

### 3. Anexo: Decisiones de diseño

---

El diseño de las BD consiste en definir una estructuración de los datos tales que satisfaga las necesidades de los futuros usuarios del sistema de información que se quiere construir.

Con el fin de satisfacer debidamente los requerimientos funcionales de los usuarios, el diseñador de BD deberá considerar los diferentes tipos de operaciones a realizar sobre los datos.

El diseñador deberá tomar ciertas decisiones en la modelización de los datos, que incluso pueden comportar la revisión del esquema encontrado inicialmente, como por ejemplo en los siguientes ámbitos:

- Uso de entidades o atributos
- Uso de entidades o interrelaciones
- Uso de una interrelación n-aria o de diferentes interrelaciones binarias
- Ubicación de los atributos de las interrelaciones
- Uso de la entidad FECHA

El diseñador también deberá detectar y evitar las trampas de diseño que se puedan producir al realizar conceptualizaciones erróneas del mundo real, como:

- Encadenamiento erróneo de interrelaciones binarias 1-N
- Uso incorrecto de interrelaciones binarias MN
- Falsas interrelaciones ternarias

A continuación, es necesario plasmar todas estas decisiones en una documentación que permita continuar trabajando en las fases de diseño posteriores.

#### 3.1 Alternativas de diseño

Una de las características fundamentales del modelo ER es muy flexible. Tanto es así, que una misma realidad puede ser modelizada de diferentes formas por el diseñador, quien a veces dispone de alternativas a la hora de definir las entidades y sus interrelaciones.

##### 3.1.1 Uso alternativo de entidades o atributos

Consideramos la ya conocida entidad DOCUMENTO, del modelo ER que hemos elaborado para la red de bibliotecas de INS, y que cuenta con los atributos Firma, Título, AñoPublicacion, Importe y Excluyente Prestamo. Se podría argumentar que el título del documento podría constituir una entidad por sí mismo. Los motivos son los siguientes:

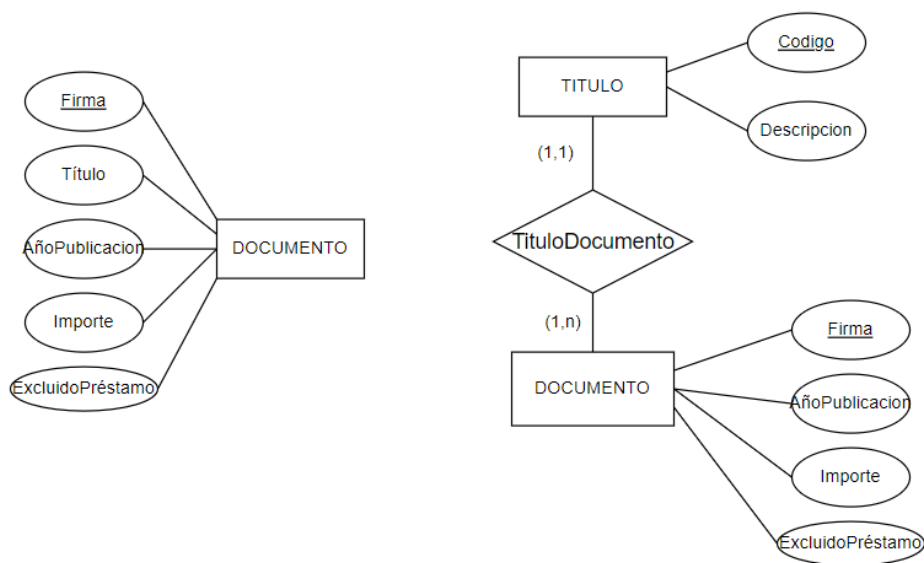
- Una biblioteca puede disponer de más de un ejemplar de algunos títulos (por ejemplo, una biblioteca podrá tener dos o tres ejemplares de una misma novela si la demanda lo aconseja).
- Una biblioteca también puede disponer de un mismo título en distintos formatos, cada uno constituirá un documento diferente (pensamos en el caso, por ejemplo, de un mismo título para una obra que está disponible en formato libro, cómic y DVD).
- Finalmente, un mismo título puede estar disponible en más de una biblioteca, y la futura BD debe posibilitar el préstamo interbibliotecario de documentos y, por tanto, su consulta.

