

## Ejemplo Centro de Estudios.

### Enunciado

Un centro de estudios desea diseñar una base de datos para llevar el control de los alumnos matriculados y los profesores que imparten clases en ese centro.

- De cada profesor y cada alumno se desea almacenar el nombre, apellidos, dirección, población, dni, fecha de nacimiento, código postal y teléfono. Un alumno puede tener hermanos en el centro, nos interesaría saber que alumnos son hermanos de otros.
- Los alumnos se pueden matricular en una o más asignaturas hasta un máximo de 8 y en una asignatura se pueden matricular hasta un máximo de 30 alumnos por cuestiones de disponibilidad en las aulas. De cada asignatura se desea almacenar el código de asignatura, nombre y número de horas que se imparten a la semana.
- Un profesor del centro puede impartir varias asignaturas, pero una asignatura sólo es impartida por un único profesor. De cada una de las asignaturas se desea almacenar también la nota que saca el alumno y las incidencias que puedan darse con él.
- Además, se desea llevar un control de los cursos que se imparten en el centro de enseñanza. De cada curso se guardará el código y el nombre. En un curso se imparten varias asignaturas, y una asignatura sólo puede ser impartida en un único curso.
- Las asignaturas se imparten en diferentes aulas del centro. En el centro hay varios tipos de aulas, entre ellas: Aulas TIC con ordenadores y acceso a Internet y aulas normales sin ordenadores. De cada aula se quiere almacenar el código y piso del centro en el que se encuentra. De las Aulas TIC también nos interesa saber el número de ordenadores que tiene y de las aulas normales el número de pupitres de que dispone.
- Una asignatura se puede dar en diferentes aulas, y en un aula se pueden impartir varias asignaturas. Se desea llevar un registro de las asignaturas que se imparten en cada aula. Para ello se anotará el mes, día y hora en el que se imparten cada una de las asignaturas en las distintas aulas.
- La dirección del centro también designa a varios profesores como tutores en cada uno de los cursos. Un profesor es tutor tan sólo de un curso. Un curso tiene un único tutor. Se habrá de tener en cuenta que puede que haya profesores que no sean tutores de ningún curso.

Se pide realizar el análisis y diseño de la base de datos. Para ello vamos a obtener el diagrama E/R resultante (entidades, atributos, relaciones, claves, cardinalidades y otras características del modelo Entidad Relación Extendido) y su posterior transformación al Modelo Relacional (conjunto de tablas con sus claves correspondientes y sus relaciones)

## 1.- Elaboración del diagrama Entidad-Relación.

### 1.1. Identificación de entidades, atributos y relaciones.

Empezamos **identificando las entidades**, para ello leemos el texto e intentamos identificar los sustantivos o sintagmas nominales que puedan representar algo importante en nuestro sistema de información. Las entidades que encontramos son: **ALUMNO, PROFESOR, ASIGNATURA, CURSO, AULA (TIC, NORMAL)**

Seguimos el estudio **identificando los atributos**. Al leer los requerimientos del sistema nos preguntamos: **¿Qué información necesitamos almacenar de las distintas entidades encontradas?**

- **ALUMNO**: 'nombre', 'apellidos', 'direccion', 'poblacion', 'DNI', 'fecha\_nacimiento', 'codigo\_postal', 'telefono'
- **PROFESOR**: 'nombre', 'apellidos', 'direccion', 'poblacion', 'DNI', 'fecha\_nacimiento', 'codigo\_postal', 'telefono'
- **ASIGNATURA**: 'codigo\_asignatura', 'nombre', 'numero\_horas'
- **CURSO**: 'codigo\_curso', 'nombre'
- **AULA\_TIC**: 'codigo\_aula', 'piso' y 'numero\_ordenadores'

- **AULA\_NORMAL**: 'codigo\_aula', 'piso' y 'numero\_pupitres'

Continuamos nuestro estudio **identificando las relaciones**, para ello volvemos a leer el texto.

**¿De qué manera se relacionan las entidades que hemos descubierto en el paso anterior?**

Estudiamos cómo se relacionan las entidades identificadas.

