

# Base de Datos

## 3. Concepto del Modelo Entidad-Relación



Curso 2021-2022

# Tabla de contenido

<b>1.</b>	<b>ENTIDADES Y ATRIBUTOS .....</b>	<b>3</b>
1.1.	DOMINIO DE LOS ATRIBUTOS .....	4
1.2.	VALOR NULO DE LOS ATRIBUTOS .....	5
1.3.	ATRIBUTOS SIMPLES Y COMPUESTOS .....	5
1.4.	ATRIBUTOS MONOVALUADOS Y MULTIVALUADOS .....	6
1.5.	CARDINALIDAD DE LOS ATRIBUTOS .....	7
1.6.	ATRIBUTOS DERIVADOS .....	7
1.7.	CLAVE PRIMARIA .....	8
1.8.	NOTACIÓN .....	9
<b>2.</b>	<b>INTERRELACIONES .....</b>	<b>10</b>
2.1.	ATRIBUTOS DE LAS INTERRELACIONES .....	10
2.2.	GRADO DE LAS INTERRELACIONES .....	11
2.3.	CARDINALIDAD DE LAS INTERRELACIONES .....	12
2.3.1.	<i>Interrelaciones binarias</i> .....	12
2.3.2.	<i>Dependencias de existencia a las interrelaciones binarias</i> .....	14
2.3.3.	<i>Interrelaciones Ternarias y n-arias</i> .....	15
2.3.4.	<i>Límites de cardinalidad</i> .....	16
2.4.	INTERRELACIONES RECURSIVAS .....	17
2.5.	NOTACIÓN .....	19
<b>3.</b>	<b>ENTIDADES DÉBILES .....</b>	<b>20</b>
3.1.	NOTACIÓN .....	21

Las estructuras básicas del modelo Entidad-Relación (modelo ER) se corresponden, fundamentalmente, con los conceptos propuestos en la formulación original de este modelo que hizo el Dr. Peter Pin Shan Chen en su trabajo *The EntityRelationship Model Toward a Unified View of Data* 1976.

*La ingeniería del software es aquella rama de la ingeniería que permite elaborar software de calidad y con un coste efectivo.*

La notación de estas construcciones es fundamentalmente diagramática, aunque en algunos casos se puede añadir alguna especificación textual. Estos diagramas son generalmente conocidos como **diagramas ER** (en referencia al modelo) o **diagramas Chen** (en referencia al autor).

*CASE, computer aided software ingeneering , en inglés*

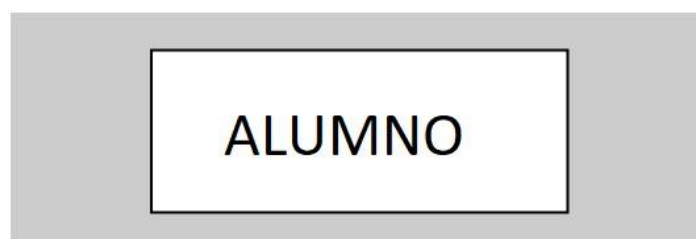
Los diagramas ER son muy eficaces a la hora de modelizar la realidad (empresarial o de cualquier índole) para obtener un esquema conceptual comprensible. Debido a esto, muchas de las herramientas de ingeniería del software asistida por ordenador (herramientas CASE), que también ayudan en el diseño de BD, utilizan los conceptos del modelo ER en sus diagramas.

Actualmente, tanto en la bibliografía especializada como en las herramientas CASE de diseño de BD, se pueden encontrar pequeñas variaciones a partir de la notación original propuesta inicialmente por el Dr. Chen.

La utilización de los elementos más simples del modelo ER, entidades, atributos e interrelaciones, y quizás de alguna otra construcción adicional, como las entidades débiles, pueden ser de gran utilidad en la comunicación entre los diseñadores de BD y los usuarios.

## 1. ENTIDADES Y ATRIBUTOS

Una **entidad** es algo que existe en el mundo real, distinguible del resto de cosas, y de la que nos interesan algunas propiedades.



Las entidades pueden tener una existencia física, como por ejemplo una persona, un coche o un libro, pero también pueden consistir en conceptos más abstractos, como un seguro o una deuda.

### Ejemplo de entidad

Imaginemos que estamos diseñando la BD de un instituto de secundaria, dedicado a la enseñanza de diferentes ciclos formativos de formación profesional. Cada persona

concreta, alumna del instituto mencionado, existe en el mundo real y, por tanto, se puede considerar una entidad.

Así pues, con el término *entidad* se puede hacer referencia a un objeto específico del mundo real, pero también a un conjunto de objetos similares, de los que nos interesan las mismas características. Por lo tanto, tenemos que distinguir:

*Las **entidades** en los diagramas ER se representan con un rectángulo.*

- **Entidades instancia** , como objetos concretos del mundo real (por ejemplo, el alumno Manel Riba es una entidad instancia).
- **Entidades tipo** , como conjuntos de entidades instancia (por ejemplo, la entidad tipo alumno ).

Llamamos **atributos** las características que nos interesan de las entidades.

Habitualmente, sólo nos interesará modelizar una parte de los atributos de una entidad, ya que podrá haber datos que sólo serán de utilidad en ámbitos muy específicos.

#### Ejemplos de atributos

En una entidad instancia referente a los vehículos de un concesionario ( figura 1 ), nos puede resultar interesante recoger ciertos datos, a fin de identificar correctamente a los coches a la hora de venderlos, como la MATRÍCULA, el COLOR el AÑO DE MATRICULACION, etc.

En cambio, otros datos de la misma entidad no serán de interés para nosotros, aunque sí que lo puedan ser para una BD que pertenezca a otro ámbito. Por ejemplo, desde un punto de vista sanitario, podría ser interesante registrar la altura, el peso o el grupo sanguíneo de estas mismas personas.

*Los **atributos** en los diagramas ER se representan con una elipse.*

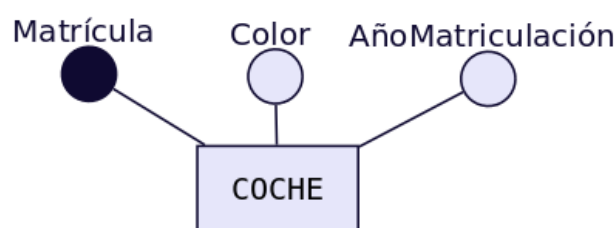


Figura 1: Ejemplos de atributos

### 1.1. Dominio de los atributos

Los atributos de cada entidad instancia adoptan valores concretos. Estos valores deben ser válidos.

Para que un valor de un atributo sea válido, debe pertenecer al conjunto de valores aceptables para el atributo en cuestión. Este conjunto de valores válidos denomina **dominio** .

**Ejemplos de dominio y de valores válidos**

El dominio del atributo COLOR de la entidad COCHE podría consistir en el conjunto de todas COLORES posibles de una longitud determinada. Serían valores válidos para el atributo COLOR, definido de este modo, "Azul", "Rojo", etc. En cambio, no lo serían, por ejemplo, una fecha de compra, un número o una cadena de caracteres que incluya alguno especial, tales como "4x4".

**1.2. Valor nulo de los atributos**

Los atributos de una entidad instancia pueden no tener ningún valor para algún atributo concreto. En estos casos, también se dice que el atributo tiene **valor nulo**.

**Ejemplo de valor nulo**

Puede suceder que un alumno no tenga teléfono. Entonces, el atributo Teléfono de la entidad ALUMNO no contendrá ningún valor o, dicho de otro modo, tendrá un valor nulo.

