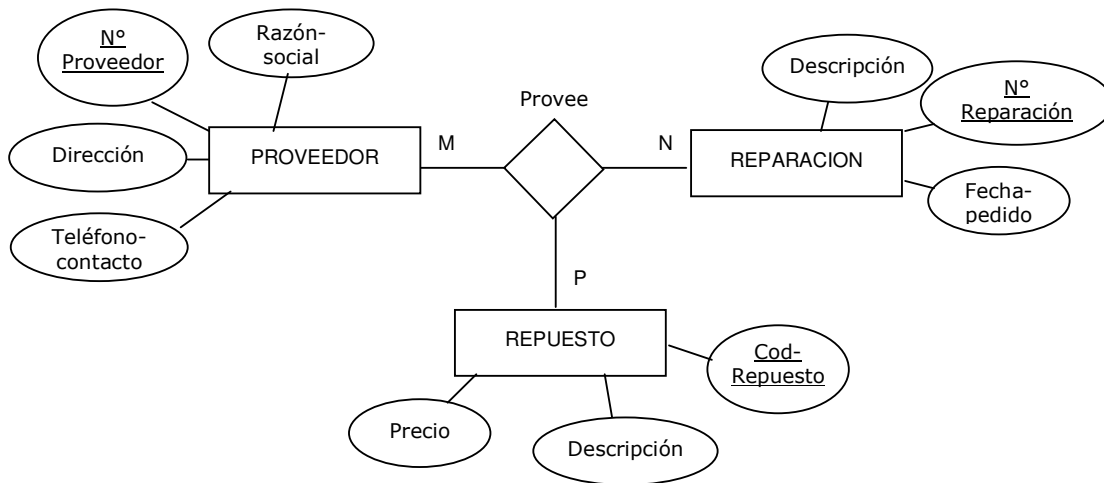
Como podemos observar, el único cambio ocurrido en el diseño lógico con respecto al ejemplo anterior, es la modificación de una restricción sobre el dominio del atributo N°Proveedor en el esquema PROVEEDOR. Ahora, este atributo puede tomar valores que no estén presentes en la relación PROVEE.

Modificamos, entonces, las restricciones adicionales del ejemplo anterior especificando:

PROVEEDOR.N°Proveedor puede no estar en PROVEE.N°Proveedor

Interrelaciones ternarias (M:N:P)

Continuando con el ejemplo de proveedores, repuestos y reparaciones, en el siguiente DER, la interrelación ternaria con cardinalidad (M:N:P) indica que un número de reparación y un código de repuesto pueden estar asociados con varios proveedores; un proveedor y un pedido de reparación pueden estar asociados con varios repuestos; y un proveedor con un código de repuesto pueden estar asociados con varios pedidos de reparación.



Esquemas de relación resultantes

PROVEEDOR(N°Proveedor, Razón-Social, Dirección, Teléfono-contacto)

REPARACION(N°Reparación, Descripción, Fecha-pedido)

REPUESTO(N°Repuesto, Descripción, Precio)

PROVEE(N°Proveedor, N°Reparación, N°Repuesto)

Los atributos que conforman la clave primaria de PROVEE (única clave candidata), hacen referencia a las correspondientes claves primarias de cada uno de los esquemas de relación restantes para este ejemplo (restricción de integridad referencial). Notar que para formar una clave, son necesarios todos los atributos de las claves de cada entidad participante de la interrelación en el DER.

Como la participación individual de cada conjunto de entidades en Provee es total, en el diseño lógico, todo valor de clave primaria presente en los esquemas PROVEEDOR, REPARACION y REPUESTO, debe existir en la relación PROVEE.

