

# Modelo relacional

José Ramón Paramá Gabía

---

## Capítulo 4

# Modelo Relacional

### 4.1. Conceptos del modelo relacional

Como vimos, un modelo de datos es una colección de herramientas conceptuales para describir los datos, sus relaciones y sus restricciones. En muchos casos un modelo además incluye una serie de operaciones para poder recuperar esos datos. Así el modelo relacional cuenta con:

- Una estructura para almacenar los datos.
- Unas restricciones.
- Una serie de operaciones para recuperar esos datos.

La estructura básica y única para el almacenamiento de los datos es la *relación*. Así, la base de datos se representa como una colección de relaciones. En términos más sencillos, cada relación se asemeja a una tabla de valores o, hasta cierto punto, a un fichero de registros del mismo tamaño.

Si viéramos una relación como una *tabla* de valores, cada fila representaría una colección de valores de datos relacionados entre sí. En el Capítulo 3 explicamos los tipos de entidad y los tipos de relación como conceptos para modelar los datos del mundo real. En el modelo relacional, cada fila de la tabla representa un hecho que normalmente se corresponde con una entidad o relación del mundo real. El nombre de la tabla y los nombres de las columnas ayudan a interpretar el significado de los valores que están en cada fila. Por ejemplo, en la Tabla 4.1 representa a una relación llamada *alumno* porque cada fila representa hechos acerca de una entidad alumno en particular. Los nombres de las columnas (DNI, Nombre, Titulación) especifican cómo interpretar los valores de datos de cada fila, basándose en la columna en la que se encuentra cada valor. Todos los valores de una columna tienen el mismo tipo de datos.

En la terminología formal del modelo relacional, una fila se denomina *tupla*, una cabecera de columna es un *atributo* y la tabla se denomina *relación*. El tipo de datos que describe los tipos de valores que pueden aparecer en cada columna se llama *dominio*. A continuación definiremos esos términos con mayor precisión.

Alumno		
DNI	Nombre	Titulación
32111222	Ana	ETIS
32222111	Pedro	ETIX
32444111	Luis	ETIX

Tabla 4.1: Una relación.

#### 4.1.1. Dominios, atributos, tuplas y relaciones

**Definición 4.1.1** *Un dominio  $D$  es un conjunto de valores atómicos.*

Por *atómico* se entiende que cada valor del dominio es indivisible en lo que concierne al modelo relacional. Un método común de especificar los dominios consiste en especificar un tipo de datos al cual pertenecen los valores que constituyen el dominio. También resulta útil especificar un nombre para el dominio que ayude a interpretar sus valores. Ejemplos de dominios podrían ser:

- Números de teléfono: el conjunto de números de teléfono de nueve dígitos.
- Número de DNI: el conjunto de números válidos de DNI formados por 8 dígitos y una letra al final.
- Colores: el conjunto de los colores válidos.
- Nombres de titulaciones: el conjunto de los nombres de titulaciones oficiales en España.
- El salario de los empleados: el conjunto de cifras entre 10.000 € y 50.000 €.

**Definición 4.1.2** *Un esquema de relación  $R$ , denotado por  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ , se compone de un nombre de relación  $R$  y una lista de atributos  $A_1, A_2, \dots, A_n$ .*

Cada *atributo*  $A_i$  es el nombre de un papel desempeñado por algún dominio  $D$  en el esquema de relación  $R$ . Se dice que  $D$  es el *dominio* de  $A_i$  y se denota por  $dom(A_i)$ . Un esquema de relación sirve para describir una relación;  $R$  es el *nombre* de la relación. El *grado de la relación* es el número de atributos  $n$  de su esquema de relación.

El siguiente esquema de relación de grado 6, describe alumnos:

Alumno(DNI, Nombre, Tlf, Dirección, Fech-Nac, Titulación)

En este esquema de relación, *Alumno* es el nombre de la relación, la cual tiene seis atributos.

**Definición 4.1.3** *Una relación (o estado de relación<sup>1</sup>)  $r$  del esquema de relación  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ , denotado también por  $r(R)$ , es un **conjunto** de  $n$ -tuplas  $r = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ .*

---

<sup>1</sup>También se ha denominado *instancia de relación*.