**1.3. Atributos simples y compuestos**

Se pueden considerar dos tipos diferenciados de atributos: los atributos simples y los compuestos.

Un **atributo simple** no se puede dividir en partes más pequeñas sin que ello conlleve la pérdida de su significado.

**Ejemplo de atributo simple**

El atributo Nombre es un atributo simple, porque su significado es indivisible (aunque en algunos casos almacene nombres compuestos, como Juan Manuel), y por tanto no tiene sentido dividir su valor en cadenas de caracteres más pequeñas por tratarse por separado.

Un **atributo compuesto** es lo que está subdividido en partes más pequeñas (que también tienen la consideración de atributos), las cuales tienen un significado propio.

**Ejemplo de atributo compuesto**

El atributo Apellidos se puede tratar como un atributo compuesto ( figura 2 ), porque se puede dividir en dos partes más pequeñas (dos atributos, en definitiva) que almacenen, una, el primer apellido, y la otra el segundo apellido. Estos dos atributos se pueden tratar por separado sin problemas.

Como muchas personas extranjeras sólo tienen un apellido, en este ejemplo, el atributo Apellido1 siempre tendrá algún valor para cualquier entidad instancia, pero el atributo Apellido2 deberá admitir valores nulos.

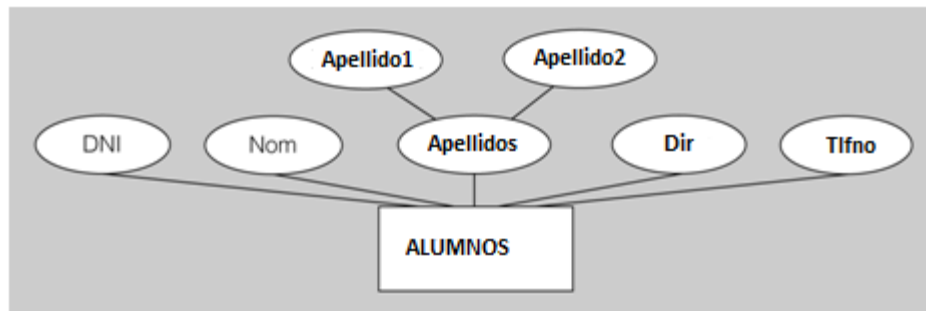


Figura 2: Ejemplo de atributo compuesto

Puede resultar interesante utilizar atributos compuestos si nos consta que los usuarios se referirán, en ocasiones, en el atributo globalmente considerado, ya veces a sus componentes por separado.

Por otra parte, los atributos compuestos agrupan los atributos relacionados, estructurándolos jerárquicamente, por lo que normalmente contribuyen a la comprensibilidad de los modelos.

#### 1.4. Atributos monovaluados y multivaluados

En el modelo relacional ...

... los atributos resultantes sólo pueden ser simples y monovaluats. Pero el modelo ER también puede servir para hacer derivar el modelo conceptual resultante hacia otros modelos lógicos que sí acepten los atributos compuestos o los multivaluados.

Otra forma de caracterizar los atributos es en función de si son atributos monovaluats o multivaluados.

*Un atributo **monovaluado** es lo que sólo puede almacenar, como máximo, un solo valor para cada entidad instancia concreta, en un momento determinado.*

##### Ejemplo de atributo monovaluado

Es evidente que cada persona sólo puede tener un DNI válido. Por lo tanto, el atributo DNI de la entidad ALUMNO deberá tratarse necesariamente como un atributo monovaluado.

Un **atributo multievaluado** puede almacenar, para cada entidad instancia concreta, diferentes valores al mismo tiempo.

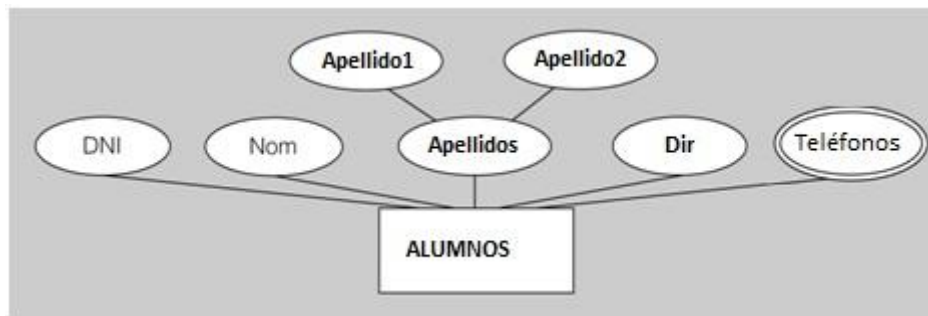


FIGURA 3: Ejemplo de atributo multivaluado

**Ejemplo de atributo multivaluado**

En el mundo real, una persona puede tener más de un teléfono ( figura 3 ). Por ejemplo, puede disponer de un teléfono fijo en el domicilio particular, de otro al trabajo, y además puede tener un teléfono móvil. Por lo tanto, el atributo Teléfono de la entidad ALUMNO se puede tratar como un atributo multivaluado.

*Los atributos **multivaluados** se representan en los diagramas ER con una **elipse de doble trazo**.*

**1.5. Cardinalidad de los atributos**

Si es necesario, se pueden especificar a continuación del nombre del atributo, entre paréntesis y separados por comas, el límite máximo y el mínimo de valores que se han de almacenar, esto es la **cardinalidad de los atributos** . Y se pueden presentar las siguientes opciones:

- NomAtributo (1, 1): atributo univaluado obligatorio (predeterminado, si no se especifica nada).
- NomAtributo (0, 1): atributo univaluado opcional (admite valores nulos).
- NomAtributo (1, n): atributo multivaluado obligatorio (no admite valores nulos).
- NomAtributo (0, n): atributo multivaluado opcional (admite valores nulos).

**Ejemplos de límites superior e inferior**

Siguiendo con el caso del atributo Teléfono, se podría establecer, por ejemplo, un límite inferior a 0 (ya que un alumno puede no disponer de ningún teléfono durante un período de tiempo determinado) o 1 (si queremos obligar al alumno a dar un teléfono de contacto, aunque no sea el suyo, sino el de un familiar, amigo o vecino).

Y se podría limitar el número máximo de teléfonos almacenar, por ejemplo, a 2 (si se prevé la posibilidad, bastante habitual, tener un fijo y un móvil) o 3 (si, además, consideramos la posibilidad de registrar el teléfono del centro de trabajo).

**1.6. Atributos derivados**

Se dice que un **atributo** es **derivado** cuando su valor se puede calcular a partir de otros atributos o bien de otras entidades interrelacionadas.

Cuando un atributo sirve para calcular el valor de un atributo derivado, se le considera atributo base de este.

**Ejemplos de atributo derivado**

Podríamos necesitar saber cuál es la edad en años de los alumnos, a fin de permitirles salir o no del instituto durante los períodos de recreo, en función de aquella ( figura 4 ). Si la entidad ALUMNO tiene un atributo llamado FechaNacimiento, podríamos modelizar otro derivado, llamado Edad, que se calculara a partir de la fecha actual (tomando la fecha del sistema) de la fecha de nacimiento (registrada en el atributo FechaNacimiento).