Si se acepta este punto de vista, la entidad DOCUMENTO originaria debería volver a definirse de la siguiente manera:

- La entidad DOCUMENTO se quedaría con los atributos AñoPublicacion, Importe y ExcluyentePréstamo, y perdería el atributo Título.
- Habría una nueva entidad, llamada TITULO. En previsión de la posible coincidencia de un mismo título para diferentes obras, establecemos un atributo llamado Código, como clave primaria de la entidad, y otro atributo llamado Descripción, que almacenará los distintos títulos de que dispongan los fondos bibliográfico y documental de la red de bibliotecas INS.
- Sería necesario establecer una interrelación entre las entidades TITULO y DOCUMENTO, con cardinalidad 1-N, y nombrarla, por ejemplo, TituloDocumento, para reflejar la asociación entre cada título y los documentos respectivos.

En la [figura 3.1](#), se pueden ver dos diagramas alternativos según se trate el título de los documentos como un atributo o bien como una entidad.

*Figura 3.1 Uso alternativo de entidades o atributos*



¿Cuáles son entonces las diferencias fundamentales entre las dos opciones consideradas? Tratar un concepto del mundo real como una entidad en lugar de como un atributo conlleva ciertas **ventajas**:

- Evita redundancias de datos, ya que un mismo valor (como por ejemplo el título de un documento) sólo se introducirá una vez (y no una vez por el atributo de cada ejemplar), lo que permite lo siguiente:
  - Ahorrar espacio en la BD.
  - Minimizar la posibilidad de error de los usuarios (y al mismo tiempo facilitarles su corrección).
  - Optimizar las consultas sobre la BD y potenciar la coherencia de sus resultados.
- Asigna una cardinalidad (1 o N), y unos límites sobre ésta, sin recurrir al uso de atributos multivaluados (los cuales no son directamente implementables en el modelo relacional, que sigue siendo el modelo lógico más utilizado), de tal modo que podemos asignar 0, 1 o más valores en cada caso, según la realidad que corresponda modelizar.
- Incluye información adicional añadiendo nuevos atributos a la entidad creada o, en su defecto, relacionando ésta con otras entidades.

Esto no significa que siempre es recomendable el uso de entidades antes que de atributos. **Lo primero que deberíamos hacer antes de adoptar una decisión en este sentido sería examinar si el atributo en cuestión almacenará valores repetidos**, ya que, de lo contrario, normalmente, será preferible obtener sólo un objeto (una entidad) en lugar de tres (dos entidades y una interrelación), lo que comporta un resultado mucho más compacto.

En definitiva, el hecho de tratar un concepto como entidad es una opción más general que tratarlo como atributo, que permite almacenar información adicional, añadiendo nuevos atributos o estableciendo nuevas interrelaciones.

Sin embargo, decidirse por esta opción sólo tiene sentido cuando resulta de alguna utilidad. Por ejemplo, difícilmente podría defenderse el tratamiento del nombre propio de los usuarios como entidad por sí mismo. Aunque, seguro, se producirán repeticiones de valores en este atributo, utilizar una entidad para representarlo sólo complicaría el esquema resultante, pero no reflejaría mejor la realidad que se quiere modelizar ni, en principio, aportaría ninguna ventaja respecto a la opción inicial.

### 3.1.2 Uso alternativo de entidades o interrelaciones

A veces, es mejor representar un objeto del mundo real mediante una entidad y, en otras ocasiones, como una interrelación.

Como regla general, podemos hacer las siguientes afirmaciones:

- Las entidades consisten en objetos del mundo real, independientemente de que existan físicamente como, por ejemplo, un coche, o que tengan un carácter más bien abstracto, como una póliza de seguro. Habitualmente, nos referimos a ellos con sustantivos.

