

2 Modelo de datos de entidad-vínculo

El modelo de entidad-vínculo es un modelo de datos conceptual de uso muy extendido. Este modelo, y sus variantes, se emplea frecuentemente para elaborar el modelo conceptual de una base de datos y muchas herramientas existentes para tal fin utilizan sus conceptos.

El modelo fue creado por el Dr. Peter S. Chen con la finalidad de poder crear modelos conceptuales, independientes de la implementación física, que pudieran ser transformados posteriormente a cualquiera de los modelos de DBMS comerciales existentes en ese entonces: de redes, jerárquico y relacional.

En inglés recibe el nombre de: entity-relationship; en español también se conoce como: entidad-relación o modelo ER.

El modelo conceptual de una base de datos permite:

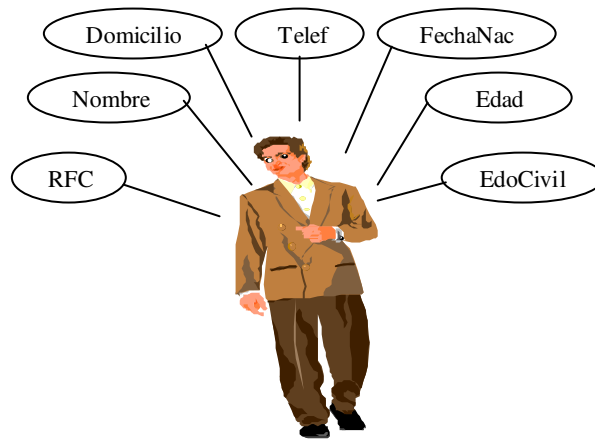
- Analizar un problema a resolver y compenetrarse con el mismo.
- Identificar la información que se debe manejar en la resolución del problema, los vínculos existentes en la misma y sus restricciones.
- Crear una abstracción de la información a manejar en la base de datos, sin entrar en detalles de su implementación.
- Tener una primera aproximación a la base de datos, antes de avanzar en su implementación.
- Plantear muchas de las consultas que se harán a la base de datos, una vez que ya esté implementada.

2.1 Conceptos básicos

2.1.1 Definición de entidad

Una **entidad** es un objeto (tangible o intangible) que puede distinguirse de los objetos de su misma especie.

Ejemplo:
una persona



A las propiedades (características) que distinguen a las entidades entre sí se les conoce con el nombre de **atributos**. La entidad persona anterior tiene 7 atributos. Una entidad en particular tiene un **valor** para cada uno de sus atributos. Los valores para este ejemplo podrían ser: "SODP820712", "Pablo Sosa Dávila", "Toluca 30", "5628-4000", "12-jul-1982", "34", "Soltero".

Cualidades de los atributos

Un atributo puede ser **atómico** o **compuesto**, y **monovaluado** o **multivaluado**, y **almacenado** o **derivado**. Estas cualidades significan lo siguiente:

- **Atómico**, es un atributo indivisible, por ejemplo, el estado civil de una persona. También se conoce como atributo **simple**.
- **Compuesto**, es aquel que puede ser dividido en subpartes más pequeñas, las cuales representan atributos más básicos con significado independiente entre sí. Un ejemplo es un domicilio compuesto por calle, número, colonia y código postal. Las subpartes pueden ser atributos atómicos o también compuestos. Muchas veces, por facilidad de manejo, un atributo compuesto puede representarse como una cadena de caracteres.
- **Monovaluado**, se usa este término cuando un atributo contiene un solo valor, que es el caso normal. Por ejemplo, la edad de una persona es un atributo monovaluado.
- **Multivaluado**, se tiene cuando el atributo puede contener varios valores. Por ejemplo, el atributo Teléfono puede ser multivaluado.
- **Almacenado**, es un atributo cuyo valor físicamente existe para la entidad. Este atributo físicamente existirá en la base de datos cuando ésta sea implementada. Ejemplo: la fecha de nacimiento de una persona.
- **Derivado**, es un atributo cuyo valor se deriva de otro(s) atributo(s) de la misma entidad o de una entidad relacionada. Ejemplo: la edad de una persona la cual puede derivarse de la fecha actual y de su fecha de nacimiento.

En algunos casos una entidad particular puede no tener valor para algún(os) atributo(s). En estos casos se utiliza un valor especial: el valor **nulo (null)**. Este valor significa que, para esa entidad, el valor del atributo correspondiente *no es aplicable* o es *desconocido*. Si el valor es desconocido puede ser por dos casos: porque el valor existe pero está *perdido*, por ejemplo la estatura de una persona; o porque *no se conoce* si el valor existe, por ejemplo el teléfono de una persona.

Tipos de entidades, atributos clave y conjuntos de valores

Tipo de entidades, se aplica este término a un conjunto de entidades que tienen los mismos atributos. Por ejemplo, el conjunto de empleados de una empresa podría formar el tipo de entidades EMPLEADO; o el conjunto de materias que ofrece un departamento académico podría formar el tipo MATERIA. Cada tipo de entidades se representa por un nombre y la lista de los atributos de las entidades.