También podríamos necesitar saber el número total de asignaturas a las que está matriculado cada alumno. Podríamos establecer un atributo derivado llamado NombreAsignaturas, cuyo valor se cálculo es en función del número de ocurrencias de otra entidad tipo llamada ASIGNATURA interrelacionadas con cada una de las instancias de la entidad ALUMNO.

*Los **atributos derivados** en los diagramas ER se representan con una **elipse de trazo discontinuo**.*



**FIGURA 4: Ejemplo de atributo derivado**

Los atributos derivados constituyen una redundancia, es decir, una repetición normalmente innecesaria de datos. Por este motivo, los datos de los atributos derivados incluidos en los diagramas ER no suelen almacenar (y muy especialmente si traducimos este esquema conceptual al esquema lógico más frecuentemente utilizado, es decir, al modelo relacional), sino que se calculan cuando es necesario.

### 1.7. Clave primaria

Una entidad instancia concreta debe poder distinguir del resto de objetos del mundo real. Por lo tanto, cualquier modelización ER debe indicar, para toda entidad tipo, un atributo o un conjunto de atributos que la permita identificar unívocamente.

*La **clave primaria** en los diagramas ER se representa **subrayando los atributos** que la forman.*

El atributo o conjunto de atributos que identifican unívocamente las entidades instancia denominan **clave primaria** de la entidad.

#### Ejemplos de clave primaria

Podríamos seleccionar el atributo DNI de la entidad ALUMNO como clave primaria ( figura 5 ), ya que sabemos que en el mundo real no deben existir dos documentos de identidad iguales y, por tanto, nos servirá con toda seguridad para distinguir cualquier alumno del resto.

En los países donde no existen documentos de identidad, como los anglosajones, deberíamos optar por una solución alternativa. Podríamos añadir a nuestro modelo un atributo identificador, de tipo código, aunque este no existiera en el mundo real: CódigoAlumno.



O también podríamos considerar como clave primaria un conjunto de atributos que hiciera imposible o, cuando menos, muy difícil, que se repitieran las combinaciones de sus valores para diferentes entidades instancia: Nombre + Apellidos + Teléfono.



FIGURA 5: Ejemplo de clave primaria

## 1.8. Notación

### Notaciones ER alternativas

Actualmente no existe ninguna notación estandarizada universalmente para representar los esquemas del modelo ER. Cada recurso bibliográfico o cada software de diseño presenta, pues, variaciones y ampliaciones sobre la reducida notación propuesta originalmente por Peter Chen.

El modelo ER nos permite representar entidades y atributos mediante una sencilla notación diagramática.

En esta representación respetaremos las características siguientes:

- Como regla general, no usaremos acentos ni caracteres especiales, sólo letras y cifras.
- Representaremos las entidades tipo escribiendo su nombre en mayúsculas y en singular, dentro de un rectángulo.
- Representaremos cada atributo escribiendo su nombre con la primera letra en mayúscula y el resto en minúsculas, dentro de una elipse unida con un guión con el rectángulo que representa la entidad tipo de la que forman parte:
  - Si un atributo tiene un nombre compuesto, cada nombre comenzará con mayúscula para hacerlo más lector. Por ejemplo, **TelefonFijo**, **TelefonoMovil**.
  - Si el nombre de un atributo corresponde a unas siglas, debe ir íntegramente en mayúsculas, como DNI (documento nacional de identidad).
  - Las elipses de los atributos en que se puede descomponer un atributo deben ir unidas con un guión con la elipse del atributo compuesto.
  - La elipse de un atributo multivaluado estará formada por un trazo doble.
  - Los límites de un atributo multivaluado, en caso de existir, se especificarán a continuación del nombre del atributo, entre paréntesis y separados por una coma.
  - La elipse de un atributo derivado estará formada por un trazo punteado.
  - Los atributos que forman parte de una clave primaria deben ir subrayados.

Si hemos de establecer cualquier otra característica de los datos que no tenga predefinida una notación diagramática concreta, tendremos que añadir al diagrama las especificaciones textuales necesarias.

## 2. INTERRELACIONES

Una **interrelación** consiste en una asociación entre dos o más entidades.

Con el término **interrelación** podemos hacer referencia tanto a una asociación concreta entre diferentes entidades instancia, así como a una asociación de carácter más genérico, entendida como un conjunto de asociaciones de la misma tipología, entre diferentes entidades tipo.

### Ejemplo de interrelación

Ya conocemos la entidad ALUMNO (figura 6). Pero para diseñar la BD de nuestro instituto necesitaremos más entidades. Por ejemplo, será conveniente disponer de una entidad para almacenar las asignaturas que conformen la oferta formativa del centro. Podemos nombrar, esta nueva entidad, ASIGNATURA.

En un centro educativo, los alumnos se matriculan de asignaturas. Pues bien, para modelizar esta característica del mundo real, no necesitaremos ninguna nueva entidad. Sólo tendremos que establecer una asociación entre las dos entidades de que disponemos, ALUMNO y ASIGNATURA, mediante una interrelación.

De este modo, modelizar la asociación de cada alumno con todas las asignaturas en que esté matriculado, y, recíprocamente, de cada asignatura con todos los estudiantes respectivos. Podríamos llamar a esta interrelación, por ejemplo, Matrícula.

Las interrelaciones en los diagramas ER se representan con un rombo.

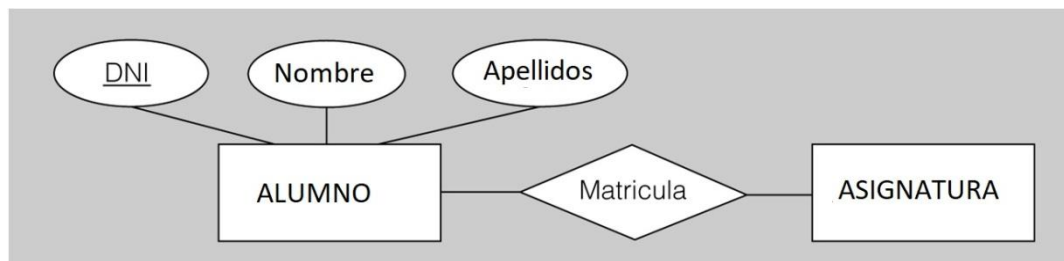


FIGURA 6: Ejemplo de interrelación

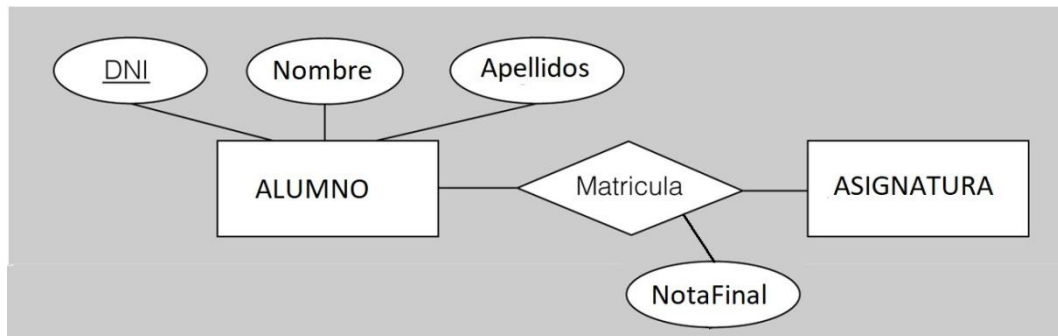
### 2.1. Atributos de las interrelaciones

A veces, nos puede interesar reflejar algunas características de determinadas interrelaciones. La manera de hacerlo es añadir los atributos necesarios, como haríamos si trabajáramos con entidades. Estos atributos son los **atributos de la interrelación**.