Establecemos, entonces, las siguientes **restricciones adicionales**:

PROVEE.N°Reparación debe estar en REPARACION.N°Reparación

PROVEE.N°Repuesto debe estar en REPUESTO.N°Repuesto

PROVEE.N°Proveedor debe estar en PROVEEDOR.N°Proveedor

REPARACION.N°Reparación debe estar en PROVEE.N°Reparación

REPUESTO.N°Repuesto debe estar en PROVEE.N°Repuesto

PROVEEDOR.N°Proveedor debe estar en PROVEE.N°Proveedor

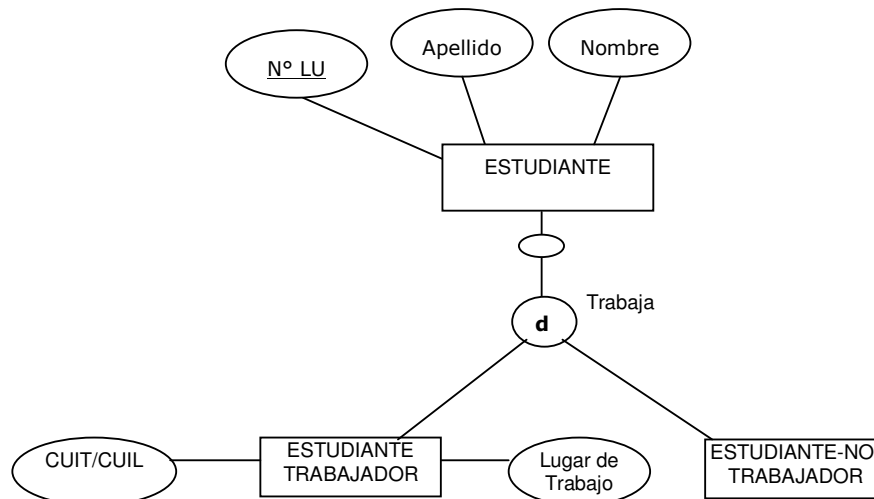


3.2.8 Jerarquías de Especialización / Generalización

Transformaremos al Modelo Relacional los ejemplos presentados en la sección correspondiente al Modelo Entidad Relación.

Las reglas de transformación de las jerarquías de especialización / generalización plantean crear un esquema de relación asociado a la superentidad y un esquema por cada subentidad. Los atributos clave definidos para la superentidad estarán incluidos en los esquemas de relación asociados a cada subentidad, junto con los atributos propios de éstas. En el caso de jerarquías disjuntas, el atributo utilizado para particionar la entidad genérica en subentidades, debe ser incluido en la relación asociada a la superentidad.

En el primer diagrama, se registran datos de estudiantes, distinguiendo a los que estudian de los que estudian y trabajan.



Esquemas de relación resultantes

ESTUDIANTE(NºLU, Apellido, Nombre, tipo)

ESTUDIANTE-TRABAJADOR(NºLU, CUIT-CUIL, LugardeTrabajo)

Notar que se agrega el atributo *tipo* en el esquema ESTUDIANTE, que permite particionar el conjunto de estudiantes en los que trabajan y en los que no.

No es necesario crear un esquema de relación para ESTUDIANTE-NO-TRABAJADOR, ya que esta subentidad no tiene atributos propios.

En el diseño lógico, observamos que no todo estudiante registrado en ESTUDIANTE debe estar en ESTUDIANTE-TRABAJADOR, pero sí cada estudiante en ESTUDIANTE-TRABAJADOR debe estar en la relación ESTUDIANTE (restricción de integridad referencial).