Atributos clave, es el subconjunto de atributos de un tipo de entidades cuyos valores son **distintos** para cada entidad individual; por ejemplo, el RFC de un empleado en el tipo EMPLEADO. Hay una restricción, en consecuencia, para estos atributos clave y es que dos entidades distintas no pueden tener los mismos valores para estos atributos. Un tipo de entidades puede tener más de un conjunto de atributos clave.

Dominio de un atributo, es el conjunto de valores que puede ser asignado a un atributo simple de un tipo de entidades. Por ejemplo, si el rango de edades permitido para un empleado va de 18 a 70 años, entonces el dominio de ese atributo es el conjunto de números enteros entre 18 y 70.

2.1.2 Definición de vínculo

Definición matemática de relación binaria

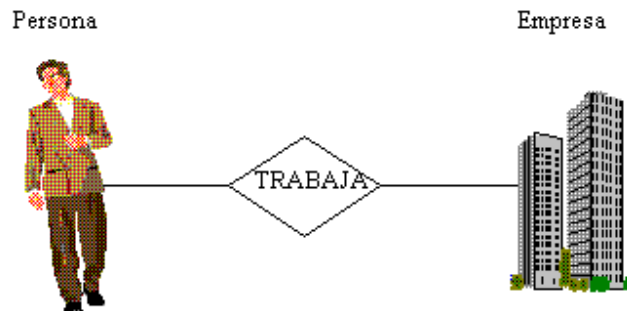
Sean A y B dos conjuntos no vacíos. Una relación binaria R entre A y B es un subconjunto del producto cartesiano A x B.

(Esta definición se puede generalizar a n conjuntos)

Definición de vínculo

Un vínculo es una asociación entre entidades, normalmente, de tipos diferentes.

Ejemplo:



Un **tipo de vínculos** es una relación (en el sentido matemático anterior) y representa a un conjunto de asociaciones que existen entre entidades, normalmente, de tipos diferentes.

Un vínculo específico asocia exactamente a una entidad de cada tipo participante.

Un vínculo específico representa una situación correspondiente en el minimundo.

El **grado** de un tipo de vínculos está dado por el número de tipos de entidades participantes. Un tipo de vínculos de grado dos es llamado **binario** y asocia a entidades de dos tipos. Uno de grado tres es llamado **ternario** y asocia a entidades de tres tipos. Como caso particular está el de grado uno, llamado **unario**, que asocia a entidades del mismo tipo.

Un tipo de vínculos también *puede tener* atributos, en forma similar a los tipos de entidades. Asimismo, un subconjunto de sus atributos puede reconocerse como **atributos clave**.

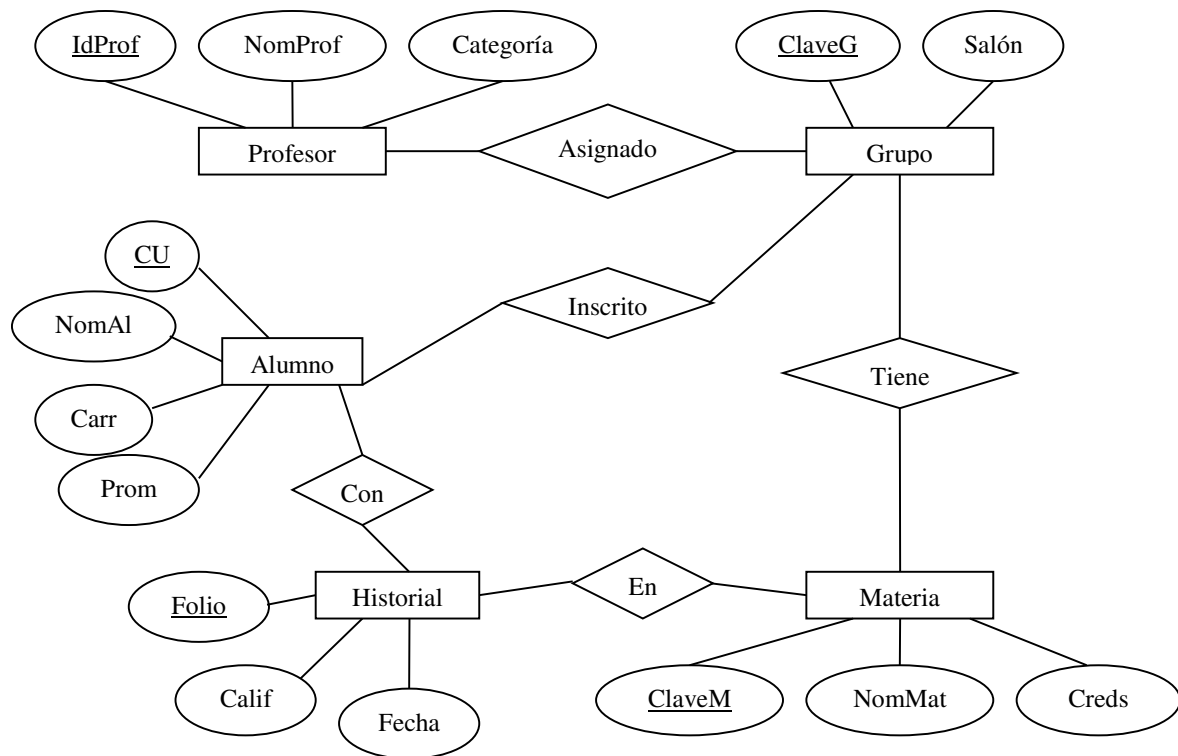
2.1.3 Diagrama de entidad-vínculo

Su función es la de representar en forma gráfica el modelo conceptual que se está elaborando para una base de datos, empleando para ello los elementos que proporciona el modelo de datos de entidad-vínculo.

En el diagrama se utilizan símbolos **básicos** para representar los conceptos: los tipos de entidades se modelan con rectángulos, los tipos de vínculos con rombos y los atributos con elipses; empleándose líneas rectas para unir estos símbolos.

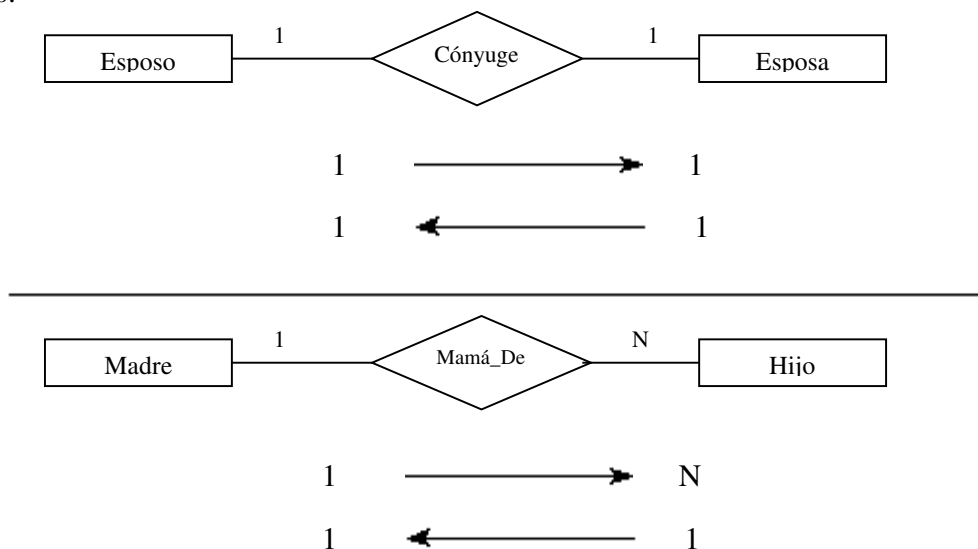
Ejemplo: mini-sistema escolar

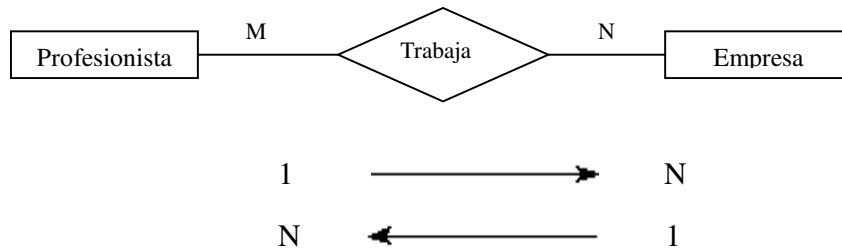
Una institución escolar desea elaborar un sistema de base de datos que permita tener la información de los alumnos (clave, nombre, carrera y promedio), de los profesores (clave, nombre y categoría) y de las materias (clave, nombre y créditos que otorga). También se quiere saber cuáles son los grupos actuales del semestre (y su salón), así como las calificaciones que han obtenido los alumnos (y en qué fecha).

Diagrama de entidad-vínculo del Mini-Sistema Escolar**2.1.4 Cardinalidad**

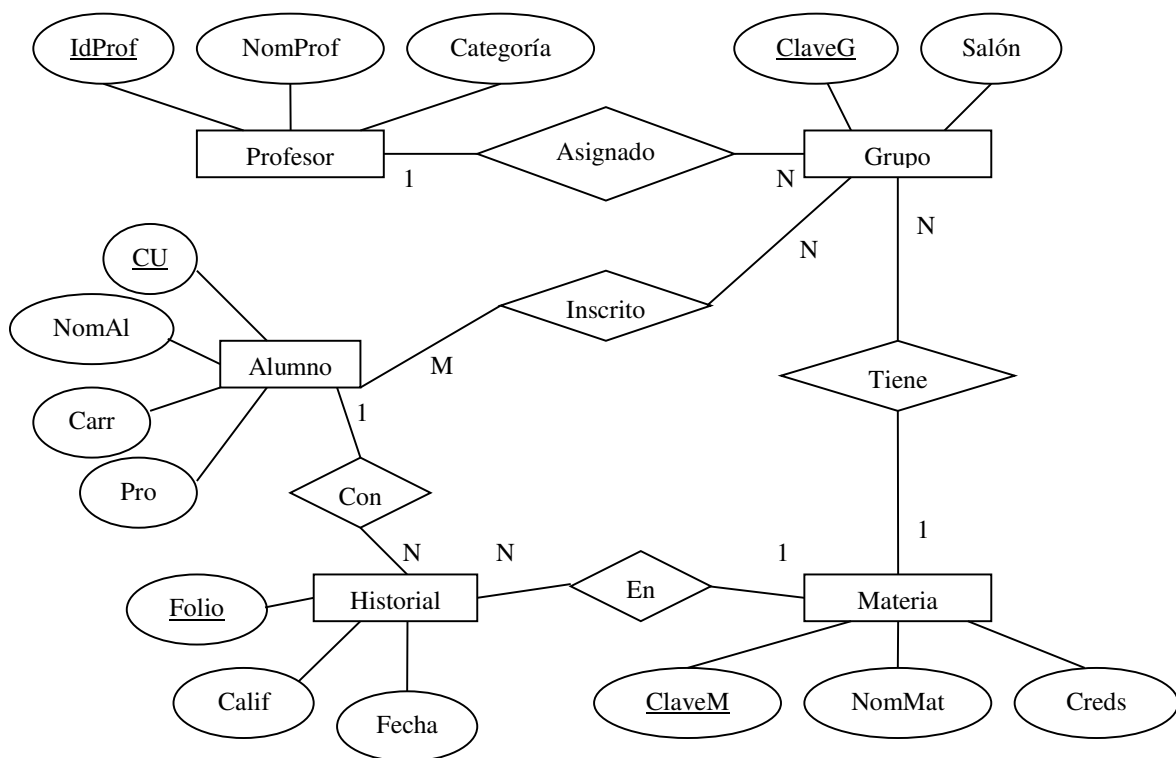
La **razón de cardinalidad** (cardinalidad, para abreviar) es una restricción de un tipo de vínculos que nos indica, en el caso de vínculos binarios, con cuántas entidades de un tipo está relacionada una entidad del otro tipo y viceversa. Las cardinalidades comunes para los vínculos binarios son: 1-1, 1-N y M-N.

Ejemplos:





En el caso del mini-sistema escolar, las cardinalidades de los tipos de vínculos son:



Si el modelo conceptual de la base de datos está bien diseñado, se deben poder contestar las siguientes preguntas (entre otras):

- Dado un profesor ¿qué materias está impartiendo?
- Dado un profesor, ¿quiénes son sus alumnos actualmente?
- Dada una materia, ¿cuántos grupos se tienen de la misma en este período?
- Dada una materia, ¿qué alumnos la están cursando?
- Dado un alumno, ¿qué materias ha llevado y con qué calificaciones?
- Dado un alumno, ¿qué promedio de calificaciones obtuvo el período pasado?

2.2 Conceptos avanzados

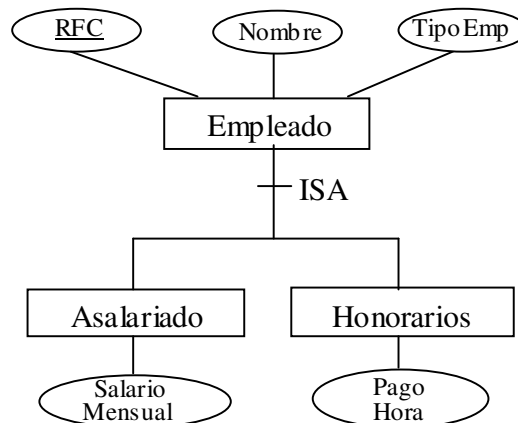
2.2.1 Generalización/especialización. Vínculo ISA

El concepto de **Generalización/Especialización** ocurre cuando se tienen varios tipos de entidades que tienen atributos comunes entre sí, pero también tienen atributos que los diferencian.

En este caso se puede crear un nuevo tipo que agrupe a todos los atributos comunes de los tipos originales. A este nuevo tipo se le llama **tipo generalizado** o **supertipo**.

Los tipos originales sólo conservarán aquellos atributos que los diferencian. A estos tipos se les conoce como **tipos especializados** o **subtipos**.

Ejemplo:



Existe un conjunto de atributos en el supertipo que actúa como **discriminante** para determinar a que subtipo pertenece una entidad especializada particular. En este ejemplo, el discriminante es el atributo *TipoEmp*.

El conjunto de atributos de las entidades de un tipo especializado está constituido por los de ese tipo más los del tipo generalizado.

El vínculo establecido entre un subtipo y su supertipo se conoce también como vínculo ISA (ES-UN o ES-UNA), porque, según el ejemplo, un *Asalariado* ES-UN *Empleado* y uno de *Honorarios* también ES-UN *Empleado*.

Los tipos de entidades participantes en el vínculo ISA, tanto el supertipo como los subtipos, pueden vincularse con cualquier otro tipo de entidades y tener cualquier cantidad de atributos. En particular, las entidades de cada subtipo pueden ser excluyentes, entre subtipos, o no, y los subtipos pueden tener a su vez subtipos.

2.2.2 Entidad débil

Este concepto surge cuando la existencia de una entidad en la base de datos depende de la existencia de otra entidad asociada.

Por ejemplo, la existencia de una entidad *Hijo*, en una base de datos de empleados, depende de la existencia de una entidad asociada *Empleado*:

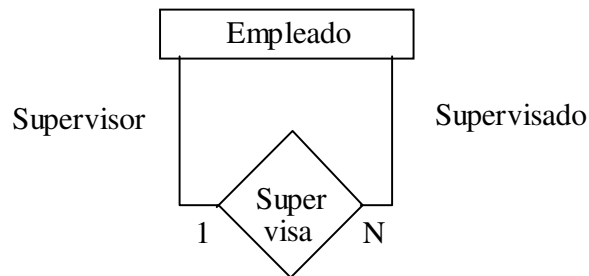


Esto es, si el empleado deja la empresa, ya no deberán estar registrados sus hijos en la base de datos.

Al tipo de entidades del cual dependen las entidades débiles se le llama **propietario o dueño**.

2.2.3 Vínculo recursivo

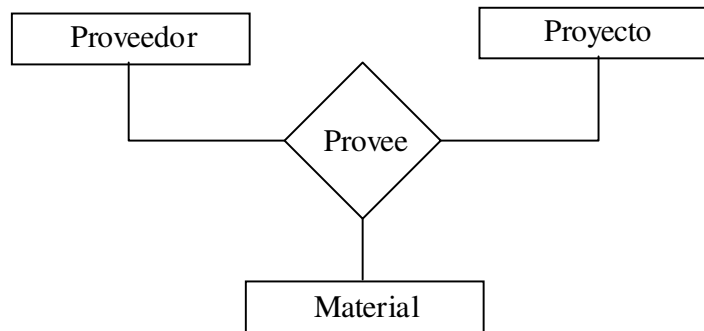
Un vínculo recursivo existe cuando entidades de un tipo están relacionadas con entidades del mismo tipo. Por ejemplo, si se tiene el tipo de entidades *Empleado*, un vínculo recursivo entre entidades de este tipo podría ser *Supervisa*. La siguiente figura muestra este caso:



Cuando existe un vínculo recursivo las entidades participantes en él pueden jugar dos papeles. Refiriéndonos al ejemplo anterior, una entidad particular puede participar en un caso como *Supervisor* y en otro caso, como *Supervisado*. Algunos empleados sólo participarán como *Supervisados* (los que están en el nivel más bajo de la jerarquía).

2.2.4 Vínculo ternario

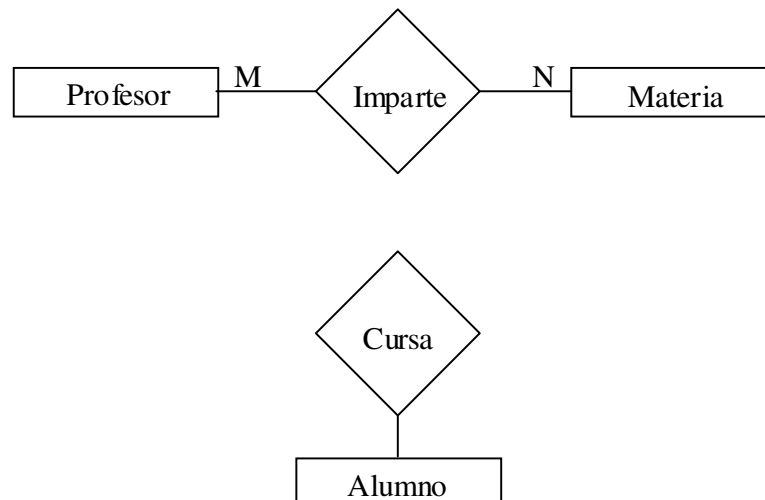
Es un vínculo en el cual participan tres tipos de entidades; esto es, es un vínculo que relaciona a entidades de tres tipos diferentes. Por ejemplo, si tenemos *Proveedores* que abastecen *Materiales* a diversos *Proyectos*, entonces estos tres tipos de entidades podrían estar relacionados por medio de un vínculo ternario. La siguiente figura muestra este caso:



Las cardinalidades que se pueden presentar en los vínculos ternarios son: 1-1-1, 1-1-N, 1-M-N y L-M-N.

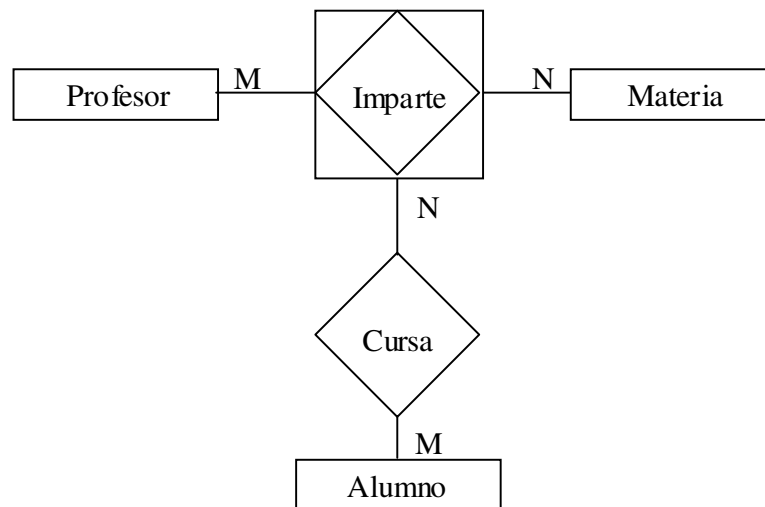
2.2.5 Vínculos que se usan como entidades

En ocasiones es conveniente utilizar un vínculo como si se tratara de una entidad. Por ejemplo, en el siguiente caso:



Cursa no se puede conectar ni a *Profesor* ni a *Materia* porque se pierde información; se debe conectar a *Imparte*. La solución es tratar a *Imparte* como si fuera un nuevo tipo de entidades.

El símbolo usado en este caso es un rectángulo conteniendo un rombo. Ejemplo:



2.3 Condicionalidad

Hasta ahora sólo se ha considerado la cota superior de la cardinalidad. También se puede especificar la cota inferior. Cuando la cota inferior es uno, la participación es **total u obligatoria**, es decir, todas las entidades de los tipos involucrados participan en el vínculo. Cuando la cota inferior es cero, la participación es **parcial**, o sea no todas las entidades de los tipos participan en el vínculo.

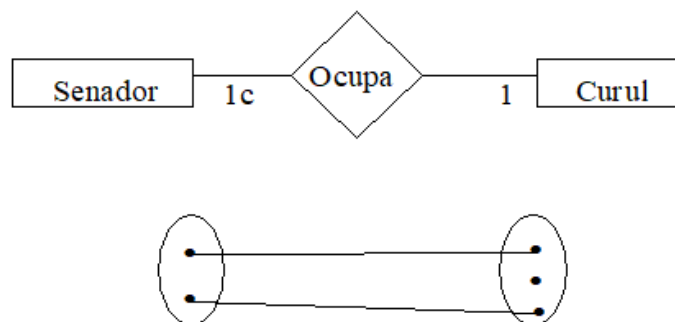
2.3.1 Vínculos condicionales

Son vínculos en los cuales hay entidades de un tipo que no participan en el vínculo.

Uno a uno (1c-1)

Es similar al vínculo incondicional uno a uno, excepto que no todas las entidades de un tipo participan en el mismo.

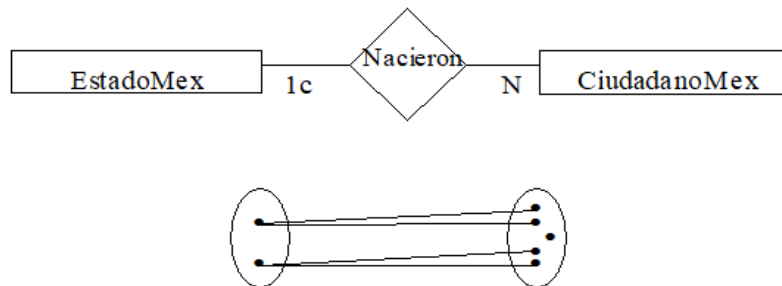
Ejemplo:



Uno a muchos (lado "uno" obligatorio) (1c-N)

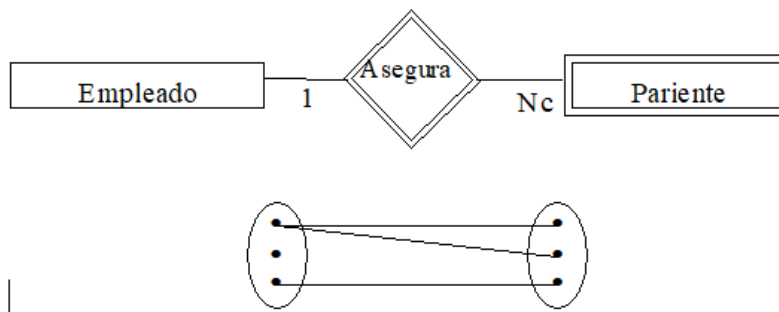
Cada entidad de un tipo A (lado uno) está asociada a una o más de un tipo B (lado muchos). Cada entidad de A participa en el vínculo. Una entidad de B está asociada con cero o una de A; o sea, no todas las entidades de B participan en el vínculo.

Ejemplo:

**Uno a muchos (lado "muchos" obligatorio) (1-Nc)**

Cada entidad de un tipo A (lado uno) está asociada con cero o más de un tipo B (lado muchos); mientras que cada entidad de B está asociada exactamente con una de A.

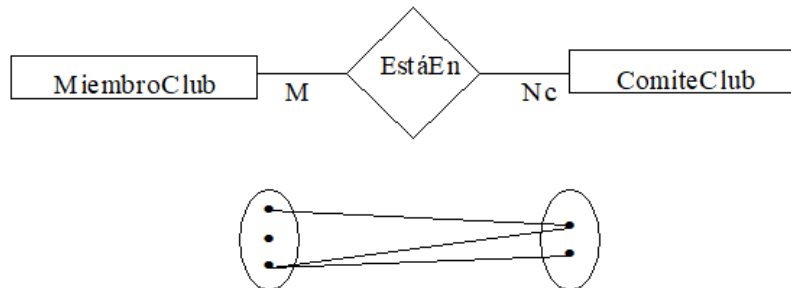
Ejemplo:



Muchos a muchos (M-Nc)

Es como la incondicional muchos a muchos, excepto que algunas de las entidades de un tipo pueden no participar en el vínculo.

Ejemplo:

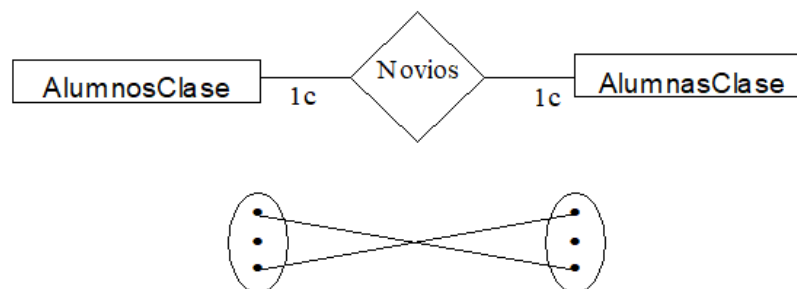
**2.3.2 Vínculos bicondicionales**

Son vínculos en los cuales hay entidades de ambos tipos que no participan en el vínculo.

Uno a uno (1c-1c)

Una entidad de un tipo A está asociada con cero o una de un tipo B, y viceversa.

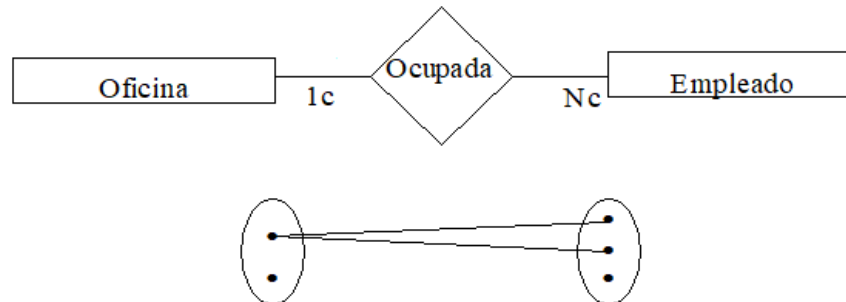
Ejemplo:



Uno a muchos (1c-Nc)

Es una variación del vínculo uno a muchos; aquí puede haber entidades de ambos tipos que no participen en el vínculo.

Ejemplo:

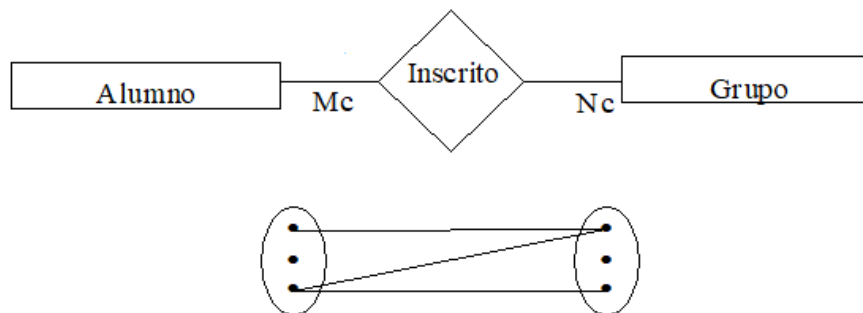


- puede haber oficinas vacías (por ej., en reparación)
- puede haber empleados sin oficina (por ej., mensajeros).

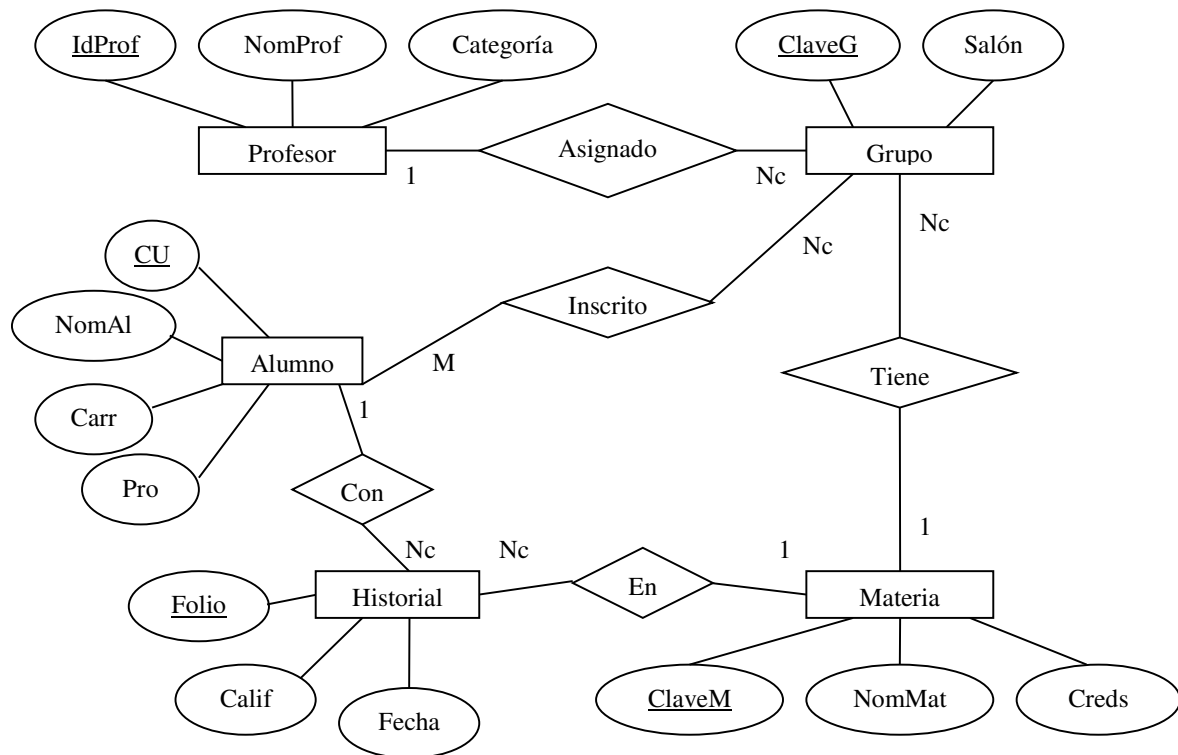
Muchos a Muchos (Mc-Nc)