- Un alumno puede tener hermanos en el centro que también serán alumnos, por tanto aquí nos encontramos con una relación reflexiva o cíclica donde la entidad ALUMNO se relaciona con ella misma mediante '**es\_hermano**'.
- ALUMNO se relaciona con ASIGNATURA mediante '**matriculado**'
- PROFESOR se relaciona con ASIGNATURA mediante '**imparte**'
- CURSO se relaciona con ASIGNATURA mediante '**tiene**'
- ASIGNATURA se relaciona con AULA mediante '**se\_da**'
- PROFESOR se relaciona con CURSO mediante '**es\_tutor**'

Ya hemos identificado todos los atributos de las entidades pero, **¿las relaciones no pueden tener también atributos?** Por supuesto que sí.

De hecho en nuestro caso de estudio encontramos que la relación '**matriculado**' que asocia ALUMNO con ASIGNATURA tendrá como atributos '**nota**' e '**incidencias**', ya que en los requerimientos se especifica que para cada asignatura se quiere guardar la nota y las incidencias que puedan darse con un alumno en dicha asignatura, esta información no es propia del alumno o de la asignatura de forma independiente, sino que corresponde a la relación que las une, en este caso '**matriculado**'.

También la relación '**se\_da**' entre ASIGNATURA y AULA tiene los atributos '**mes**', '**dia**' y '**hora**'. Esta información se utilizará para llevar el control de las asignaturas impartidas en cada aula.

En cuanto a las entidades y una vez estudiadas las relaciones que hay entre ellas, **¿Podríamos considerarlas todas como entidades fuertes, o hay alguna que en principio pueda ser una entidad débil?**

En este caso no se contempla ninguna entidad débil. Todas son fuertes.

## 1.2. Estudio de las cardinalidades de entidades y cardinalidades de relaciones.

Ahora que ya sabemos cuáles son las entidades y las relaciones implicadas, **¿cómo calculamos la cardinalidad de las entidades y por consiguiente de las relaciones?**

Muy sencillo, haciéndonos la siguiente pregunta para cada entidad: una instancia de la entidad que nos interesa, **¿con cuántas instancias se relaciona de la otra entidad que estamos estudiando?** La respuesta para cada caso es la siguiente:

En la relación **ALUMNO 'es\_hermano' de ALUMNO**

- Un ALUMNO, ¿cuántos alumnos puede tener como hermanos? Podría tener como mínimo ninguno o como máximo varios alumnos más que son sus hermanos. Así pues la cardinalidad en un sentido sería (0,n).
- Y en el sentido contrario y aunque en una relación reflexiva no se vea muy claro, la cardinalidad se estudiaría así: un ALUMNO, ¿de cuántos otros alumnos podría ser hermano? En este caso la contestación sería la misma, podría no tener ningún hermano o muchos. Cardinalidad (0,n)

En la relación **ALUMNO 'matriculado' ASIGNATURA**

- Una ASIGNATURA, ¿cuántos alumnos puede tener? Según el enunciado como máximo se pueden matricular 30 alumnos en una asignatura, no se dice nada del número mínimo de

alumnos, suponemos que para que una asignatura se imparta debe matricularse al menos un alumno, por tanto la cardinalidad de ALUMNO con ASIGNATURA en la relación ‘matriculado’ será (1,30).

- Un ALUMNO, ¿en cuántas asignaturas puede matricularse? Un alumno puede matricularse como mínimo en 1 asignatura y como máximo en 8, la cardinalidad será (1,8).

Para la relación **PROFESOR ‘imparte’ ASIGNATURA**

- Una ASIGNATURA, ¿cuántos profesores la pueden impartir? Se indica en el enunciado que sólo puede ser impartida por un profesor, por lo que la cardinalidad será (1,1).
- Un PROFESOR, ¿cuántas asignaturas podrá impartir? Se supone que como mínimo un profesor imparte una asignatura, el enunciado no fija el número máximo de asignaturas que puede dar, pero sí se dice que pueden ser varias, la cardinalidad será (1,n).