#### Ejemplo de atributo de interrelación

La secretaría de nuestro instituto necesitará tener constancia, como mínimo, de la nota final obtenida por cada alumno en cada asignatura en que se haya matriculado alguna vez ( figura 7 ).

La manera más sencilla de hacerlo sería añadir, a la interrelación Matricula, un atributo llamado, por ejemplo, NotaFinal, que sirve para almacenar este dato para cada asociación existente entre instancias de las entidades ALUMNO y ASIGNATURA.



**FIGURA 7: Ejemplo de atributo de interrelación**

Las propiedades de los atributos de las interrelaciones son idénticas a las descritas previamente en relación a los atributos de las entidades.

## 2.2. Grado de las interrelaciones

El **grado de una interrelación** depende del número de entidades que esta asocia.

Encontramos un ejemplo de interrelación de **grado dos** (sólo asocia dos entidades: ALUMNO y ASIGNATURA) en la figura del subapartado "Atributos de las interrelaciones".

Las interrelaciones de grado dos también se llaman *binarias*. Y las de grado superior a dos se denominan genéricamente *n-arias*. Las interrelaciones *n-arias* de grado tres también pueden ser llamadas *ternarias*, y las de grado cuatro, *quaternarias*.

### Ejemplo de interrelación de grado tres

Hasta ahora, la interrelación Matrícula sólo permite almacenar una matrícula de cada alumno en cada asignatura, y su atributo NotaFinal sólo permite reflejar una sola nota final de curso ( figura 8 ).

Pero este esquema no permite modelizar el hecho de que un alumno puede tener que matricularse más de una vez de una misma asignatura (y obtener una nota final en cada nueva matrícula) hasta obtener una calificación igual o superior al aprobado.

Una manera de conseguir representar esta característica del mundo real consistiría en añadir, en nuestro diseño, una nueva entidad que hiciera referencia al elemento temporal. La podríamos llamar CURSO, por ejemplo.

Y, a continuación, simplemente la interrelación Matrícula (conservando el atributo NotaFinal) interrelacione tres entidades: ALUMNO, ASIGNATURA y CURSO.

Y el nuevo esquema ya permitirá registrar matrículas sucesivas de un mismo alumno en una misma asignatura, pero a lo largo de diferentes cursos académicos, con las respectivas calificaciones obtenidas.

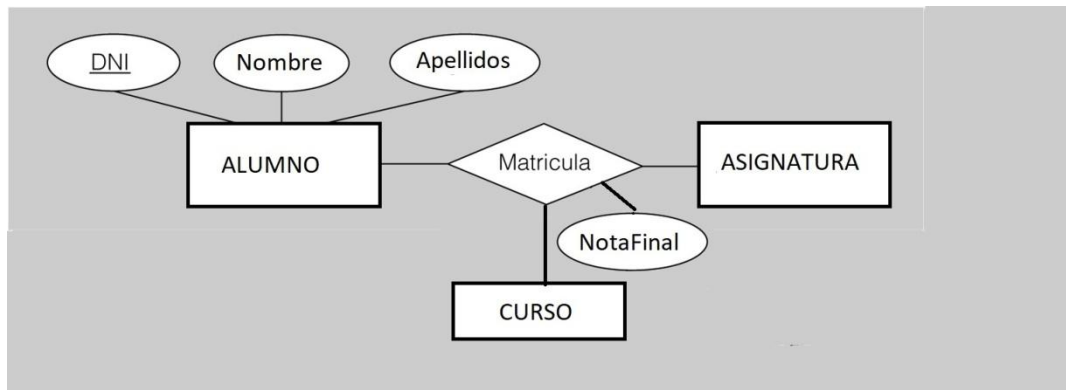


FIGURA 8: Ejemplo de interrelación de grado tres

## 2.3. Cardinalidad de las interrelaciones

La **cardinalidad** (también llamada *connectividad*) de una interrelación indica el tipo de correspondencia que hay entre las ocurrencias de las entidades que ella misma permite asociar.

### 2.3.1. Interrelaciones binarias

Tratándose de interrelaciones binarias, la cardinalidad expresa el número máximo de instancias de una de las entidades con las que una instancia de la otra entidad puede estar asociada según la interrelación en cuestión.

**Una N en un lado de la interrelación también se representa frecuentemente con un asterisco (\*)**

Las interrelaciones binarias pueden ofrecer tres tipos de conectividad:

Uno a uno (1: 1)

Uno a muchos (1: N)

Muchos a muchos (N: M)

Un 1 junto a una entidad indica que, como máximo, sólo una de sus instancias (la cual podrá variar en cada caso) tendrá la posibilidad de estar asociada con cada una de las instancias de la otra entidad.

**Si más de un extremo de la interrelación tiene una N, por razón de elegancia se representa con consonantes sucesivas, empezando por M: M, N, P, Q, etc.**

La cardinalidad 1 también se puede representar convirtiendo la línea que une la interrelación con la entidad en una flecha que apunte hacia la entidad.

En cambio, una N (o una M) junto a una entidad indica que será una pluralidad de sus instancias (las cuales también podrán variar en cada caso) la que tendrá la posibilidad de estar asociada con cada una de las instancias de la otra entidad.

La cardinalidad N (o M) también se puede representar con una flecha de doble punta que vaya de la interrelación hacia la entidad.

Es muy importante darse cuenta de que, independientemente del tipo de conectividad, una interrelación sólo permite asociar una sola vez unas entidades instancia determinadas entre ellas.

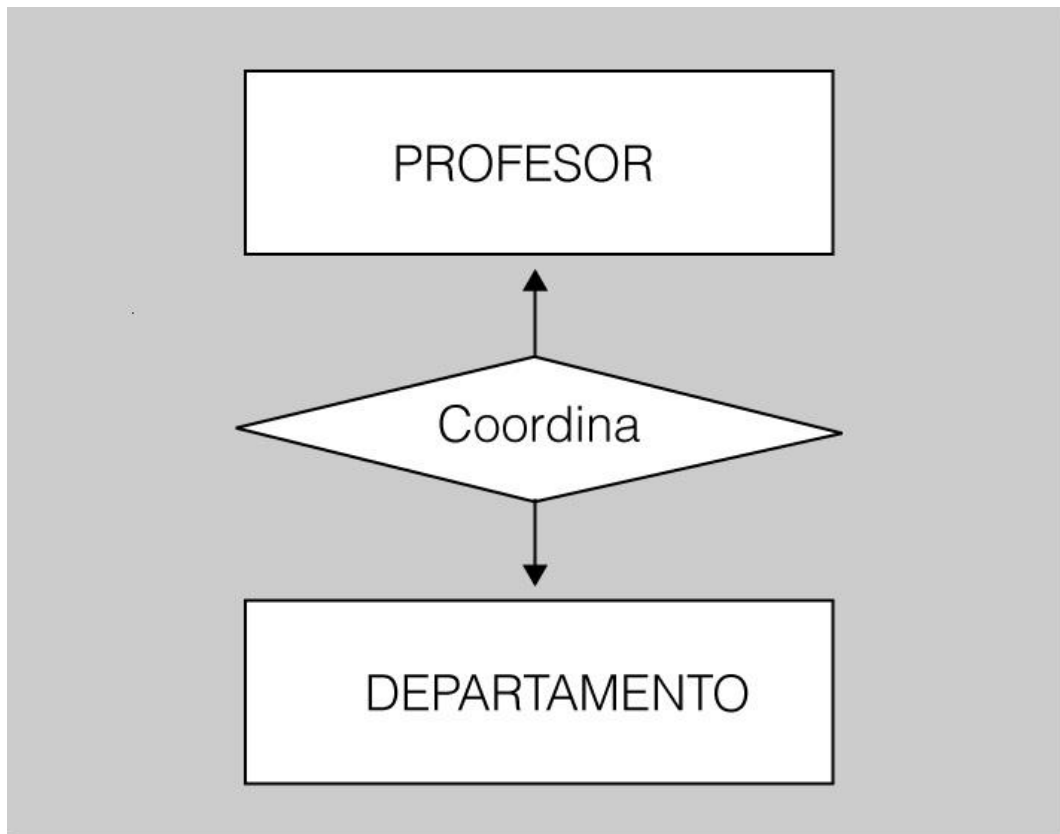
**Ejemplo de conectividad 1: 1**

Como los alumnos, los profesores también forman parte de la comunidad educativa (además de otros colectivos que de momento no necesitamos tener en cuenta, ver figura .9 ).

Los profesores organizan profesionalmente en departamentos, en función de su especialidad (por ejemplo: matemáticas, filosofía, informática, etc.).

Para reflejar estas dos realidades, tendremos que añadir a nuestro modelo dos nuevas entidades: PROFESOR y DEPARTAMENTO.

Cada departamento es coordinado por un solo profesor, y un profesor sólo puede coordinar un solo departamento. Para reflejar esta circunstancia, deberemos establecer una interrelación entre las entidades PROFESOR y DEPARTAMENTO con cardinalidad 1: 1. Podemos nombrar la nueva interrelación Coordina.



**FIGURA 9: Ejemplo de conectividad 1: 1**

**Ejemplo de conectividad 1: N**

Ya sabemos que todo profesor de instituto está asignado a un departamento ( [figura .10](#) ). Pero todavía nos falta establecer una nueva interrelación entre PROFESOR y DEPARTAMENTO que refleje esta realidad. La podemos llamar Trabaja.

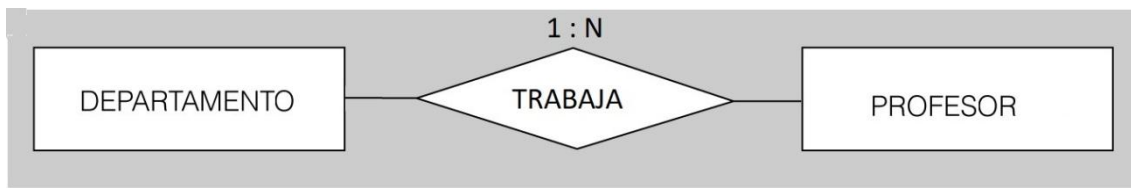


FIGURA 10: Ejemplo de conectividad 1: N

Como cada profesor sólo puede trabajar en un departamento, junto a la interrelación que conecta la entidad DEPARTAMENTO, irá un 1.

Inversamente, como que cada departamento puede tener más de un profesor asignado, junto a la interrelación que conecta la entidad PROFESOR, irá una N.

#### Ejemplo de conectividad N: M

Imaginemos que en nuestro instituto se organizan actividades deportivas extraescolares ( figura 11 ). Hay que incorporar a nuestro modelo una nueva entidad (que podemos llamar DEPORTE, por ejemplo) y una nueva interrelación que la asocie con la entidad ALUMNO (que podemos llamar Practica).

Los alumnos tienen la posibilidad de inscribirse como practicantes de uno o más deportes. Y los deportes, evidentemente, pueden ser practicados por más de un alumno. Por lo tanto, a un lado de la interrelación, irá una N, y al otro una M.

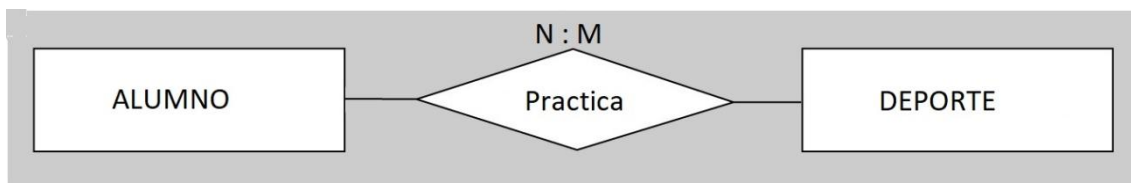


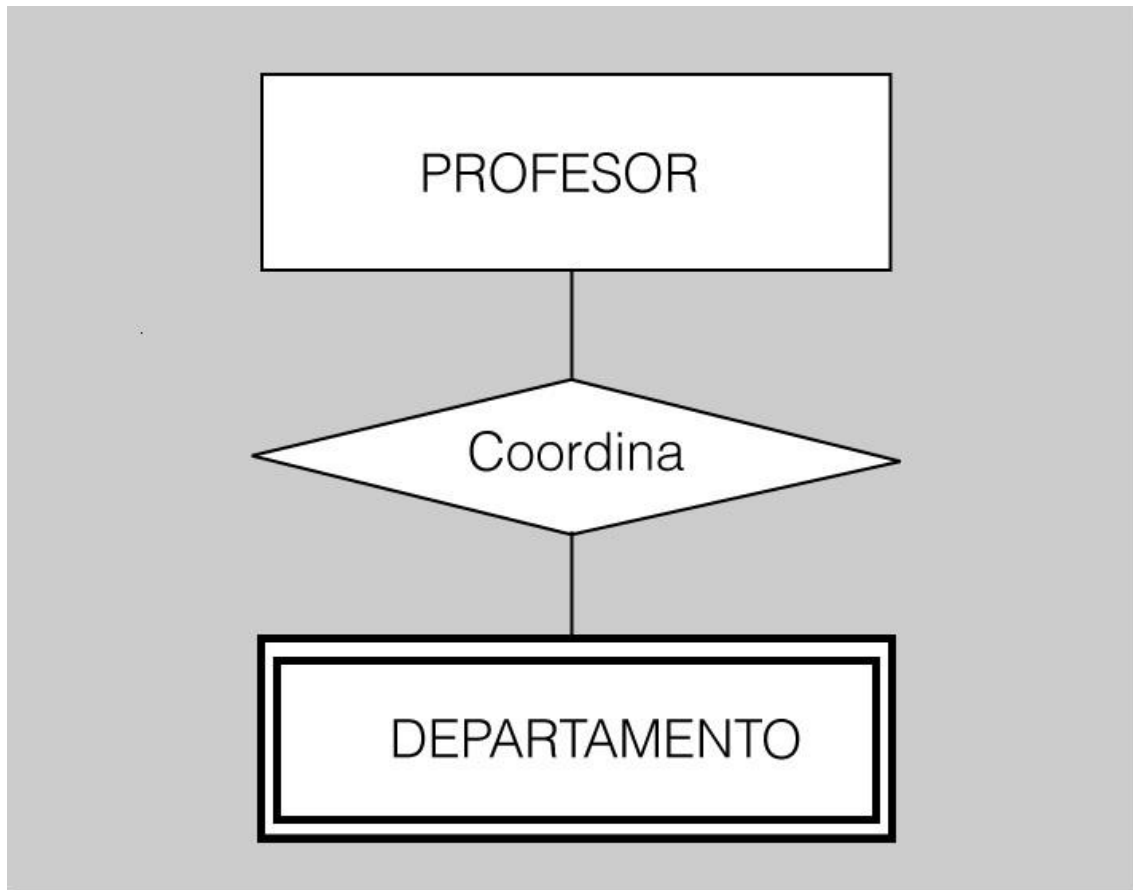
FIGURA 11: Ejemplo de conectividad M: N

### 2.3.2. Dependencias de existencia a las interrelaciones binarias

A veces, una entidad instancia sólo tiene sentido si existe al menos otra entidad instancia asociada con ella mediante una interrelación binaria determinada. En estos casos, se dice que la última entidad es una **entidad obligatoria** para la interrelación. De lo contrario, se dice que se trata de una **entidad opcional** para la interrelación.

Las entidades opcionales en los diagramas ER se representan superponiendo un círculo a la línea que une la entidad a la relación.

Las entidades obligatorias en los diagramas ER se representan superponiendo un pequeño guión a la línea que une la entidad a la relación.



**FIGURA 12: Ejemplo de dependencia de existencia**

Un círculo en la línea de conexión entre una entidad y una interrelación indica que la entidad es opcional en la interrelación. La obligatoriedad de una entidad en una interrelación indica con un guión perpendicular a la línea que une la entidad con la interrelación. Si no se consigna ni un círculo ni una línea perpendicular, se considera que la dependencia de existencia es desconocida.

Tendremos en cuenta esta característica sólo por lo que haga a las interrelaciones binarias, pero no a las n-arias.

#### **Ejemplo de dependencias de existencia**

La entidad PROFESOR es obligatoria en la interrelación Coordina ( figura 12 ). De este modo, se indica que no puede existir un departamento que no tenga ningún profesor que haga de coordinador del departamento. La entidad DEPARTAMENTO, en cambio, es opcional en la interrelación Coordina, ya que la mayoría de los profesores no coordinarán ningún departamento.

### **2.3.3. Interrelaciones Ternarias y n-arias**

La **cardinalidad de las interrelaciones n-arias** expresa el número máximo de instancias de una de las entidades con las que una combinación concreta de instancias de las otras entidades puede estar asociada según la interrelación en cuestión.

Las interrelaciones ternarias pueden ofrecer cuatro tipos de conectividad:

- 1: 1: 1

- 1: 1: N
- 1: M: N
- M: N: P

Donde 1 indica que como máximo sólo una de sus instancias (la cual podrá variar en cada caso) tendrá la posibilidad de estar asociada con cada combinación concreta de instancias de las otras entidades. Y en que N, M o P indica que varias instancias pueden estar relacionadas con cada combinación de instancias de las otras entidades.

En general, las interrelaciones n-arias pueden ofrecer  $n + 1$  tipo de conectividad. Así, por ejemplo, una interrelación cuaternaria (es decir, n-aria de grado 4) tendrá cinco tipos posibles de cardinalidad (porque en este caso  $n + 1 = 4 + 1 = 5$ ).

#### Ejemplo de conectividad M: N: P

Ya conocemos la interrelación Matrícula, que asocia las entidades ASIGNATURA, ALUMNO y CURSO. Pero todavía no hemos establecido sus cardinalidades ( figura 13 ).

Un alumno, en un curso determinado, puede matricularse de varias asignaturas. Por tanto, junto a la entidad ASIGNATURA, habrá una N (pero si sólo se pudiera matricularse de una sola asignatura, debería haber un 1).

Un alumno puede tener que matricularse de una misma asignatura durante más de un curso académico, hasta que la supere. Por tanto, junto a la entidad CURSO, habrá una N (pero si sólo fuera posible matricularse una vez de una asignatura, debería haber un 1).

Y es evidente que, durante un curso académico, diferentes alumnos pueden estar matriculados en una misma asignatura. Por tanto, junto a la entidad ALUMNO, también habrá una N (pero si solo se aceptara la matrícula de un alumno por asignatura y curso, debería haber un 1).

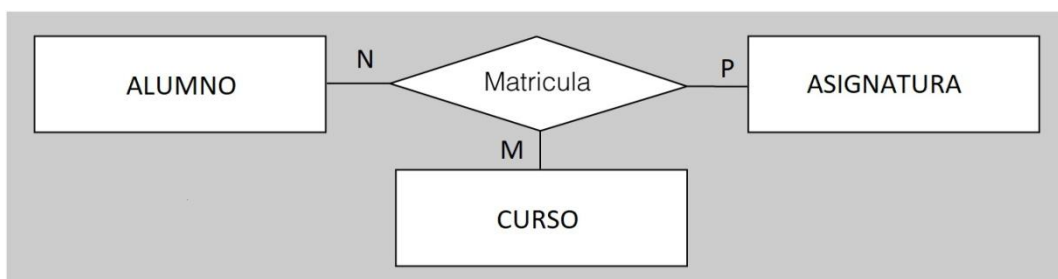


FIGURA 13: Ejemplo de conectividad M: N: P

#### 2.3.4. Límites de cardinalidad

A veces, puede resultar útil establecer **límites mínimos y máximos a las cardinalidades de las interrelaciones** . Para ello, basta con añadir una etiqueta del tipo *mín..màx* , para expresar los límites respectivos, junto a la línea que une cada entidad con la interrelación.

Los valores *mín* y *màx* podrán tener los siguientes valores:

- Cero, para indicar la posibilidad de que no exista ninguna asociación entre instancias.



- Cualesquiera números enteros, para indicar un límite mínimo o máximo concreto de posibilidades de asociación entre instancias.
- Un asterisco (\*), para indicar la posibilidad de un número ilimitado de asociaciones entre instancias.

#### Ejemplo de límites de cardinalidad

Ya conocemos la interrelación Coordina, que asocia las entidades PROFESOR y DEPARTAMENTO con cardinalidad 1: 1 ( figura 14 ).

Cada departamento debe tener asignado uno, y sólo uno, profesor que el coordine. Para reflejar esta limitación, tendremos que añadir la etiqueta 1..1 junto a la línea que une la entidad PROFESOR con la interrelación Coordina.

Por otra parte, no todos los profesores se encargan de coordinar un departamento (de hecho, lo más frecuente es que no se encarguen). Y si lo hacen, sólo se pueden encargar de la coordinación de uno. Para reflejar esta limitación deberemos añadir la etiqueta 0..1 junto a la línea que une la entidad DEPARTAMENTO con la interrelación Coordina.

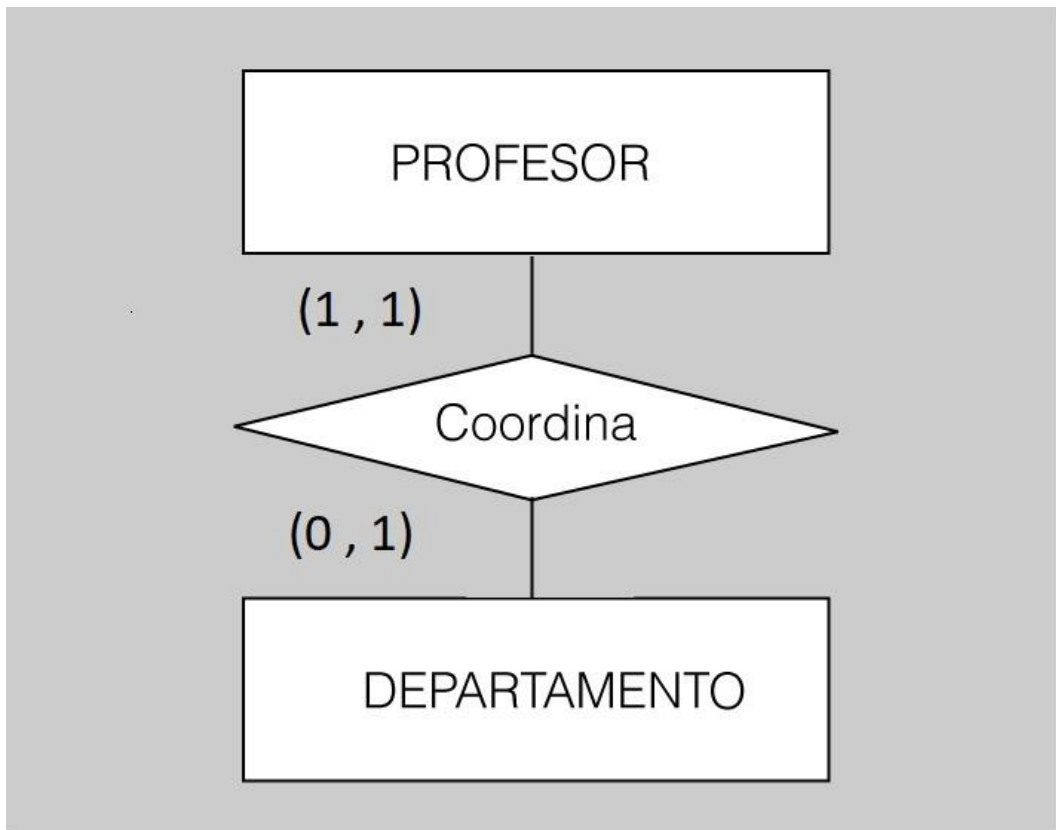


FIGURA 14: Ejemplo de límites de cardinalidad

## 2.4. Interrelaciones recursivas

Aunque otras interrelaciones asocian instancias de diferentes entidades, esta característica no es aplicable a las interrelaciones recursivas.

Una **interrelación recursiva** asocia las instancias de una entidad con otras instancias de la misma entidad.

Se dice que una interrelación recursiva es de grado 2 (o binaria) si sólo participa una entidad, la que se relaciona con ella misma.

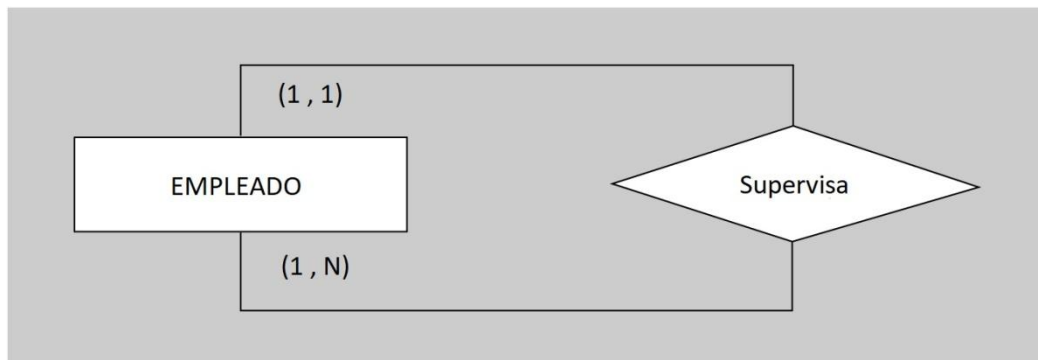
#### Ejemplo de interrelación recursiva binaria

Imaginemos que en nuestro instituto se establece, como requisito para cursar ciertas asignaturas, el hecho de haber superado previamente otra u otras asignaturas ( figura 15 ).

Podríamos modelizar esta situación mediante una interrelación recursiva binaria sobre la entidad PERSONA, y llamarla, por ejemplo, Supervisar.

Si consideramos que cada persona puede supervisar a una o más persona, y que al mismo tiempo cada persona es supervisada por una y solo una persona la cardinalidad debería ser 1: N.

*Las **interrelaciones recursivas** en los diagramas ER se representan **conectando una misma entidad más de una vez**, mediante una única relación.*



**FIGURA 15: Ejemplo de interrelación recursiva binaria**

Si en una interrelación recursiva participan, adicionalmente, más entidades, hablaremos de interrelaciones recursivas de grado 3 (o ternarias), de grado 4 (o cuaternarias), y así sucesivamente.

#### Ejemplo de interrelación recursiva ternaria

Cada alumno de nuestro instituto tiene un delegado por asignatura, que lo representa ante el profesorado que la imparte, a fin de hacer más fluidas las comunicaciones sobre las cuestiones relativas al funcionamiento de aquella que no sean de índole personal ( figura 16 ).

Podríamos modelizar esta situación mediante una interrelación recursiva ternaria, llamada, por ejemplo, Delegado. Una ocurrencia de esta interrelación asociará un alumno que actuará como delegado en el ámbito de una asignatura, otro alumno que actuará como estudiante de la misma asignatura, y la asignatura en cuestión.

La conectividad es 1: M: N. En ambos lados de la entidad ALUMNO hay un 1 y una N, porque, por un lado, un delegado de una asignatura puede representar más de un estudiante (N), y, por otro lado, un estudiante de una asignatura sólo puede tener un solo representante en el ámbito de esta (1). Y junto a la entidad ASIGNATURA hay una

M, para que un alumno puede actuar como representante de otro en diferentes ámbitos, correspondientes a diferentes asignaturas.

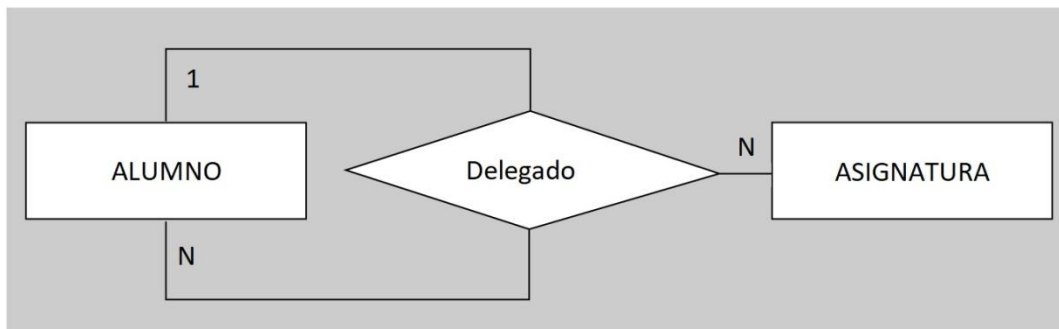


FIGURA 16: Ejemplo de interrelación recursiva ternaria

En una interrelación no recursiva, el papel, o rol, que interpreta cada entidad implicada se sobreentiende y, por tanto, no es necesario especificarlo.

En el caso de las interrelaciones recursivas, puede tener importancia especificar los diferentes papeles o **roles** que interpretan las instancias de una misma entidad, si estos roles no coinciden plenamente. Si el rol es exactamente lo mismo, no es necesario especificarlo.

#### Ejemplo de diferenciación de roles

Podríamos etiquetar las dos líneas de la interrelación Prerrequisito como "pre" y "post", por ejemplo, a fin de modelizar en el primer caso el rol de prerrequisito académico y, en el segundo caso, el rol de asignatura autorizada ( figura 17 ).

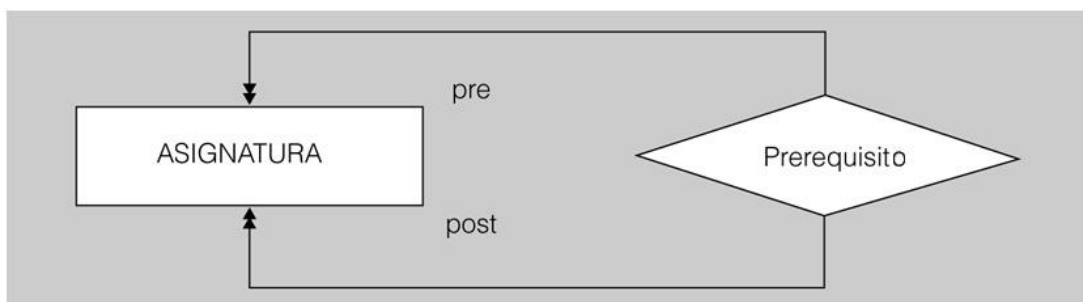


FIGURA 17: Ejemplo de diferenciación de roles

## 2.5. Notación

Como con las entidades, la notación diagramática para representar las interrelaciones y sus propiedades también es bastante sencilla:

- Toda interrelación se representa con un rombo, que va unido, mediante líneas, a todas las entidades que asocia.
- Los atributos de una interrelación, cuando existen, se representan de la misma manera que los atributos de una entidad.

- La conectividad de una interrelación se representa añadiendo una etiqueta con un 1 o un N, según sea necesario, a cada una de las líneas que la une con las entidades que participan.
- La opcionalidad se representa superponiendo un círculo a la línea de conexión correspondiente, y la obligatoriedad, superponiendo un pequeño guión perpendicular a la línea de conexión de que se trate.
- Si hay que establecer límites (0, entero, \*) en la cardinalidad de una interrelación, debe añadirse a cada una de sus líneas de conexión una etiqueta con el límite inferior y el superior separados por dos puntos seguidos.
- La recursividad de una interrelación se representa haciendo llegar dos líneas de conexión a la misma entidad. Si participan más entidades de la misma interrelación recursiva, se harán llegar las líneas de conexión correspondientes desde la interrelación.
- Si hay que hacer una diferenciación de los roles de una interrelación recursiva, se debe añadir una etiqueta, con la especificación textual adecuada, junto a cada una de las líneas de conexión.

### 3. Entidades Débiles

Las entidades que disponen de un atributo o, si no, de un conjunto de atributos capaces de establecer una clave primaria que sirva para distinguir cada instancia de la entidad del resto de ocurrencias se pueden llamar, más específicamente, *entidades fuertes*.

Las **entidades débiles** son aquellas que no disponen de suficientes atributos para designar unívocamente sus instancias. Para conseguirlo, deben estar asociadas, mediante una interrelación, con una entidad fuerte que las ayude.

La interrelación entre una entidad débil y su fuerte asociada es siempre de cardinalidad 1: N, y se resta del 1 al lado de la entidad fuerte, y la N junto a la débil.

Cada instancia de una entidad débil está asociada con una única ocurrencia de la entidad fuerte (por eso es en el lado 1 de la interrelación), y así es posible completar la identificación de manera única.

Por otra parte, la entidad del lado 1 debe ser obligatoria en la interrelación que, si no fuera así, alguna instancia de la entidad débil podría no estar asociada con ninguna de las ocurrencias de la entidad fuerte y, entonces, no se podría identificar completamente.

Las entidades débiles, pues, no tienen clave primaria, pero sí un atributo (o un conjunto de atributos) llamado **discriminante**, que permite distinguir entre ellas todas las instancias de la entidad débil que dependen de una misma instancia de la entidad fuerte.

Aunque no es un caso muy frecuente, se pueden encadenar entidades débiles, de tal manera que una entidad que actúe como parte débil en la interrelación que mantenga con otra entidad, puede actuar al mismo tiempo como entidad fuerte respecto a otra entidad que, a su vez, la necesite para identificar completamente sus instancias.

Adicionalmente a la interrelación que les sirve para identificarse completamente, las entidades débiles pueden participar en otras interrelaciones, como cualquier otra entidad.

#### Ejemplo de entidad débil

Ha llegado el momento de establecer una clave primaria para la entidad ASIGNATURA ( figura 18 ). Podríamos adoptar una codificación derivada de la utilizada en los currículos oficiales: C1, C2, C3, etc. (de Crédito 1, Crédito 2, y así sucesivamente). Podríamos llamar a este atributo CodiAssignatura. Pero esto no permitiría distinguir las asignaturas de los diferentes ciclos formativos impartidos en nuestro instituto.

Para lograr la identificación inequívoca de cada crédito, en primer lugar deberíamos contar con una nueva entidad llamada, por ejemplo, CICLO, para almacenar todos los ciclos impartidos en el centro. Esta entidad sería fuerte, y sus instancias se distinguirían inequívocamente las unas de las otras mediante una clave primaria que se podría decir CodiCiclo.

A continuación, deberíamos establecer una interrelación binaria llamada, por ejemplo, Curriculum, en la que participara la entidad ASIGNATURA como entidad débil, en el lado N de la interrelación, y la entidad CICLO como entidad fuerte, en el lado 1.

Las relaciones débiles en los diagramas ER se representan con un rectángulo de doble línea.

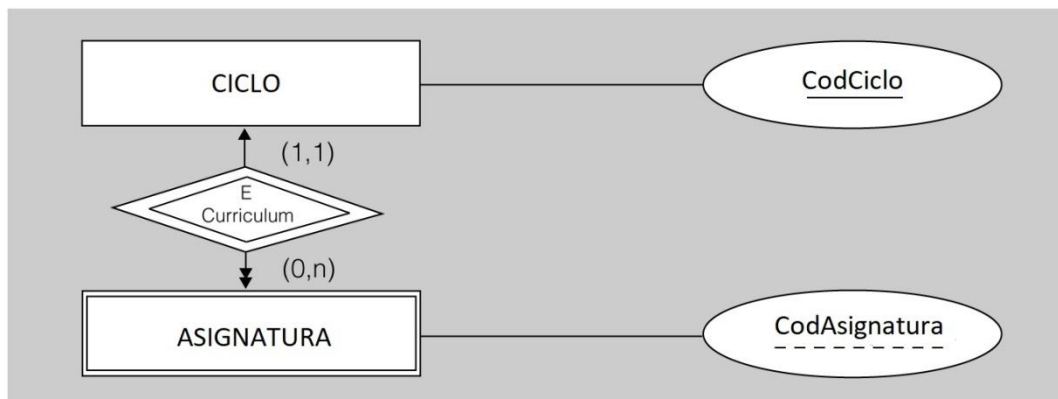


FIGURA 18: Ejemplo de entidad débil

### 3.1. Notación

Para incorporar las entidades débiles a los diagramas ER, hay que aplicar unas pocas reglas de notación adicionales:

- Las entidades débiles se representan escribiendo su nombre en mayúsculas y en singular, dentro de un rectángulo dibujado con una línea doble.
- La interrelación que une la entidad débil con su fuerte se representa con un rombo también de línea doble.
- El atributo o conjunto de atributos que actúen como discriminantes deben ir subrayados con una línea discontinua.