Alumno					
Dni	Nombre	Tlf	Dirección	Fec-Nac	Titulación
32555111	Pedro	981776611	Juan Flórez, 1	12-1-73	ETIX
76112113	Ana	881223311	Real, 8	30-10-71	ETIS
76555111	María	nulo	Monelos, 2	12-5-75	ETIS

Figura 4.1: Los atributos y tuplas de la relación alumno.

Cada ***n*-tupla**  $t$  es una lista ordenada de  $n$  valores  $t = v_1, v_2, \dots, v_n$ , donde cada valor  $v_i$ ,  $1 \leq i \leq n$ , es un elemento de  $dom(A_i)$  o bien es un valor *nulo* especial. El  $i$ -ésimo valor de de la tupla  $t$ , que corresponde al atributo  $A_i$ , se referencia como  $t[A_i]$ . También se acostumbra a usar los términos *intensión* de una relación para el esquema  $R$  y *extensión* para el estado de una relación  $r(R)$ .

La Figura 4.1 muestra un ejemplo de una relación *alumno*, que corresponde al esquema *alumno* que acabamos de especificar. Cada tupla de la relación representa una entidad alumno en particular. Presentamos la relación en forma de tabla, en la que cada tupla aparece como una fila y cada atributo corresponde a una cabecera de columna que indica el papel o interpretación de los valores de esa columna. Un *valor nulo* en un atributo de una tupla, indica que el valor de dicho atributo se desconoce o no es aplicable a la tupla en cuestión.

La definición anterior de relación puede volver a plantearse como sigue: una relación  $r(R)$  es una *relación matemática* de grado  $n$  sobre los dominios  $dom(A_1), dom(A_2), \dots, dom(A_n)$ , es decir, es un subconjunto del producto cartesiano de los dominios de  $R$ :

$$r(R) \subseteq (dom(A_1) \times dom(A_2) \times \dots \times dom(A_n))$$

De todas las posibles combinaciones (el producto cartesiano), un estado de relación en un momento dado, *el estado actual de la relación*, refleja sólo las tuplas válidas que representan un estado específico del mundo real. En general, a medida que cambia el estado del mundo real, cambia la relación, transformándose en otro estado de la relación. Sin embargo, el esquema  $R$  es relativamente estático, y no cambia salvo en raras ocasiones; lo hace, por ejemplo, cuando se añade un atributo para representar información nueva que no estaba representada originalmente en la relación.

#### 4.1.2. Características de las relaciones

La primera definición de relación implica ciertas características que distinguen a una relación de un fichero o de una tabla. A continuación analizaremos algunas de esas características.

Alumno					
Dni	Nombre	Tlf	Dirección	Fec-Nac	Titulación
76112113	Ana	881223311	Real, 8	30-10-71	ETIS
76555111	María	nulo	Monelos, 2	12-5-75	ETIS
32555111	Pedro	981776611	Juan Flórez, 1	12-1-73	ETIX

Figura 4.2: La relación de la Figura 4.1 con un ordenamiento diferente.

### Orden de las tuplas en una relación

Una *relación* se define como un *conjunto* de tuplas. Matemáticamente, los elementos de un conjunto *no están ordenados*; por tanto, las tuplas de una relación no tienen un orden específico. En cambio, los registros de un fichero se almacenan físicamente en el disco, de modo que siempre existe un orden entre ellos. Este ordenamiento indica el primero, segundo,  $i$ -ésimo, y último registro del fichero. De manera similar, cuando presentamos una relación en forma de tabla, las filas se muestran en un cierto orden.

El ordenamiento de las tuplas no forma parte de la definición de una relación, porque la relación intenta representar los hechos en un nivel lógico o abstracto. Podemos especificar muchos ordenamientos lógicos en una relación, por ejemplo, las tuplas de la relación *alumno* de la Figura 4.1 se podrían ordenar lógicamente según los valores de DNI, Nombre, Fec-Nac o cualquier otro atributo. La definición de una relación no especifica ningún orden, *no existe preferencia* por ningún ordenamiento lógico en particular. Por tanto, la relación de la Figura 4.1 se considera *idéntica* a la de la Figura 4.2. Eso no quiere decir que cuando la relación se almacene (a nivel físico) se deba almacenar en un fichero, que por lo tanto especifica un orden, pero ese orden a nivel físico, es ocultado por el SGBD.