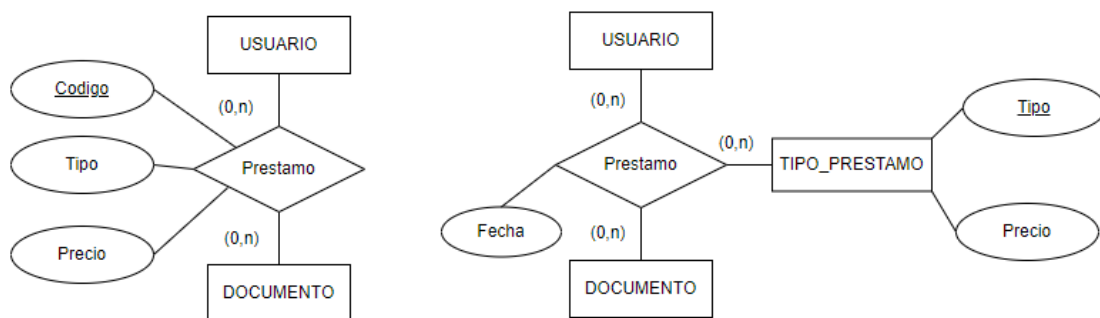
- En cambio, las interrelaciones deberían servir para representar acciones o procesos que tienen lugar entre entidades. Es frecuente referirse a ellos utilizando verbos (aunque sea con participios).

Considerar el préstamo de documentos a los usuarios como una interrelación con tres atributos propios (Fecha, Tipo y Precio) provoca ciertos problemas, ya que los atributos descriptivos Tipo y Precio tienen muy pocos valores posibles:

- préstamo normal, gratuito
- préstamo interbibliotecario, 1,20 €
- préstamo a domicilio, 1,50 €

Estas tres parejas de valores se repetirán para cada préstamo, ocuparán inútilmente mucho espacio de almacenamiento y, aún peor, dejarán en manos de los usuarios de la BD (o, como máximo, de los informáticos que programen aplicaciones contra la BD), en cada nueva inserción, la responsabilidad de la consistencia de los datos, ya que estos atributos nunca deberían tener valores distintos a los mencionados.

*Figura 3.2 Uso alternativo de entidades o interrelaciones*



Una posibilidad para evitar esta problemática consistiría en considerar la existencia de una entidad, llamada TIPO\_PRESTAMO, con dos atributos, que serían Tipo, como clave primaria, y Precio. Entonces se podría establecer una interrelación ternaria de cardinalidad MNP entre USUARIO, DOCUMENTO y PRESTAMO, que sólo incorporara el atributo Fecha. Podemos ver el esquema planteado inicialmente y la alternativa que acabamos de describir en la [figura 3.2](#).

### 3.1.3 Uso alternativo de interrelaciones binarias o ternarias

En ocasiones, ciertas interrelaciones que en principio no parecen binarias podrían plantearse más acertadamente con un conjunto de interrelaciones de grado 2.

---

### Ejemplo de una interrelación originariamente ternaria

La interrelación de un hijo con su padre y su madre (con cardinalidad N-1-1).

Sería, pues, más acertado plantear dos interrelaciones binarias que interrelacionaran por separado el hijo y el padre, por un lado, y el hijo y la madre, por otro (con cardinalidades N-1).

De esta forma, aunque no constara la paternidad, se podría registrar correctamente la maternidad. En cambio, utilizando una interrelación ternaria no tendríamos esta posibilidad.

---

Por otra parte, siempre es posible (lo que no significa recomendable) representar las interrelaciones ternarias con cardinalidad MNP (y, por extensión, las n-arias de cualquier orden  $n$ , con cardinalidad similar) con un conjunto de tres interrelaciones binarias (o de  $n$ , tratándose de una  $n$ -aria de orden superior).

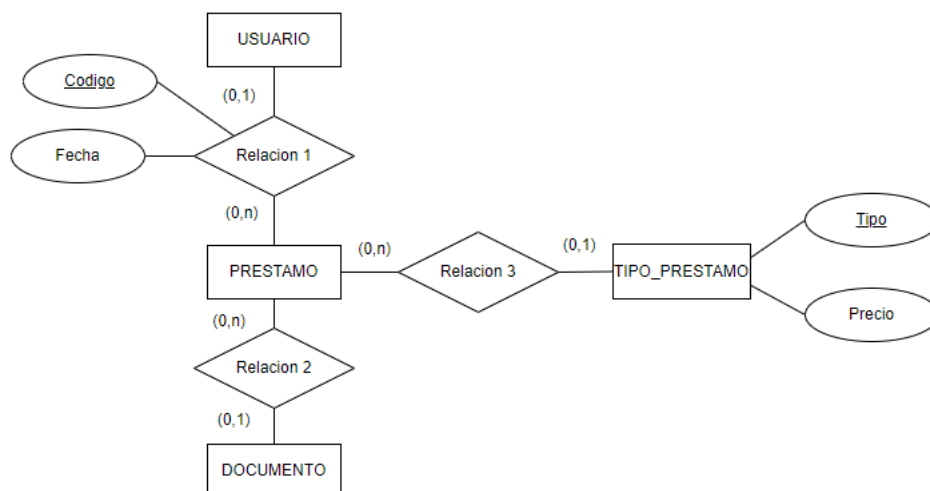
Para conseguirlo, es necesario seguir los siguientes pasos:

- Convertir la interrelación inicial en una entidad.
  - Se debe establecer un atributo identificador que actúe como clave primaria.
  - Si la interrelación originaria tiene atributos, éstos deben incorporarse a la nueva entidad.
- Establecer  $n$  interrelaciones binarias entre la nueva entidad y cada una de las  $n$  entidades preexistentes.

Hay que decir que este proceso es reversible, es decir, que se puede seguir de forma inversa.

En la [figura 3.3](#), se muestra la conversión de la interrelación ternaria Préstamo en una nueva entidad y tres nuevas interrelaciones binarias.

*Figura 3.0.3 Uso alternativo de interrelaciones binarias o ternarias*



Pero esto no sería deseable casi nunca por los siguientes motivos:

- El atributo identificador de la entidad en que convirtiéramos la entidad n-aria originaria, junto con el conjunto de interrelaciones binarias necesarias, normalmente comportarían un incremento de la complejidad del diseño obtenido y, por tanto, también comportarían un aumento de los requerimientos ulteriores de almacenamiento de la BD.
- Una interrelación n-aria muestra más claramente las entidades directamente asociadas que un conjunto de interrelaciones binarias.

Por último, cabe decir que cuando alguna cardinalidad de la interrelación n-aria originalmente planteada no es N, sino 1, no puede utilizarse el mecanismo de traducción referido más arriba sin pérdida de significado en el modelo resultante. Por tanto, en estos casos, nunca se debe utilizar esta alternativa.

Pensemos, por ejemplo, en una interrelación ternaria que modelizara los destinos del profesorado en los diferentes centros de enseñanza al inicio de cada curso académico. Sería una interrelación ternaria entre PROFESOR, CURSO y CENTRO con cardinalidad MN-1. Pues bien, si aplicáramos la metodología que hemos explicado, el modelo resultante (con una nueva entidad y tres nuevas interrelaciones binarias) no podría reflejar la circunstancia en la que un profesor, durante un curso concreto, sólo puede ser destinado a un solo centro docente. En cambio, las cardinalidades de la interrelación ternaria reflejarían este hecho sin ambigüedad alguna.

### 3.1.4 Ubicación de los atributos de las interrelaciones

Las cardinalidades de las interrelaciones pueden afectar a la situación de sus atributos.

Tenemos las siguientes posibilidades en las interrelaciones binarias:

- Interrelaciones binarias con cardinalidad 1-1 y 1-N
- Interrelaciones binarias con cardinalidad MN e interrelaciones n-arias

#### Interrelaciones binarias con cardinalidad 1-1 y 1-N

Puede haber atributos adscritos directamente a una interrelación binaria con cardinalidad 1-1, en lugar de estar asociados a alguna de las dos entidades participantes.

La otra opción consiste en añadir el atributo a una de las dos entidades interrelacionadas:

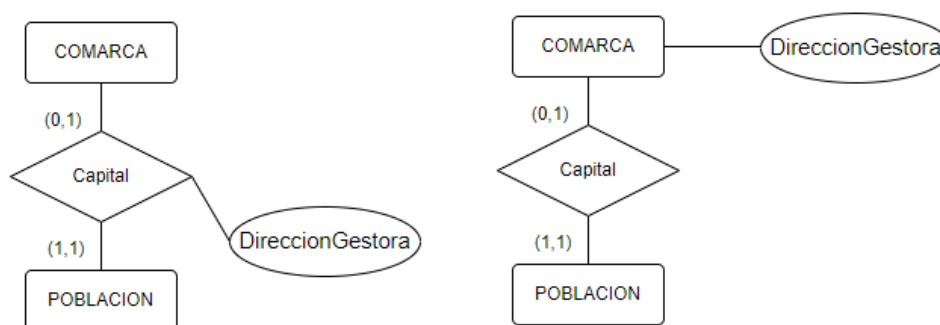
- Cuando no se sabe de quién depende la existencia de las entidades resulta indiferente asociar los atributos de la interrelación a cualquiera de las dos entidades implicadas.
- Pero cuando una de las dos entidades es opcional en la interrelación, como en este caso la entidad COMARCA, sólo podemos optar entre asociar el atributo a la interrelación o bien a la entidad opcional. En ningún caso debemos asociarlo

con la entidad obligatoria, ya que se generarían atributos con valores nulos (en este ejemplo, sería el caso, por otra parte, mayoritario, de las poblaciones que no son capital de comarca).

Por ejemplo, podemos añadir un atributo a la interrelación Capital, entre las entidades COMARCA y POBLACION, y nombrarlo *DireccionGestora*, para que almacene la dirección correspondiente de la delegación (o gestora) territorial del Departamento de Educación.

La [figura 3.4](#) muestra un ejemplo de cada una de las dos posibilidades citadas.

*Figura 3.4 Ubicación de atributos en las interrelaciones binarias con cardinalidad 1-1*



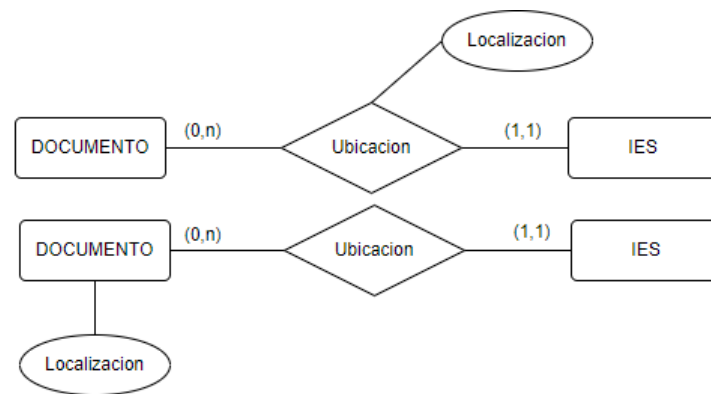
En el caso de las interrelaciones binarias con cardinalidad 1-N, también puede haber atributos directamente asociados con la interrelación, en lugar de estarlo con alguna de las dos entidades participantes:

Por ejemplo, podemos añadir un atributo, llamado *Localización*, a la interrelación *Ubicación*, existente entre las entidades DOCUMENTO e IES, para facilitar la localización física de los documentos dentro de cada instituto (típicamente estarán en la biblioteca, pero algunos podrán estar en los departamentos didácticos, en los laboratorios, en la sala de profesores, etc., debido a su uso habitual, aunque al mismo tiempo puedan prestarse).

La otra opción válida consiste en añadir el atributo a la entidad interrelacionada junto a la N. En ningún caso debemos asociarla con la entidad del lado del 1, ya que entonces sólo se podría indicar un mismo valor para todas las interrelaciones entre entidades:

En este ejemplo, si añadiéramos el nuevo atributo considerado a la entidad IES, que está en el lado 1 de la interrelación, constaría que todos los documentos de cada instituto estarían en la misma ubicación, lo que no reflejaría la realidad que se quiere modelizar. En cambio, si añadimos el nuevo atributo a la entidad DOCUMENTO, que está en el lado N, podremos indicar sin problemas la localización concreta de cada documento dentro del instituto respectivo.

Figura 3.5 Interrelaciones binarias con cardinalidad 1-N



En estos casos, hacer depender los atributos descriptivos de la interrelación o de una de las entidades (siempre que la equivalencia sea posible) es una decisión de diseño que puede contribuir a reflejar mejor o peor las características propias de la porción del mundo real que se quiere modelizar, todavía el modelo lógico resultante será el mismo en ambos casos.