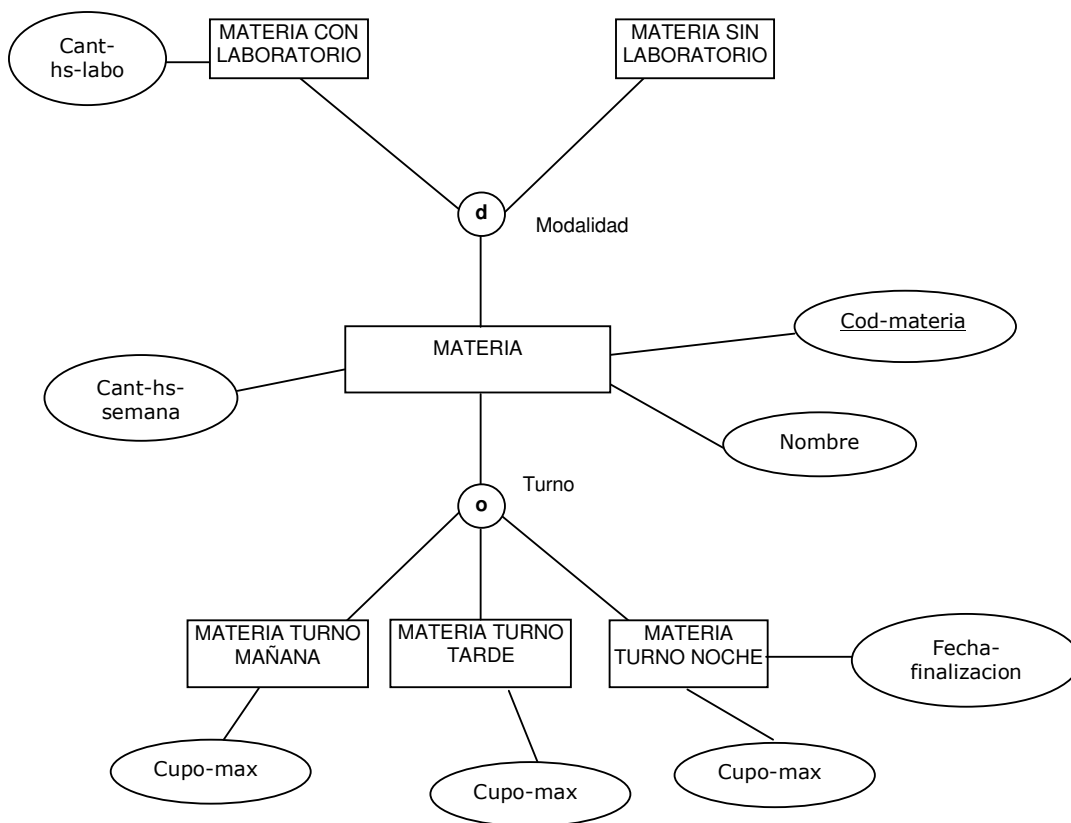


Establecemos, entonces, las siguientes **restricciones adicionales**:

ESTUDIANTE-TRABAJADOR.NºLU debe estar en ESTUDIANTE.NºLU

ESTUDIANTE.NºLU puede no estar en ESTUDIANTE-TRABAJADOR.NºLU

El segundo ejemplo modela distintas clasificaciones de materias, con una jerarquía disjunta y otra con solapamiento. Para el turno noche es necesario saber en qué fecha termina la cursada cada materia, ya que por problemas de horarios y disponibilidad de espacio, la asignación de horas de clase durante el cuatrimestre difiere de la realizada para los turnos mañana y tarde.



Esquemas de relación resultantes

MATERIA(Cod-materia, Nombre, Cant-hs-semana, modalidad)

MATERIA-CON-LABORATORIO(Cod-materia, Cant-hs-labo)

MATERIA-TURNO-MAÑANA(Cod-materia, Cupo-max)

MATERIA-TURNO-TARDE(Cod-materia, Cupo-max)

MATERIA-TURNO-NOCHE(Cod-materia, Cupo-max, Fecha-finalización)



Observar que creamos un atributo *modalidad* en la relación MATERIA, que permite particionar el conjunto de materias en conjuntos disjuntos (materias con y sin laboratorio).

No fue necesario crear un esquema de relación para las materias sin laboratorio, ya que en el DER este conjunto de entidades no presenta atributos específicos ni participa de interrelaciones.

En el diseño lógico, observamos que:

Todos los valores de Cod-materia en las relaciones especificadas, deben existir en la relación MATERIA.