### Orden de los valores dentro de una tupla y definición alternativa de relación

De acuerdo con la definición anterior de relación, una  $n$ -tupla es una *lista ordenada de  $n$  valores*, así que el orden de los valores de una tupla, y por tanto de los atributos en la definición de un esquema de relación, es importante. No obstante, en un nivel lógico, el orden de los atributos y de sus valores en realidad no es importante en tanto se mantenga la correspondencia entre atributos y valores.

Hay una definición alternativa de relación que hace innecesario el ordenamiento de los valores de una tupla.

De acuerdo con esta definición, un esquema de relación  $R = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  es un *conjunto* de atributos, y una relación  $r(R)$  es un conjunto finito de pares ( $\langle$ atributo $\rangle$ ,  $\langle$ valor $\rangle$ ), donde cada par contiene un atributo  $A_i$  y su valor  $v_i$  de  $dom(A_i)$  para esa tupla. El ordenamiento de los atributos no es importante, porque el nombre del atributo aparece junto con su valor. Según esta definición, las dos tuplas de la Figura 4.3 son idénticas.

Cuando una relación se implementa físicamente en forma de fichero, los atributos se almacenan como campos de los registros de un fichero, por lo tanto, sí existe un orden físico, que una vez más, el SGBD se ocupa de ocultar. Usaremos la *primera definición* de relación (donde los atributos sí están ordenados) para simplificar la notación. Sin embargo,

$t = \langle (\text{DNI}, 32555111), (\text{Nombre}, \text{Pedro}), (\text{Tlf}, 981776611), (\text{Dirección}, \text{Juan Flórez}, 1), (\text{Fec-Nac}, 12-1-73),$   
 $(\text{Titulación}, \text{ETIX}) \rangle$

$t = \langle (\text{Titulación}, \text{ETIX}), (\text{Tlf}, 981776611), (\text{DNI}, 32555111), (\text{Fec-Nac}, 12-1-73), (\text{Nombre}, \text{Pedro}),$   
 $(\text{Dirección}, \text{Juan Flórez}, 1) \rangle$

Figura 4.3: Dos tuplas idénticas.

la definición alternativa que se dio aquí es más general.

### Valores en la tuplas

Cada valor en una tupla es un valor atómico, es decir, no es divisible en componentes en lo que respecta al modelo relacional básico. Por ello no se permiten atributos compuestos ni multivaluados. Gran parte de la teoría que apoya al modelo relacional se desarrolló teniendo en cuenta esta suposición. Los atributos multivaluados (como veremos más adelante) se deben representar con relaciones individuales, y los atributos compuestos se representan únicamente mediante sus atributos componentes simples. En los últimos tiempos, los investigadores han realizado extensiones al modelo relacional eliminando estas restricciones, empleado el concepto de relación *no en primera forma normal* o *anidada* [?].

Puede ser que algunos de los atributos de una tupla en particular sean desconocidos o no se apliquen a esa tupla. En estos casos se utiliza un valor especial, llamado *nulo*. Por ejemplo en la Figura 4.1 la alumna María tiene el valor del atributo teléfono a nulo porque se desconoce ese dato, o tal vez, porque María no tiene teléfono (no es aplicable). Algunos autores establecen varios tipos de valores nulos, como “valor desconocido”, “valor existente pero no disponible”, o “atributo no aplicable a esta tupla”. En algunos casos se propone utilizar un código para cada uno de estos distintos tipos de valores nulos, en otros casos, el autor es favorable a no incluir valores nulos de ningún tipo y sustituirlos por códigos indicando las situaciones apuntadas anteriormente. En cualquier caso esta discusión aún continúa y rebasa el alcance de estos apuntes.

#### 4.1.3. Notación

Usaremos la siguiente notación:

- Un esquema de relación  $R$  de grado  $n$  se denotará con  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ .
- Una  $n$ -tupla  $t$  de una relación  $r(R)$  se denotará con  $t = \langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$ , donde  $v_i$  es el valor que corresponde al atributo  $A_i$ . La siguiente notación se refiere a los valores componentes de las tuplas:
  - Tanto  $T[A_i]$  como  $t.A_i$  se refieren al valor  $v_i$  de  $t$  para el atributo  $A_i$ .
  - $t[A_u, A_w, \dots, A_z]$  y  $t.(A_u, A_w, \dots, A_z)$ , donde  $A_u, A_w, \dots, A_z$  es una lista de atributos de  $R$ , se refieren a la subtupla de valores  $\langle v_u, v_w, \dots, v_z \rangle$  de  $t$  que corresponden a los atributos que especifica la lista.
- Las letras  $Q, R, S$  denotan nombres de relaciones.