Para la relación **CURSO ‘tiene’ ASIGNATURA**

- Una ASIGNATURA, ¿en cuántos cursos podrá estar? Una asignatura sólo puede ser impartida en un único curso tal y como se dice en el enunciado. Por tanto la cardinalidad sería (1,1).
- Y, un CURSO, ¿cuántas asignaturas podrá tener? Por supuesto que varias asignaturas, normalmente un curso lo forman más de una asignatura como mínimo, así tendremos como cardinalidad (1,n).

Para la relación **ASIGNATURA ‘se\_da’ AULA**

- En un AULA, ¿cuántas asignaturas se dan? Pues como mínimo una y como máximo varias asignaturas, por tanto la cardinalidad sería (1,n).
- Una ASIGNATURA, ¿en cuántas aulas se puede dar? Según el enunciado en una o en varias aulas así que la cardinalidad sería (1,n).

Para la relación **PROFESOR ‘es\_tutor’ CURSO**

- Un CURSO, ¿cuántos tutores puede tener? Cada curso debe tener un único profesor que sea tutor por lo que la cardinalidad es (1,1).
- Un PROFESOR, ¿de cuántos cursos puede ser tutor? Pues podemos encontrarnos profesores que no sean tutores de ningún curso o bien que como máximo lo sean de uno. Así que la cardinalidad será (0,1).

NOTA: es importante recordar que cuando representemos las cardinalidades de las entidades en el diagrama E/R, **cada cardinalidad estudiada no se representa en su propia entidad, sino junto a la otra entidad con la que participa en la relación.**

Estudiadas las cardinalidades de las entidades, pasamos a definir las cardinalidades de las relaciones cogiendo en cada caso la cardinalidad máxima con la que participa cada entidad en una relación. Tenemos

- La relación “**es\_hermano**” de tipo N:M
- La relación “**matriculado**” de tipo N:M
- La relación “**imparte**” de tipo 1:N
- La relación “**tiene**” de tipo 1:N
- La relación “**se\_da**” de tipo N:M
- La relación “**es\_tutor**” de tipo 1:1

### 1.3 Identificando claves candidatas y elección de clave primaria.

El siguiente paso a dar es **identificar las claves candidatas y elegir la clave principal.**

**¿Sabemos cómo identificar las claves en una entidad?** En cuanto a las claves candidatas y primarias en cada entidad debemos analizar los atributos de la especificación que hemos identificado anteriormente para elegir entre todos ellos el que mejor identifique en cada caso a las entidades. Cabe decir que aunque

en la vida real las claves primarias utilizadas son del tipo código, número, id, etc. debemos elegir sólo entre aquellos atributos que se nos dan en el documento de especificación. Así tenemos que:

Con los atributos definidos como se ha hecho anteriormente, todas las entidades tienen una única clave candidata, así que también será su clave principal.

- ALUMNO, clave candidata y principal, 'DNI'
- PROFESOR, clave candidata y principal, 'DNI'
- ASIGNATURA, clave candidata y principal, 'codigo\_asignatura'
- CURSO, clave candidata y principal, 'codigo\_curso'
- AULA\_TIC, clave candidata y principal, 'codigo\_aula'
- AULA\_NORMAL, clave candidata y principal, 'codigo\_aula'

## 1.4 Estudio de otras características con el modelo Entidad Relación Extendido.

¿Crees que ya hemos terminado con el estudio de nuestro diagrama? Si observas con detenimiento los contenidos de la unidad, te fijarás que en determinadas ocasiones no se puede representar ciertas características con el modelo Entidad-Relación y por eso surgió el modelo EER (Entidad-Relación Extendido). Por tanto, aún nos queda estudiar si hay ciertas características a implementar.

En primer lugar el enunciado habla de dos tipos de aulas, las TIC y las normales, se diferencian en que las primeras tienen ordenadores y acceso a Internet y las segundas no, con este matiz podemos diferenciar o especializar la entidad AULA en dos nuevas entidades: AULA\_TIC y AULA\_NORMAL. La entidad AULA almacenará la información común a los dos tipos de aula, es decir, los atributos 'codigo\_aula' y 'piso', mientras que los atributos 'numero\_ordenadores' y 'numero\_pupitres' corresponderán respectivamente a las especializaciones AULA\_TIC y AULA\_NORMAL. Esta especialización es **exclusiva** porque un AULA no puede ser a la vez AULA\_TIC o AULA\_NORMAL y **parcial**, porque según dice el enunciado *“en el centro hay varios tipos de aulas entre ellas aulas\_tic y aulas normales”* pero deja a entender que también existen otros tipos de aulas.