#### Interrelaciones binarias con cardinalidad MN e interrelaciones n-arias

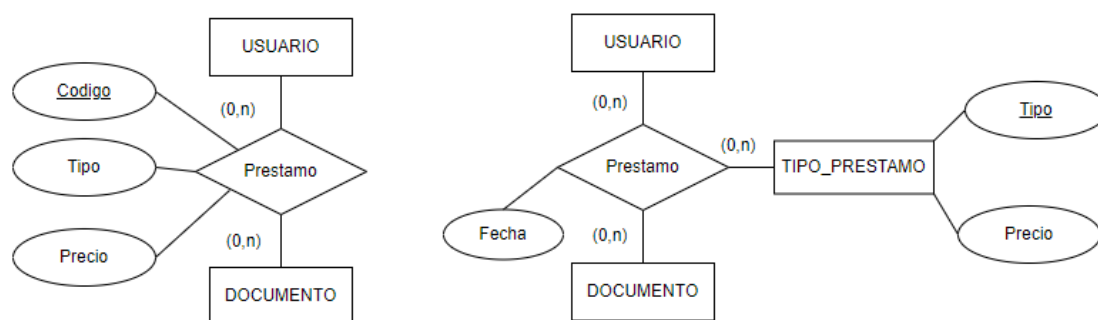
En interrelaciones binarias con cardinalidades MN, y en interrelaciones ternarias o n-arias de orden superior, independientemente de las cardinalidades, la ubicación de los atributos descriptivos es mucho más clara, y no existen equivalencias:

- Siempre que un atributo describa una característica de una entidad, debe depender directamente de ésta.
- Sin embargo, cuando el valor de un atributo se determina en función de una combinación de instancias de las entidades que participan en la interrelación, sólo puede estar asociado con la interrelación.

Examinamos, por ejemplo, la interrelación ternaria Préstamo de la [figura 3.6](#). El atributo Fecha no es un dato que responda exclusivamente de los usuarios de la red de bibliotecas, ni de los documentos existentes, ni tampoco de los tipos de préstamo que se pueden realizar. Cada valor del atributo Fecha sólo tendrá sentido aplicado a una combinación de instancias de las tres entidades que participan en la interrelación (USUARIO, DOCUMENTO y TIPO\_PRESTAMO), la cual constituye una modalidad de préstamo de un documento a un usuario en una fecha determinada. Por tanto, en este caso, Fecha deberá acompañar necesariamente la interrelación Préstamo. En cambio, si la añadiéramos a una de las tres entidades antes mencionadas, no nos serviría para modelizar el aspecto cronológico de los préstamos.



Figura 3.6 Uso alternativo de entidades o interrelaciones



### 3.1.5 La entidad FECHA

Consideramos una interrelación llamada Prestamo (con un atributo para registrar la fecha) entre las entidades USUARIO, DOCUMENTO y TIPO\_PRESTAMO, con cardinalidad MNP.

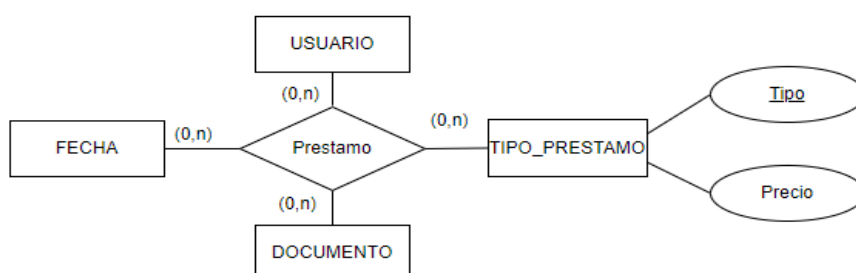
Concebida la interrelación Prestamo de esta manera, permite representar la circunstancia en la que un documento concreto se presta, de una determinada manera (según el tipo de préstamo de que se trate), a un usuario de la red de bibliotecas, pero sólo en una única fecha.

Esto significa que, si un usuario solicita un documento que ya se le ha prestado, no podrá formalizar el préstamo, aunque el documento esté disponible, porque el sistema no lo permitirá. Uso alternativo de entidades o interrelaciones.

Pero la red de bibliotecas permite evidentemente que un usuario pueda volver a pedir en préstamo un documento, aunque se le haya prestado en algún otro momento anterior. Por tanto, la estructura actual constituye un error de diseño, porque la realidad no está bien modelizada.

Una posible solución consistiría en añadir al diagrama una entidad abstracta, llamada FECHA, que participara de la interrelación Préstamo con cardinalidad N. De este modo, el sistema permitiría registrar préstamos de un mismo tipo, de un mismo documento, ya uno mismo usuario, tantas veces como fuera necesario, eso sí, en fechas distintas. Podemos observar el modelo resultante en la [figura 3.7](#), donde la interrelación ternaria originaria pasa a convertirse en cuaternaria.

Figura 3.7 Ejemplo de uso de la entidad abstracta FECHA



FECHA es una entidad abstracta que se utiliza muy a menudo en los diagramas ER, añadiéndola a una interrelación, para modelizar la posibilidad de que una misma combinación de instancias del resto de entidades asociadas se pueda volver a producir en más de un instante.

Fijémonos en que hemos utilizado una entidad muy útil, llamada FECHA, pero que tiene una elaboración muy abstracta. A diferencia de las demás entidades, no existe como tal en el mundo real. Y también al contrario que el resto de las entidades no terminará dando lugar a una representación tabular, por sí misma, en la futura BD.

Sólo es necesario utilizar la entidad FECHA cuando la cardinalidad aplicable al conectarla a la interrelación de que se trate sea N. En cambio, si debe ser 1, se puede continuar utilizando un atributo asociado a la interrelación (y de hecho, mejor así, porque el diagrama resultante será más compacto).

Si lo que nos interesa modelizar no son las fechas, sino las horas, podemos, simplemente, llamar a esta entidad abstracta HORA. Y, finalmente, si lo que en realidad queremos modelizar son fechas y horas, también le podemos llamar FECHA\_HORA.

## 3.2 Trampas de diseño

Llamamos **trampas de diseño** a las conceptualizaciones erróneas del mundo real, producidas durante la fase de diseño conceptual, que tienen repercusiones negativas tanto en la modelización inicial como en la ulterior implementación de la BD.

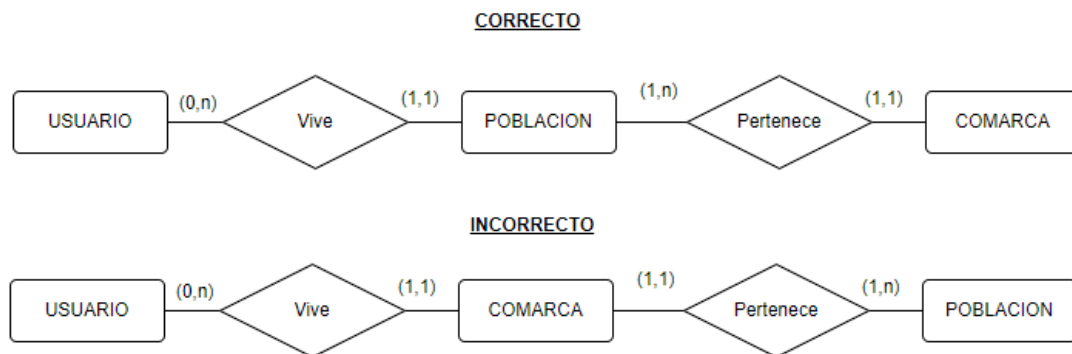
Estas trampas pueden comportar la imposibilidad de representar los datos tal y como son, o bien la imposibilidad de realizar determinadas consultas sobre las mismas.

### 3.2.1 Encadenamiento erróneo de interrelaciones binarias 1-N

El **encadenamiento erróneo de interrelaciones** puede producirse siempre que nos encontremos con dos (o más) interrelaciones de cardinalidad 1-N mal encadenadas. Consideramos una entidad (A) que está asociada con otra (B), que al mismo tiempo lo está con una tercera entidad C. Entonces, si en la aplicación errónea de la transitividad se asocia directamente la entidad A con la C, puede producirse un error conceptual que provoque pérdida de información.

Con el diagrama erróneo de la [figura 3.8](#), por ejemplo, no se refleja en qué población vive cada usuario, ya que en cada comarca pertenece una pluralidad de poblaciones. En cambio, con el esquema originario sí se puede determinar, en primer lugar, en qué población vive cada usuario y, a continuación, si nos interesa, a qué comarca pertenece cada una de las poblaciones obtenidas.

Figura 3.8 Ejemplo de encadenamiento erróneo de interrelaciones con pérdida de información



Esta trampa puede comportar la imposibilidad de resolver correctamente todas las consultas que deberían poder realizarse sobre los datos. Así pues, es muy importante elegir correctamente las asociaciones realmente necesarias para modelizar correctamente la realidad.

En otras ocasiones, el encadenamiento erróneo de interrelaciones no produce una pérdida de información, estrictamente, ya que se pueden realizar todas las consultas necesarias sobre los datos, aunque sea de forma ineficiente. El principal problema radica en que, al borrarse instancias de la entidad central, pueden quedar desconectadas algunas de las instancias de las entidades exteriores.

En la [figura 3.9](#), podemos ver una modelización errónea que nos permite registrar y consultar, aunque de forma ineficiente, la asociación entre instancias de POBLACION y COMARCA.

Figura 3.9 Ejemplo de encadenamiento erróneo de interrelaciones con desconexión de instancias



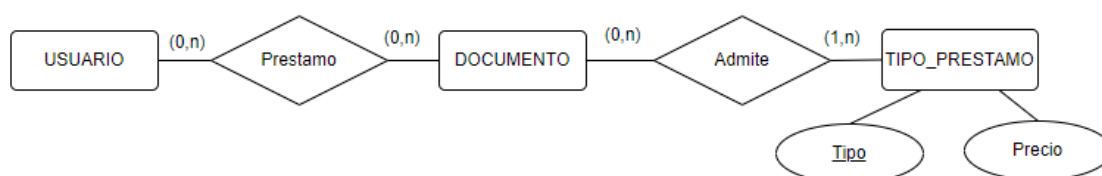
El problema principal deriva del hecho de que esta asociación debe realizarse mediante la entidad USUARIO. Si no existe ningún usuario que viva ni en una población ni en una comarca concretas, el sistema no permitirá asociar estas dos instancias (es decir, no se podrá registrar en qué comarca está ubicada la población en cuestión). El mismo impedimento se producirá en caso de que borremos todos los usuarios que permitan asociar a una población con una comarca concreta: la asociación entre ambas dejará de existir.

### 3.2.2 Uso incorrecto de interrelaciones binarias MN

El uso de dos interrelaciones binarias, encadenadas y de cardinalidad MN será erróneo siempre que en el mundo real exista algún tipo de asociación entre las instancias de las entidades de ambos extremos, puesto que ésta no quedará reflejada en el modelo. La solución consistirá en sustituir las dos interrelaciones binarias por una ternaria, con cardinalidad MNP.

El modelo propuesto en la [figura 3.10](#) sólo permitiría registrar los préstamos de documentos a los usuarios, y los tipos de préstamo que admite cada documento. Pero no permitiría almacenar el tipo de préstamo que tiene lugar en cada caso. La forma de solucionar esta carencia consiste en asociar las tres entidades (USUARIO, DOCUMENTO y TIPO\_PRESTAMO) en una interrelación ternaria con cardinalidad MNP.

*Figura 3.10 Ejemplo de uso incorrecto de interrelaciones binarias MN*

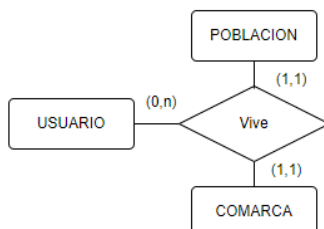


### 3.2.3 Falsas interrelaciones ternarias

Cuando alguna interrelación ternaria (o n-aria de orden superior) tiene asociada alguna entidad con cardinalidad 1, debe estudiarse detenidamente, ya que es posible que esta entidad esté directamente relacionada sólo con una sola de las demás entidades y que, por tanto, no tenga que participar en la interrelación examinada, sino en una binaria con la entidad con la que mantiene realmente una asociación.

En la [figura 3.11](#), se puede ver cómo se utiliza innecesariamente una interrelación ternaria para indicar la población y la comarca de residencia de los usuarios. De hecho, sólo habría que hacer un encadenamiento (eso sí, correcto) de dos interrelaciones binarias (una entre USUARIO y POBLACIÓN y otra entre POBLACIÓN y COMARCA) con las cardinalidades adecuadas, tal y como aparece en el diagrama superior de la [figura 3.8](#), por para obtener un modelo mucho más compacto.

*Figura 3.11 Ejemplo de falsa interrelación ternaria*



Por otra parte, si la entidad conectada con un 1 sólo tiene un atributo, normalmente es preferible tratarla como un atributo de la interrelación, puesto que esta opción también contribuye a simplificar el esquema resultante.