- Las letras  $q, r, s$  denotan estados de relaciones.
- Las letras  $t, u, v$  denotan tuplas.
- En general, el nombre de un esquema de una relación, como por ejemplo *alumno*, también indica el conjunto actual de tuplas en esa relación (el estado actual de la relación) mientras que *alumno(DNI, nombre, tlf, ...)* se refiere únicamente al esquema de relación.
- Un atributo  $A$  puede calificarse con el nombre de la relación  $R$  a la que pertenece utilizando la notación  $R.A$ , por ejemplo, *alumno.DNI* o *alumno.Nombre*. Esta notación es necesaria puesto que puede que un mismo nombre de atributo se utilice en más de una relación de una base de datos.

## 4.2. Bases de datos relacionales y esquemas de bases de datos

Hasta ahora hemos visto relaciones y esquemas de relaciones individuales. Una base de datos relacional suele contener muchas relaciones y en éstas las tuplas están relacionadas de diversas maneras. En esta sección definiremos una base de datos relacional y un esquema de base de datos relacional.

**Definición 4.2.1** *Un esquema de base de datos relacional  $S$  es un conjunto de esquemas de relaciones  $S = \{R_1, R_2, \dots, R_m\}$  y un conjunto de restricciones de integridad  $RI$  (que presentaremos en la siguiente sección).*

**Definición 4.2.2** *Un estado (o instancia) de base de datos relacional  $BD$  de  $S$  es un conjunto de estados de relaciones  $BD = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$  tal que  $r_i$  es un estado de  $R_i$ , todos los estados de relaciones cumplen las restricciones de integridad en  $RI$ .*

En la Figura 4.4 se muestra un esquema de base de datos relacional que llamaremos EMPRESA={EMPLEADO, DEPARTAMENTO, LOCALIZACIONES-DEPT, PROYECTO, TRABAJA-EN, FAMILIAR}.

En la Figura 4.4, el atributo NSSE de TRABAJA-EN y DEPENDIENTE representa el mismo concepto del mundo real; el número de seguridad social de un empleado. Ese mismo concepto se llama NSS en EMPLEADO. Los atributos que representan el mismo concepto del mundo real pueden tener o no nombres idénticos en diferentes relaciones. De manera similar, los atributos que representan diferentes conceptos pueden tener el mismo nombre en relaciones distintas. Por ejemplo, podríamos haber usado el nombre de atributo NOMBRE tanto para NOMBRE-PROY de PROYECTO como para NOMBRE-DEPT de DEPARTAMENTO. En este caso tendríamos dos atributos con el mismo nombre pero que representaríamos conceptos diferentes del mundo real: nombres de proyectos y nombres de departamentos.

Cada SGBD relacional debe tener un Lenguaje de Definición de Datos (LDD) para definir el esquema de una base de datos relacional. La mayoría de los SGBD relacionales actuales utilizan SQL para este propósito.

## 4.3. Restricciones relaciones

Una vez hemos visto la estructura de almacenamiento del modelo relacional, a continuación veremos el siguiente elemento que define el modelo relacional; sus restricciones.

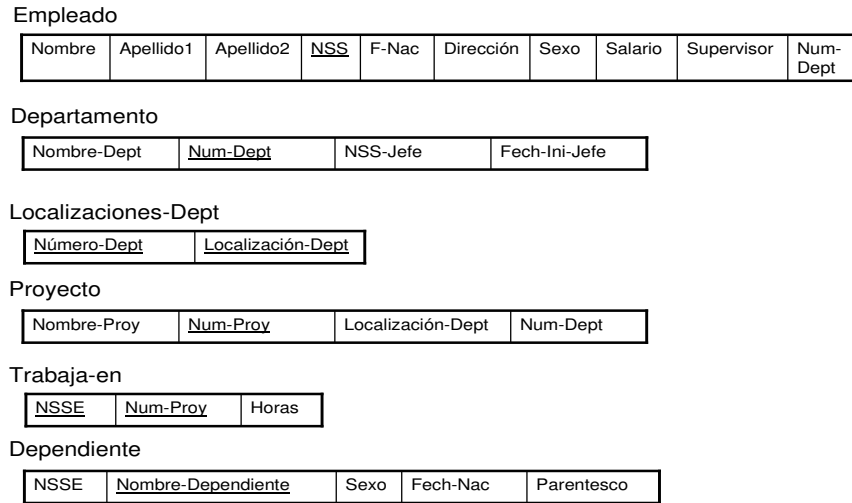


Figura 4.4: Diagrama del esquema para la base de datos relacional *empresa*.