Un mismo código de materia puede estar en las relaciones MATERIA-TURNO-MAÑANA, MATERIA-TURNO-TARDE y MATERIA-TURNO-NOCHE (jerarquía con solapamiento).

Establecemos, entonces, las siguientes **restricciones adicionales**:

MATERIA-CON-LABORATORIO.Cod-materia debe estar en MATERIA.Cod-materia

MATERIA-TURNO-MAÑANA.Cod-materia debe estar en MATERIA.Cod-materia

MATERIA-TURNO-TARDE.Cod-materia debe estar en MATERIA.Cod-materia

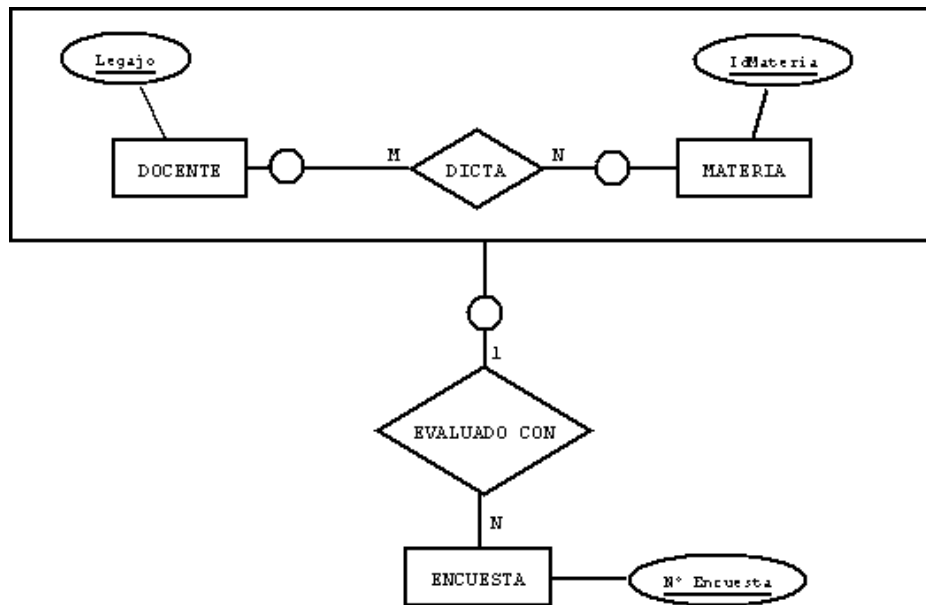
MATERIA-TURNO-NOCHE.Cod-materia debe estar en MATERIA.Cod-materia

MATERIA.Cod-materia puede estar en MATERIA-TURNO-MAÑANA.Cod-materia,
MATERIA-TURNO-TARDE.Cod-materia y MATERIA-TURNO-NOCHE.Cod-materia

3.2.9 Agregación

Las reglas de transformación de la agregación al modelo relacional son las mismas que utilizamos para interrelaciones. Como referencia de la agregación tomamos el esquema de relación que representa a la interrelación contenida en la agregación.

Transformaremos al Modelo Lógico Relacional el ejemplo presentado en la sección 2.4.5 (y que repetimos a continuación), indicando para cada esquema las claves candidatas, primaria y foráneas.



Esquemas de relación resultantes

DOCENTE(Legajo, ...)

CK = {(Legajo)}

PK = {(Legajo)}

FK = {}

MATERIA(IdMateria, ...)