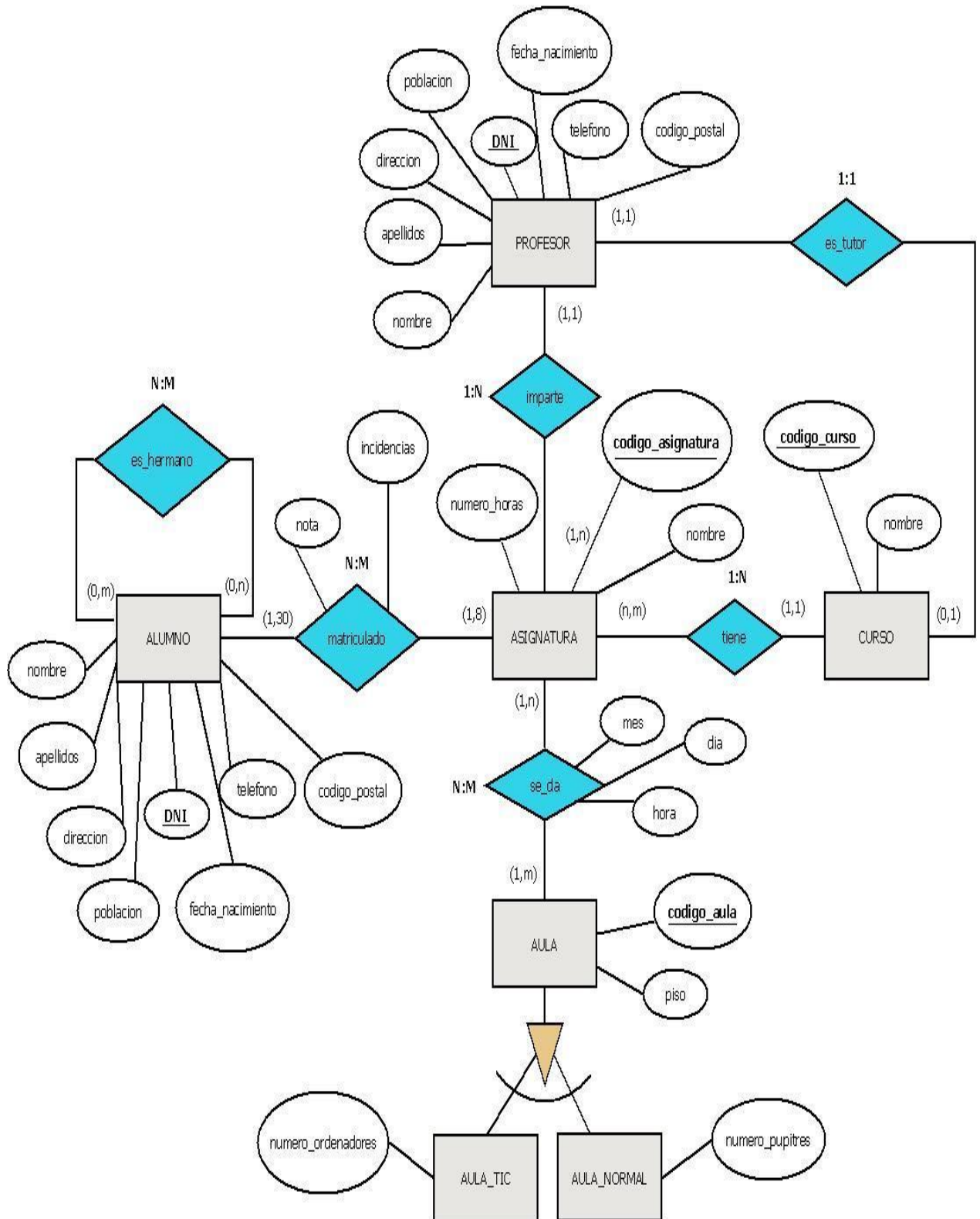
Otra cuestión a estudiar son las entidades ALUMNO y PROFESOR. Al ser idénticos los atributos de las ambas entidades, podríamos pensar en una generalización de estas entidades en otra superior, pero aunque la información que almacenamos de estas dos entidades es la misma, el papel que juega cada una de ellas en el sistema es muy diferente. Además, realizando esa generalización nuestro diagrama de entidad-relación sería más difícil de entender y podría no cumplir algunos de los criterios de calidad, como por ejemplo, expresividad, legibilidad o autoexplicación. No tendría mucho sentido tener mezclados a los alumnos y a los profesores.