#### 4.3.1. Restricciones de dominio

Las restricciones de dominio especifican que el valor de cada atributo  $A$  debe ser un valor atómico del dominio  $dom(A)$ .

#### 4.3.2. Restricciones en la clave y restricciones sobre nulos

Una relación se define como un *conjunto de tuplas*. Por definición, todos los elementos de un conjunto son distintos, por tanto, todas las tuplas de una relación deben ser distintas. Esto significa que no puede haber dos tuplas que tengan la misma combinación de valores para todos sus atributos. Por lo regular existen otros *subconjuntos de atributos* de un esquema de relación  $R$  con la propiedad de que no debe haber dos tuplas en un estado de relación  $r$  de  $R$  con las mismas combinaciones de valores para esos atributos. Supóngase que denotamos un subconjunto así de atributos con  $SC$ , entonces, para dos tuplas distintas cualesquiera  $t_1$  y  $t_2$  en un estado de relación  $r$  de  $R$ , tenemos la siguiente restricción:

$$t_1[SC] \neq t_2[SC]$$

**Definición 4.3.1** *Todo conjunto de atributos  $SC$  se denomina superclave del esquema de relación  $R$ .*

Una superclave  $SC$  especifica una *restricción de unicidad* que significa que dos tuplas distintas en un estado  $r$  de  $R$  no pueden tener el mismo valor para  $SC$ . Toda relación tiene por lo menos una superclave: el conjunto de todos sus atributos. Sin embargo, una superclave puede tener atributos redundantes, así si eliminamos esos atributos, queda un concepto mucho más útil, el de *clave*.

**Definición 4.3.2** *Una clave  $K$  de un esquema de relación  $R$  es una superclave de  $R$  con la propiedad adicional de que la eliminación de cualquier atributo  $A$  de  $K$  deja un conjunto de atributos  $K'$  que no es una superclave de  $R$ .*



Coche				
<u>NúmeroMatrícula</u>	NúmeroBastidor	Marca	Modelo	Año
C 5634 BZ	345RTF2567G	Seat	Córdoba	97
5643GHJ	787ERT7838Y	Renault	Clio	03
5654JHE	345TYR8874J	Peugeot	206	02
3456TYR	556YHG3458D	Renault	Megane	02

Tabla 4.2: La relación Coche.

Por tanto, una clave es una superclave mínima. Como ejemplo consideremos la relación *alumno* de la Figura 4.1. El conjunto de atributos  $\{DNI\}$  es una clave de *alumno* porque no puede haber dos tuplas de alumnos con el mismo valor de DNI<sup>2</sup>. Cualquier conjunto de atributos que contenga a DNI, por ejemplo,  $\{DNI, Nombre, Fec-Nac\}$ , es una superclave. Sin embargo, la superclave  $\{DNI, Nombre, Fec-Nac\}$  no es una clave de *alumno*, porque si eliminamos Nombre o Fec-Nac, o ambos, del conjunto, todavía tendremos una superclave.

Obsérvese que el hecho de que un conjunto de atributos constituya una clave es una propiedad del esquema de la relación, es una restricción que deben cumplir todos los estados de relación válidos del esquema de relación. La clave se determina a partir del significado de los atributos (y no de un estado concreto de relación), y es una propiedad que no varía con el tiempo, debe seguir siendo válida aunque cambie el estado de la relación. Por ejemplo, no podemos ni debemos designar como clave de la relación de la Figura 4.1 el atributo Nombre, porque no hay garantía de que nunca vayan existir dos alumnos con nombres idénticos.

En general, un esquema de relación puede tener más de una clave. En tal caso, cada una de ellas se denomina *clave candidata*. Por ejemplo, la relación coche de la Tabla 4.2 tiene dos claves candidatas: NúmeroMatrícula y NúmeroBastidor. Es habitual designar a una de las claves candidatas como *clave primaria* de la relación. Esta es la clave candidata cuyos valores sirven para identificar las tuplas de la relación. Adoptaremos la convención de subrayar los atributos que forman la clave primaria de un esquema de relación, como se muestra en la Figura 4.4.