CK = {(IdMateria)}

PK = {(IdMateria)}

FK = {}

DICTA(Legajo, IdMateria)

CK = {(Legajo, IdMateria)}

PK = {(Legajo, IdMateria)}

FK = {(Legajo), (IdMateria)}

ENCUESTA(N°Encuesta, ..., Legajo, IdMateria)

CK = {(N°Encuesta)}

PK = {(N°Encuesta)}

FK = {(Legajo, IdMateria)}

- 🔗 *Notar que como cada encuesta se interrelaciona con un elemento de la agregación por medio de la interrelación EVALUADO CON, para esta interrelación no se genera un esquema de relación sino que se agrega en la entidad del lado N (ENCUESTA) la clave de la entidad del lado 1 (en este caso la agregación, DICTA) como clave foránea.*



Establecemos además las siguientes **restricciones adicionales**:

DICTA.Legajo debe estar en DOCENTE.Legajo

DOCENTE.Legajo puede no estar en DICTA.Legajo

DICTA.IdMateria debe estar en MATERIA.IdMateria

MATERIA.IdMateria puede no estar en DICTA.IdMateria

(ENCUESTA.Legajo, ENCUESTA.IdMateria)

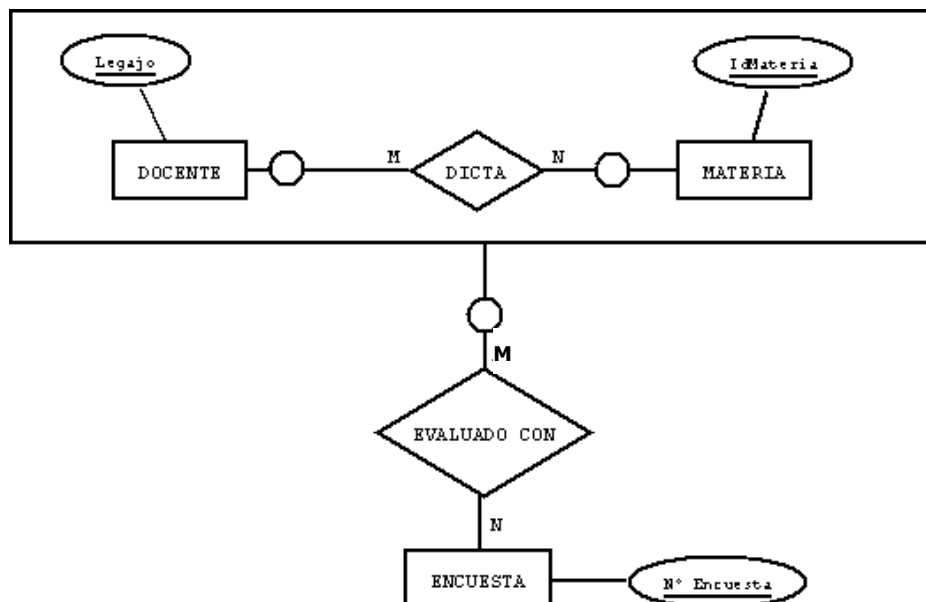
debe estar en (DICTA.Legajo, DICTA.IdMateria)

(DICTA.Legajo, DICTA.IdMateria)

puede no estar en (ENCUESTA.Legajo, ENCUESTA.IdMateria)

✎ *Notar que la FK del esquema ENCUESTA está referenciando a la PK del esquema DICTA, es decir, la integridad referencial es hacia el esquema que representa a la agregación.*

Consideramos ahora, el hecho de que una encuesta pueda ser usada para evaluar a más de un docente en una materia; esto resulta en el siguiente DER con su esquema lógico relacional asociado (notar que cambió la cardinalidad de la relación EVALUADO CON):



Esquemas de relación resultantes**DOCENTE(Legajo, ...)** $CK = \{(Legajo)\}$ $PK = \{(Legajo)\}$ $FK = \{\}$ **MATERIA(IdMateria, ...)** $CK = \{(IdMateria)\}$ $PK = \{(IdMateria)\}$ $FK = \{\}$ **DICTA(Legajo, IdMateria)** $CK = \{(Legajo, IdMateria)\}$ $PK = \{(Legajo, IdMateria)\}$ $FK = \{(Legajo), (IdMateria)\}$ **ENCUESTA(NºEncuesta, ...)** $CK = \{(NºEncuesta)\}$ $PK = \{(NºEncuesta)\}$ $FK = \{\}$ **EVALUADO_CON(NºEncuesta, Legajo, IdMateria)** $CK = \{(NºEncuesta, Legajo, IdMateria)\}$ $PK = \{(NºEncuesta, Legajo, IdMateria)\}$ $FK = \{(NºEncuesta), (Legajo, IdMateria)\}$

✎ *Notar que se ha generado un nuevo esquema de relación que representa la interrelación EVALUADO CON con cardinalidad M:N.*

Y establecemos además las siguientes **restricciones adicionales**:

DICTA.Legajo debe estar en DOCENTE.Legajo

DOCENTE.Legajo puede no estar en DICTA.Legajo

DICTA.IdMateria debe estar en MATERIA.IdMateria

MATERIA.IdMateria puede no estar en DICTA.IdMateria

ENCUESTA.NºEncuesta debe estar en EVALUADO_CON.NºEncuesta

EVALUADO_CON.NºEncuesta debe estar en ENCUESTA.NºEncuesta

(EVALUADO_CON.Legajo, EVALUADO_CON.IdMateria)

debe estar en (DICTA.Legajo, DICTA.IdMateria)

(DICTA.Legajo, DICTA.IdMateria)

puede no estar en (EVALUADO_CON.Legajo, EVALUADO_CON.IdMateria)



4 Bibliografía

Teorey T, Yang D, Fry J – A Logical Design Methodology for Relational Databases Using the Extended Entity-Relationship Model – Computing Surveys, Vol. 18, No. 2, 1986

Elmasri/Navathe - *Fundamentals of Database Systems*, 4th Ed., Addison Wesley, 2003

Ramakrishnan/Gherke - *Database Management Systems*, 3rd Ed. Mc Graw-Hill, 2003

Ullman - *Principles of Database and Knowledge Base Systems*, Computer Science Press, 1988

Chen, P.P.-S., *The entity-relationship model -- toward a unified view of data*. ACM Transactions on Database Systems, 1(1), 9-36. - 1976

Logic – The Meaning of Entity-Relationship Diagrams – Enrico Franconi - Free University of Bozen-Bolzano

Liwu Li, Xin Zhao: "UML Specification of Relational Database", in Journal of Object Technology, vol. 2, Nº , September-October 2003, pp. 87-100



5 Anexo – Equivalencias de Notación Chen – Reiner

El presente anexo presenta las equivalencias de las construcciones DER utilizadas en la materia y las utilizadas en el paper de Teorey que se toma como base del tema.

5.1 Atributos

Sin diferencias

5.2 Entidades

Sin diferencias

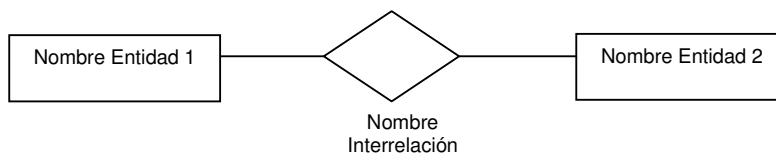
5.3 Interrelaciones

5.3.1 Cardinalidad

5.3.1.1 Uno a uno (1:1)



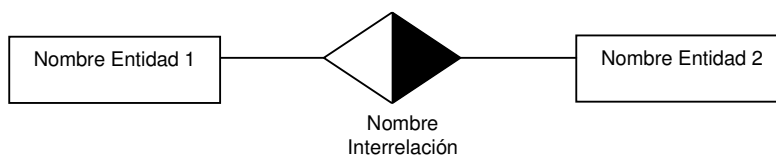
Es equivalente a



5.3.1.2 Uno a muchos (1:N)

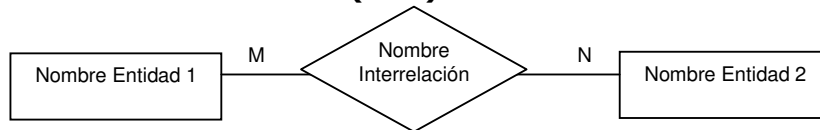


Es equivalente a

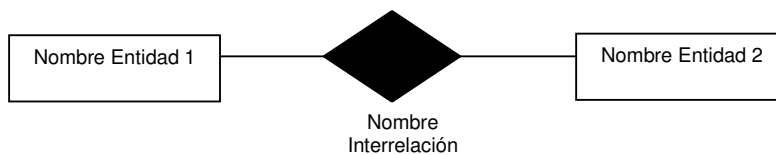




5.3.1.3 Muchos a muchos (M:N)



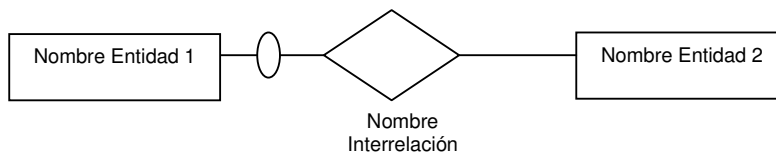
Es equivalente a



5.3.2 Participación



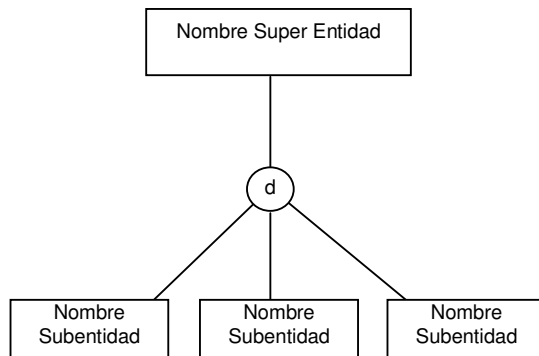
Es equivalente a



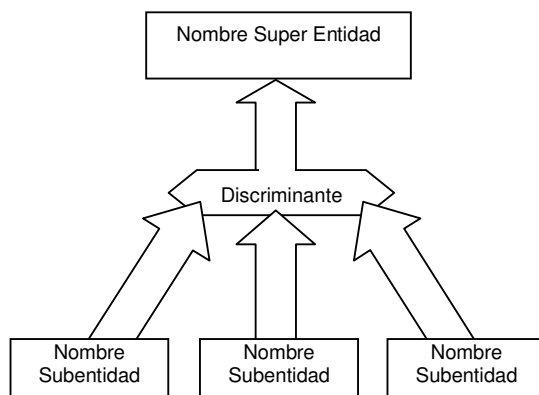


5.4 Jerarquías

5.4.1 Cobertura total - Disjunta

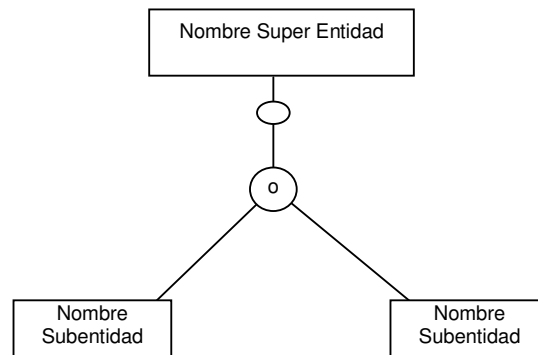


Es equivalente a

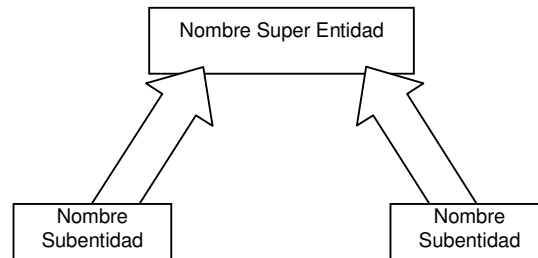




5.4.2 Cobertura Parcial – Con solapamiento



Es equivalente a



5.4.3 Cobertura Total – Con solapamiento

No tiene equivalencia

5.4.4 Cobertura Parcial – Disjunta

No tiene equivalencia