Comprobamos que no hay ninguna otra característica a tener en cuenta del modelo EER para nuestro caso de estudio pero antes de representar el diagrama E/R final, tendremos que comprobar que no exista **redundancia** en nuestro diagrama, sobre todo si existe algún ciclo en nuestro diseño. En nuestro caso, ninguna de las relaciones que forman el ciclo se puede eliminar porque no existe ningún camino alternativo para relacionar las entidades que están unidas mediante las distintas relaciones.

Y por último tendremos que comprobar que se cumplen los **criterios de calidad** mencionados en la unidad, es decir, la cualidad de ser completo, la corrección, la minimalidad, la sencillez, la legibilidad y la flexibilidad del diagrama

## 1.5. Representación del diagrama E/R.

Una vez analizado todo lo anterior debemos proceder a representarlo siguiendo estrictamente la notación elegida de entre las posibles. Es muy importante utilizar bien cada tipo de representación para no llevar a equívocos al equipo que pueda transformar este diagrama al modelo relacional. El diagrama E/R quedaría de la siguiente forma:



## 2.- Paso al Modelo Relacional

### 2.1. Paso a tablas de entidades y sus atributos.

Empezamos nuestra transformación al Modelo Relacional:

- Todas las entidades se convierten en tablas y sus atributos en sus propios campos. Las claves primarias las pondremos en primer lugar y las identificaremos de forma subrayada y en negrita para distinguirlas del resto de campos de la tabla. Así tenemos las siguientes tablas de momento:

```
PROFESOR (DNI profesor, nombre, apellidos, dirección, población,  
          fecha_nacimiento, teléfono, código_postal)  
ALUMNO (DNI alumno, nombre, apellidos, dirección, población,  
         fecha_nacimiento, teléfono, código_postal)  
ASIGNATURA (código, nombre, número_horas)  
CURSO (código, nombre)
```

### 2.2. Paso a tablas de los casos especiales.

En este caso, tanto PINCHE como COCINERO pueden considerarse claramente como casos de especialización sobre la entidad EMPLEADO. (O bien EMPLEADO como una generalización de PINCHE y COCINERO). Vamos a ver cómo se pasa a tablas este caso:

- Pasamos la especialización a tablas:** En este caso debido a que las entidades especializadas tienen atributos propios optamos por pasar las entidades subtipo a tablas. Además, debemos tener en cuenta que el tipo de generalización es PARCIAL, lo que nos indica que no todas las ocurrencias están representadas en las entidades especializadas, por tanto también es necesario pasar a tabla la entidad AULA. De esta forma, al tener que pasar las tres tablas, optaremos por pasar a tabla la entidad supertipo con todos sus atributos como campos y las entidades subtipo heredarán la clave principal de AULA y además contendrán sus propios atributos como campos. Las tablas quedarán de la siguiente forma:

```
AULA(código, piso)  
AULA_TIC (código aula, número_ordenadores)  
AULA_NORMAL(código aula, número_pupitres)
```

### 2.3 Paso a tablas de las relaciones y posibles atributos.

Ya hemos generado las primeras tablas de las entidades y los casos especiales, vamos a realizar el paso a tablas de las relaciones, para lo que debemos de fijarnos en el tipo de cardinalidad de la relación. Las relaciones **muchos a muchos siempre se convierten en tabla**, las **relaciones uno a uno dependerá de las cardinalidades de las entidades** que participan en la relación y las relaciones **uno a muchos normalmente se propagará la clave principal** de la entidad que tiene la cardinalidad máxima 1 en el diagrama E/R hasta la entidad que tiene la cardinalidad máxima N salvo algún caso excepcional.