Hay otra restricción sobre los atributos que especifica si se permiten o no valores nulos. Por ejemplo, toda tupla de la relación *alumno* no puede tener un valor nulo en el atributo *nombre*.

### 4.3.3. Integridad de entidad, integridad referencial y claves externas

**Definición 4.3.3** La restricción de integridad de entidad establece que ningún valor de clave primaria puede ser nulo.

Esto es porque el valor de la clave primaria sirve para identificar las tuplas individuales en una relación. El que la clave primaria tenga valores nulos implica que no podemos identificar algunas tuplas. Si dos o más tuplas tuvieran nulo en su clave primaria, tal vez no podríamos distinguirlas (por tener todos los demás atributos el mismo valor).

<sup>2</sup>En realidad en España hay personas que tienen el mismo número de DNI. Pero dado lo raro de esta situación, considerando un entorno suficientemente restringido como el alumnado de una universidad, supondremos que no hay personas que tienen el mismo número de DNI.

Empleado									
Nombre	Apellido1	Apellido2	NSS	F_Nac	Dirección	Sexo	Salario	Supervisor	Num_Dept
José	López	Gómez	1245	21-1-71	Real 8	Varón	34000	5544	2
Ana	Moreira	González	5874	25-7-85	Percebe 1	Mujer	38000	5544	2
María	Pérez	Mosquera	5544	21-8-69	Lechuga 6	Mujer	50000	Nulo	2
Pedro	González	Ruíz	8811	7-7-79	Puerro 10	Varón	25000	1122	1
Luis	Izquierdo	Sánchez	1122	9-9-70	Calcetín 5	Varón	30000	Nulo	1

Departamento			
Nombre_Dept	Num_Dept	NSS-Jefe	Fech-Ini-Jefe
Dirección	1	1122	12-8-95
Desarrollo	2	5544	25-5-97

Localizaciones-Dept	
Número_Dept	Localización_Dept
1	A Coruña
2	Ferrol
2	Lugo
2	Vigo

Proyecto			
Nombre_Proj	Num_Proj	Localización_Proj	Num_Dept
Producto X11	1	Ferrol	2
Producto Z12	2	Lugo	2
Producto X23	3	Ferrol	2
Reorganización	4	A Coruña	1

Trabaja-en		
NSSE	Num_Proj	Horas
1245	1	10
1245	2	15
5874	2	20
5544	3	50
5544	1	5
8811	4	10
1122	4	20
5874	3	10

Dependiente				
NSSE	Nombre_Dependiente	Sexo	Fech_Nac	Parentesco
1245	Alejandro	Varón	12-12-84	Hijo
8811	Paula	Mujer	1-8-88	Hija
8811	Lucía	Mujer	8-7-90	Hija
8811	Manuel	Varón	2-7-31	Padre

Figura 4.5: Un posible estado de la base de datos correspondiente al esquema EMPRESA.

La restricción de integridad de entidad se especifica sobre relaciones individuales. La *restricción de integridad referencial* se especifica entre dos relaciones y sirve para mantener la consistencia entre tuplas de las dos relaciones. En términos más sencillos, la restricción de integridad referencial establece que una tupla en una relación en una relación que haga referencia a otra relación deberá referirse a una tupla existente en esa relación. Por ejemplo, en la Figura 4.5 el atributo Num-Dept de la relación *empleado* da el número del departamento para el cual trabaja cada empleado, por tanto, su valor en cada tupla de *empleado* deberá coincidir con el valor de Num-Dept en alguna tupla de la relación *departamento*.

Para dar una definición más formal de integridad referencial, también debemos introducir el concepto de *clave externa*<sup>3</sup>. Las condiciones que debe satisfacer una clave externa, dadas a continuación, especifican una restricción de integridad referencial entre los dos esquema de relación  $R_1$  y  $R_2$

**Definición 4.3.4** *Un conjunto de atributos CE en el esquema de relación  $R_1$  es una clave externa de  $R_1$  si se satisface las dos reglas siguientes:*

1. *Los atributos de CE tienen el mismo dominio que los atributos de la clave primaria CP de otro esquema de relación  $R_2$ . Se dice que los atributos CE hacen referencia o se refieren a la relación  $R_2$ .*
2. *Un valor de CE en una tupla  $t_1$  del estado actual  $r_1(R_1)$  ocurre como valor de CP en alguna tupla  $t_2$  del estado actual  $r_2(R_2)$  o bien es nulo. En el primer caso, tenemos que  $t_1[CE] = t_2[CP]$ , y decimos que la tupla  $t_1$  hace referencia o se refiere a la tupla  $t_2$ .*

<sup>3</sup>A veces se traduce como clave foránea.

En una base de datos con muchas relaciones, suele haber muchas restricciones de integridad referencial. Para especificar dichas restricciones es preciso, primero, comprender con claridad el significado o papel que cada uno de los conjuntos de atributos desempeña en los diversos esquemas de relaciones de la base de datos. Las restricciones de integridad referencial casi siempre surgen de las relaciones entre las entidades representadas por los esquemas de relación. Por ejemplo, consideremos la base de datos de la Figura 4.5. En la relación *empleado*, el atributo Num-Dept se refiere al departamento para el cual trabaja un empleado, por tanto, designamos Num-Dept como clave externa de *empleado*, con referencia a la relación *departamento*. Esto significa que un valor de Num-Dept en cualquier tupla  $t_1$  de la relación *empleado* deberá coincidir con un valor de la clave primaria de *departamento* en alguna tupla  $t_2$  de la relación *departamento*, o el valor de Num-Dept (en *empleado*) puede ser nulo si el empleado no pertenece a ningún departamento. En la Figura 4.5 la tupla del empleado “Luis Izquierdo Sánchez” hace referencia a la tupla del departamento “Dirección”, con lo que se indica que “Luis Izquierdo Sánchez” trabaja para ese departamento.

Cabe señalar que una clave externa puede hacer referencia a su propia relación. Por ejemplo, el atributo Supervisor de *empleado* se refiere al supervisor de un empleado, el cual es otro empleado representado por una tupla de la relación (otra vez) *empleado*. Así pues, Supervisor es una clave externa que hace referencia a la misma relación *empleado*. En la Figura 4.5 la tupla del empleado “Pedro González Ruíz” hace referencia a la tupla del empleado “Luis Izquierdo Sánchez”, lo cual indica que “Luis Izquierdo Sánchez” es el supervisor de “Pedro González Ruíz”.

Podemos representar gráficamente las restricciones de integridad referencial trazando un arco dirigido de cada clave externa a la relación a la cual hace referencia. Para mayor claridad, la punta de la flecha puede apuntar a la clave primaria de la relación referenciada. La Figura 4.6 muestra el esquema de la Figura 4.4 con las restricciones de integridad referencial representadas de esta manera.

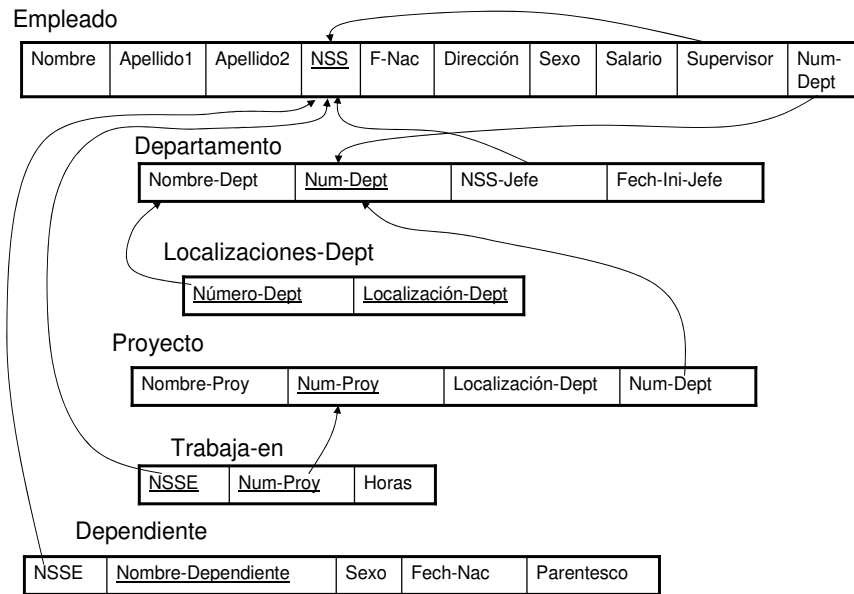


Figura 4.6: Restricciones de integridad referencial representadas sobre el diagrama del esquema de la base de datos relacional EMPRESA.