Es como la incondicional M-N, pero puede haber entidades de ambos tipos que no participen en el vínculo.

Ejemplo (sólo durante inscripciones):

**2.3.3 Mini-sistema escolar**

A continuación se presenta el diagrama del mini-sistema escolar modificado con la inclusión de la condicionalidad para aquellos casos que corresponde.



2.4 Observaciones acerca de la elaboración de un modelo conceptual

1. Cuando un tipo de entidades A tiene un solo atributo, este atributo puede pasarse a un tipo de entidades relacionado y desaparecer a A.
2. Cuando un tipo de entidades tiene un conjunto de atributos cuyos valores se repiten para entidades diferentes, entonces ese conjunto se puede quitar del tipo y con él crear un nuevo tipo de entidades. Obviamente también surge un nuevo vínculo entre los dos tipos de entidades resultantes.
3. Cuando el dominio de un conjunto de atributos de un tipo de entidades A sea el mismo dominio que el de los atributos clave de otro tipo de entidades B, entonces dicho conjunto de atributos de A debe desaparecer y en su lugar establecer un vínculo entre A y B.
4. Entre dos tipos de entidades distintos se puede establecer más de un tipo de vínculos. También, un tipo de entidades rara vez queda sin tener vínculo alguno con algún otro tipo de entidades.
5. Los atributos de un tipo de vínculos binarios con cardinalidad 1-N pueden pasarse al tipo de entidades que está en el lado N. Cuando la cardinalidad es 1-1, los atributos pueden pasarse a cualquiera de los tipos de entidades participantes.

6. Cuando hay condicionalidad, es frecuente que las entidades no participantes en un vínculo determinado, participen en otro(s) vínculo(s) distinto(s) que también tienen condicionalidad.
7. Cuando por la naturaleza de los vínculos entre dos tipos de entidades se requiera que una entidad de un tipo esté relacionada **más de una vez** con una **misma** entidad del otro tipo, entonces esos vínculos deben representarse como un **nuevo tipo de entidades** en lugar de ser modelados como vínculos. Obviamente, se tendría que definir un conjunto de atributos clave para ese nuevo tipo de entidades. Ejemplo, una entidad del tipo *Alumno* va a estar asociada más de una vez con una misma entidad del tipo *Libro* a través de varios *Préstamos* que va a efectuar durante un período escolar; en este caso, *Préstamo* debe modelarse como un nuevo tipo de entidades para no perder información.
8. Los datos generales: clave, nombre, domicilio, teléfono, de entidades como Cliente, Agente, Agencia, etc., normalmente no se ponen como un nuevo tipo de entidades (por ejemplo, un supertipo) vinculado con aquellas, debido a que conceptualmente no se justifica tener un tipo de entidades de esta naturaleza. En todo caso, algo que sí se podría hacer es definir un vínculo ISA para conjuntos de entidades con atributos comunes; por ejemplo: Persona, con subtipos: Cliente y Agente.
9. Al hacer el modelo de entidad-vínculo de un problema, la mayor parte de los vínculos son binarios, utilizando en menor medida los conceptos avanzados —como vínculos recursivos, entidad débil, etc.— en la solución. Relacionado con esto, vínculos de grado 4 o superior, normalmente no aparecen en las soluciones, ya que conceptualmente no tienen un significado claro en el mini-mundo que se modela. Si llegan a aparecer, casi siempre es debido a un error en el modelado.

2.5 Conclusiones

1. El conocimiento de estos conceptos permite definir mejor la información que debe tener una base de datos cuando ésta se va a construir.
2. Los diagramas de entidad-vínculo (DEV) no son sólo hacer “dibujitos” y ya; es el primer diseño formal de la base de datos y hay que aproximarse lo más posible a la realidad que se quiere modelar.
3. El hacer el primer DEV de un problema puede llevar meses, dependiendo de su complejidad, ya que también hay que hacer la fase de recolección y análisis de requerimientos.
4. Si la base de datos ya existe, estos conceptos permiten tener una mejor visualización de la información que contiene a través del análisis de su diagrama de diseño.
5. Sea que exista o no, el conocimiento del contenido de la base de datos permite hacer una mejor explotación de su información.