- Paso a tabla de las relaciones con cardinalidad muchos a muchos:** Si nos fijamos en el diagrama E/R tenemos tres relaciones de este tipo.

Las entidades ALUMNO y ASIGNATURA están relacionadas mediante “matricula” y además la relación tiene dos atributos propios. Por tanto debemos crear la tabla “matricula” que estará formada con las claves primarias de cada una de las entidades que participan en la relación y que son propagadas a esta tabla formando la clave primaria conjuntamente. Además también se incluirá como campo en la tabla los atributos de dicha relación quedando finalmente así:

```
matricula (DNI alumno, cod asig, nota, incidencias)
```

Las entidades AULA y ASIGNATURA están relacionadas mediante “se\_da” y además la relación tiene tres atributos propios. Por tanto debemos crear la tabla “se\_da” que estará formada con las claves primarias de cada una de las entidades que participan en la relación y que son propagadas a esta tabla formando la clave primaria conjuntamente. Además también se incluirá como campo en la tabla los atributos de dicha relación quedando finalmente así:

se\_da (cod aula, cod asig, hora, dia, mes)

La relación reflexiva o cíclica es\_hermano de la entidad ALUMNO, también tiene cardinalidad muchos a muchos, por tanto tendremos que pasarla de igual forma que hemos hecho anteriormente. Para ello, la nueva tabla generada será “es\_hermano” y estará formada por las claves primarias de las entidades que relaciona. Como la entidad es la misma y debemos reflejar qué alumno es hermano de otro/s, las claves propagadas se nombrarán así: DNI\_alumno y DNI\_hermano.

es\_hermano (DNI alumno, DNI hermano)

- **Paso a tabla de las relaciones con cardinalidad uno a uno:** Si nos fijamos en el diagrama E/R la única relación uno a uno que tenemos es la de “es\_tutor” entre PROFESOR y CURSO, por tanto nos fijamos en las cardinalidades de sus entidades para ver si debemos crear una nueva tabla o tan sólo es necesario propagar claves. Si nos fijamos en las cardinalidades (1,1) y (0,1) debemos propagar la clave primaria de la entidad PROFESOR a CURSO por las cardinalidades mínimas que observamos en el diagrama. La entidad que tiene la cardinalidad mínima 1 en el diagrama E/R propaga su clave primaria a la entidad que tiene la cardinalidad mínima 0. Así pues la tabla PROFESOR mantiene sus campos mientras que la tabla CURSO quedaría de la siguiente forma:

CURSO (código, nombre, DNI\_tutor)

- **Paso a tabla de las relaciones uno a muchos:** El resto de relaciones son de tipo uno a muchos, y aunque alguna de ellas tenga atributo propio, es más común propagar la clave que crear una nueva tabla (sólo casos muy excepcionales donde se produzca redundancia se utiliza la creación de tablas). En nuestro caso es más efectiva la propagación de claves. **La clave principal que se debe propagar es la de la tabla que tiene junto a su entidad la cardinalidad máxima UNO, a la tabla que tiene junto a su entidad la cardinalidad máxima MUCHOS.** Por tanto, es importantísimo fijarse en el diagrama E/R más que en el estudio de las cardinalidades previo. Visualmente será más fácil saber qué entidad propaga su clave a la otra entidad.

La relación “imparte” entre ASIGNATURA y PROFESOR, propaga la clave de PROFESOR a la tabla ASIGNATURA quedando la tabla de la siguiente forma:

ASIGNATURA (código, nombre, número\_horas, DNI\_prof)

La relación “tiene” entre ASIGNATURA y CURSO propaga la clave de PROFESOR a la tabla ASIGNATURA quedando la tabla finalmente de la siguiente forma:

ASIGNATURA (código, nombre, número\_horas, DNI\_prof, cód\_curso)

## 2.4 Representación del modelo relacional.

Para la representación del modelo relacional, identificaremos en cada una de las tablas resultantes las claves primarias con un subrayado continuo y las claves foráneas o ajenas con un subrayado discontinuo. Además, representaremos mediante una flecha las relaciones entre todas las tablas quedando la representación de la siguiente forma:

