

# Definición y manipulación de datos



ECO  
EDICIONES

---

Paraninfo

José Manuel Piñeiro Gómez



# **Definición y manipulación de datos**

**José Manuel Piñeiro Gómez**

Piñero Gómez, José Manuel, autor

Definición y manipulación de datos. / José Manuel Piñero Gómez -- Primera edición. -- Bogotá: Ecoe Ediciones, Ediciones Paraninfo, 2026.

240 páginas. 17x24 cm

(Software para bases de datos. Bases de datos NoSQL[NA1.1])

Incluye datos curriculares del autor -- Incluye referencias bibliográficas.

ISBN 978-958-508-936-5 (impreso) 978-958-508-938-9 (pdf) 978-958-508-937-2 (digital)

1. SQL (Lenguaje de programación) 2. Bases de datos relacionales 3. Gestión de bases de datos 4. Estructuras de datos -- Sistemas informáticos 5. Lenguajes de consulta (Informática) I. Piñero Gómez, José Manuel, autor

CDD: 005.74 Ed. 23

Nohora Alvarado



**Área 1:** Software para bases de datos

**Área 2:** Bases de datos NoSQL

**Clasificación Thema:** UNS - UNAN



**ECOE**  
EDICIONES

Paraninfo

© José Manuel Piñero Gómez

© Ediciones Paraninfo, SA  
info@paraninfo.es  
www.paraninfo.es  
Teléfono: (+34) 914 463 350  
Calle José Abascal 41,  
Oficina 701. 28003  
Madrid, España

© Ecoe Ediciones S.A.S.  
info@ecoeediciones.com  
www.ecoeediciones.com  
Carrera 19 # 63 C 32  
Teléfono: (+57) 321 226 46 09  
Bogotá, Colombia

♦ Cita sugerida:  
Piñero Gómez, J. M. (2026).  
*Definición y manipulación de datos.*  
Ecoe Ediciones; Paraninfo.

**Primera edición:** Bogotá, 2026

**ISBN:** 978-958-508-936-5

**e-ISBN (PDF):** 978-958-508-938-9

**e-ISBN (ePub):** 978-958-508-937-2

**Directora editorial:** Ana María Rueda G.

**Coordinadora de producción editorial:**

Alejandra Rondón Forero

**Carátula:** Natalia Herrera

**Impresión:** Carvajal Soluciones de  
Comunicación S.A.S. Carrera 69 #15-24

Esta publicación contribuye al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 4 y 10, promoviendo una educación de calidad y la reducción de las desigualdades.



*La reproducción total de esta obra, ya sea en formato físico o digital, está estrictamente prohibida sin la autorización expresa del titular de los derechos. Asimismo, cualquier reproducción parcial de este libro, con o sin fines comerciales, en formato físico o digital, requiere la autorización previa.*

# Autor

**José Manuel Piñeiro Gómez** es ingeniero en Informática por la Universidad de Deusto y máster oficial en la Sociedad de la Información y el Conocimiento por la Universitat Oberta de Catalunya.

Desde el año 2000 es profesor de Enseñanza Secundaria por la especialidad de Informática, impartiendo docencia en ciclos formativos de FP. También ha trabajado como profesor asociado en el área de Lenguajes y Sistemas Informáticos en la Universidad Pública de Navarra y en la Universidad de Burgos, y como profesor colaborador en la Universitat Oberta de Catalunya. Trabaja como profesor-tutor en el centro asociado de la UNED en Pamplona. Tiene varias publicaciones en el mercado relacionadas con aspectos didácticos de la informática, las bases de datos y el desarrollo de *software*.



# Índice

<b>Introducción normativa</b> .....	XI
<b>1. Lenguajes relacionales</b> .....	1
1.1. Tipos de lenguajes relacionales .....	3
1.2. Operaciones en el modelo relacional .....	5
1.3. Álgebra relacional .....	6
1.3.1. Clasificación de operadores .....	6
1.3.2. Denominación de atributos .....	8
1.3.3. Relaciones derivadas .....	8
1.3.4. Operaciones primitivas: selección, proyección, producto cartesiano, unión y diferencia .....	9
1.3.5. Otras operaciones: intersección, <i>join</i> , división .....	11
1.4. Cálculo relacional .....	14
1.4.1. Cálculo relacional orientado a tuplas .....	15
1.4.2. Cálculo relacional orientado a dominios .....	17
1.5. Transformación de consultas entre álgebra y cálculo relacional .....	19
1.6. Lenguajes comerciales: SQL (Structured Query Language), QBE (Query By Example) .....	21
1.7. Orígenes y evolución del SQL .....	23
1.8. Características del SQL .....	25
1.9. Sistemas de gestión de bases de datos con soporte SQL .....	26
Ejercicio propuesto .....	29
<b>2. El lenguaje de manipulación de la base de datos</b> .....	31
2.1. El lenguaje de definición de datos (DDL) .....	33
2.1.1. Tipos de datos del lenguaje .....	33
2.1.2. Creación, modificación y borrado de bases de datos .....	35

2.1.3.	Creación, modificación y borrado de esquemas.....	42
2.1.4.	Creación, modificación y borrado de tablas .....	44
2.1.5.	Creación, modificación y borrado de vistas .....	62
2.1.6.	Creación, modificación y borrado de índices.....	67
2.1.7.	Especificación de restricciones de integridad .....	71
2.2.	El lenguaje de manipulación de datos (DML) .....	71
2.2.1.	Construcción de consultas de selección: agregación, subconsultas, unión, intersección, diferencia .....	72
2.2.2.	Construcción de consultas de inserción .....	95
2.2.3.	Construcción de consultas de modificación .....	98
2.2.4.	Construcción de consultas de borrado .....	100
2.3.	Cláusulas de lenguaje para la agrupación y ordenación de consultas... ..	101
2.4.	Capacidades aritméticas, lógicas y de comparación del lenguaje .....	108
2.5.	Funciones agregadas del lenguaje .....	120
2.6.	Tratamiento de valores nulos.....	121
2.7.	Construcción de consultas anidadas.....	124
2.7.1.	Subconsultas que generan valores simples.....	126
2.7.2.	Subconsultas que generan conjuntos de valores.....	126
2.7.3.	Consultas correlacionadas .....	128
2.8.	Unión, intersección y diferencia de consultas .....	131
2.8.1.	Operador <i>union</i> .....	131
2.8.2.	Operador <i>intersect</i> .....	133
2.8.3.	Operador <i>except</i> .....	133
2.9.	Consultas de tablas cruzadas .....	134
2.10.	Otras cláusulas del lenguaje .....	136
2.10.1.	Los dominios .....	137
2.10.2.	La orden TRUNCATE .....	139
2.10.3.	El comando SHOW .....	139
2.11.	Extensiones del lenguaje .....	140
2.11.1.	Creación, manipulación y borrado de vistas .....	140
2.11.2.	Especificación de restricciones de integridad .....	143
2.11.3.	Instrucciones de autorización .....	143
2.11.4.	Control de las transacciones .....	158
2.12.	El lenguaje de control de datos (DCL) .....	159
2.12.1.	Transacciones .....	159

2.12.2. Propiedades de las transacciones: atomicidad, consistencia, aislamiento y permanencia .....	159
2.12.3. Estados de una transacción: activa, parcialmente comprometida, fallida, abortada y comprometida .....	162
2.12.4. Consultas y almacenamiento de estructuras en XML .....	163
2.12.5. Estructura del diccionario de datos .....	170
2.12.6. Control de transacciones .....	184
2.12.7. Privilegios: autorizaciones y desautorizaciones .....	186
2.13. Procesamiento y optimización de consultas .....	186
2.13.1. Procesamiento de una consulta .....	186
2.13.2. Tipos de optimización: basada en reglas, basada en costes, otros .....	188
2.13.3. Herramientas de la base de datos para la optimización de consultas .....	191
Ejercicios propuestos .....	201
<b>Anexo I: instalación de PostgreSQL</b> .....	209
<b>Bibliografía</b> .....	215
<b>Páginas web</b> .....	215



# Introducción normativa

La Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional, contiene una disposición derogatoria única que afecta a la regulación de los certificados de profesionalidad, ahora denominados **Certificados Profesionales**. La referida normativa deroga la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional, y abre un escenario de cambios que se irán implementando progresivamente.

La Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional implica que toda la formación es acumulable. La oferta formativa se estructura de forma escalonada, siendo los Certificados Profesionales un nivel intermedio (Grado C) de una escala que va desde el Grado A hasta el E.

En los artículos 35 a 38 de la Ley 3/2022 se describe en qué consisten estos Certificados Profesionales: su oferta, formación asociada, estructura, duración, acceso, titulación y validez. Posteriormente, esta normativa se completa con lo dispuesto en el Real Decreto 659/2023, de 18 de julio, que desarrolla la ordenación del sistema de Formación Profesional. Concretamente en los artículos 67 a 81 es donde se hace referencia a la oferta formativa de Grado C, correspondiente a los Certificados Profesionales.

Están agrupados en 26 familias profesionales con características comunes del sector. En la actualidad hay más de medio millar de Certificados Profesionales incluidos en el Repertorio Nacional. Esta cifra no deja de crecer. Además, cada certificado está específicamente regulado por un real decreto.

Un Certificado Profesional corresponde al Grado C de la oferta del Sistema de Formación Profesional. Es un documento oficial, con validez en todo el territorio nacional y debe constar en el Catálogo Nacional de Ofertas de Formación Profesional, que certifica la capacitación para el desarrollo de una actividad profesional.

Debe detallar los módulos profesionales superados y los estándares de competencia profesional asociados a él e incluidos en el **Catálogo Nacional de Estándares de Competencias Profesionales**, así como su correspondencia con el Marco Español de Cualificaciones.

Despliegan su validez en un doble ámbito, laboral y académico:

- En el contexto laboral tienen validez profesional, porque acreditan las competencias en una determinada profesión. Para poder trabajar en algunas profesiones, se exigen determinadas cualificaciones, y los certificados sirven para acreditarlas.
- Asimismo, tienen validez académica, puesto que permiten continuar un itinerario formativo siempre que se cumplan los requisitos de acceso para cursar la titulación deseada. De tal modo que, los Certificados Profesionales que sean parte de un Grado D permitirán la matrícula modular para completar los módulos establecidos en el currículo y obtener el correspondiente título de técnico básico, técnico o técnico superior con validez en todo el territorio nacional.

Para obtener un Certificado Profesional (Grado C) es preciso cumplir con los requisitos de acceso para realizar la formación.

## **Estructura de los Certificados Profesionales**

- I. Identificación: denominación, familia y área profesional a la que pertenecen; nivel de cualificación profesional (1, 2 o 3); cualificación profesional de referencia; entorno profesional y módulos formativos que esté previsto cursar junto con la duración de cada uno de ellos.
- II. Perfil profesional: incluye las competencias profesionales requeridas en el mercado laboral. En todas ellas se concretan las realizaciones profesionales y los criterios de realización.
- III. Formación: describe los módulos formativos que esté previsto cursar para adquirir las competencias requeridas. En cada uno de ellos se indican las capacidades que se pretende alcanzar y la duración del módulo de prácticas no laborales —PNL—, para el que cabe solicitar exención si se cumplen determinados requisitos.
- IV. Prescripciones de las personas formadoras.
- V. Requisitos mínimos de espacios, instalaciones y equipamiento.

Los Certificados Profesionales se identifican con una denominación concreta y un código alfanumérico propio, y sirven para acreditar una determinada cualificación profesional. Cada certificado está asociado a una relación de unidades de competencia que, a su vez, se vinculan con una serie de módulos formativos específicos. Algunos módulos están integrados por unidades formativas y tanto unos como otras son, en ocasiones, transversales, lo que significa que se trata de contenidos incluidos en más de un Certificado Profesional.

Los Certificados Profesionales se articulan en tres niveles de competencia profesional (1, 2 y 3) conforme a lo dispuesto en el que será el Catálogo Nacional de Estándares de Competencias Profesionales, anteriormente Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales (CNCP), según los criterios establecidos de conocimientos, iniciativa, autonomía y complejidad de las tareas, en cada una de las ofertas de Formación Profesional.

La oferta formativa dirigida a la obtención de los Certificados Profesionales tiene carácter modular para favorecer la acreditación parcial acumulable de la formación recibida y posibilitar así el avance en el itinerario de Formación Profesional para cualquiera que sea la situación laboral de cada persona en cada momento.

En definitiva, el Grado C constituye la oferta, parcial y acumulable, del sistema de Formación Profesional, de varios módulos profesionales del catálogo modular de Formación Profesional por razón de su significado en el mercado laboral y conducente a la obtención de un Certificado Profesional.

Las ofertas de Grado C de Formación Profesional tendrán por objeto módulos profesionales incluidos previamente en el catálogo modular de formación profesional y asociados al Catálogo Nacional de Estándares de Competencias Profesionales.

## **Finalidad de los Certificados Profesionales**

- Contribuir a la ordenación de un Sistema de Formación Profesional al servicio de un régimen de formación y acompañamiento profesionales que sea capaz de responder con flexibilidad a los intereses, expectativas y aspiraciones de cualificación profesional de las personas a lo largo de su vida.
- Combinar escuela y empresa situando a la persona en el centro del sistema.
- Facilitar el aprendizaje permanente de toda la ciudadanía mediante una formación abierta, flexible y accesible, estructurada de forma modular, a través de la oferta formativa asociada al certificado.
- Acreditar las cualificaciones profesionales o las unidades de competencia recogidas en estas, independientemente de su vía de adquisición, bien sea a través de la vía formativa, o mediante la experiencia laboral o vías no formales de formación.
- Favorecer, tanto a nivel nacional como europeo, la transparencia del mercado de trabajo.
- Contribuir a la calidad de la oferta de Formación Profesional.

## Este libro

El presente libro desarrolla la Unidad Formativa denominada “Definición y manipulación de datos”, UF2176.

Dicha unidad formativa es transversal y está asociada a la Unidad de Competencia UC0226\_3, forma parte del Módulo Formativo MF0226\_3: Programación de bases de datos relacionales, perteneciente a las Cualificaciones Profesionales de referencia IFC080\_3 e IFC155\_3, de nivel 3, incluidas en los Certificados de Profesionalidad denominados IFCD0111 Programación en lenguajes estructurados de aplicaciones de gestión, así como IFCD0112 Programación con lenguajes orientados a objetos y bases de datos relacionales, ambos dentro de la familia profesional Informática y Comunicaciones.

Según el Real Decreto 1376/2008, de 28 de agosto, modificado por el RD 628/2013, de 2 de agosto, los contenidos que en esta obra se recogen se corresponden con una duración de 80 horas.

Tanto la estructura como el desarrollo del libro se ajustan al citado Real Decreto y más concretamente a los contenidos de la Unidad Formativa que le da título “Definición y manipulación de datos”.

## Contenidos

### 1. Lenguajes relacionales

- Tipos de lenguajes relacionales.
- Operaciones en el modelo relacional.
- Álgebra relacional:
  - Clasificación de operadores.
  - Denominación de atributos.
  - Relaciones derivadas.
  - Operaciones primitivas: selección, proyección, producto cartesiano, unión y diferencia.
  - Otras operaciones: intersección, join, división, etc.
- Cálculo relacional:
  - Cálculo relacional orientado a dominios.
  - Cálculo relacional orientado a tuplas.
  - Transformación de consultas entre álgebra y cálculo relacional.

- Lenguajes comerciales: SQL (Structured Query Language), QBE (Query By Example).
  - Orígenes y evolución del SQL.
  - Características del SQL.
  - Sistemas de Gestión de bases de datos con soporte SQL.

## 2. El lenguaje de manipulación de la base de datos

- El lenguaje de definición de datos (DDL):
- Tipos de datos del lenguaje.
  - Creación, modificación y borrado de tablas.
  - Creación, modificación y borrado de vistas.
  - Creación, modificación y borrado de índices.
  - Especificación de restricciones de integridad.
- El lenguaje de manipulación de datos (DML):
  - Construcción de consultas de selección: Agregación, Subconsultas, Unión, Intersección, Diferencia.
  - Construcción de consultas de inserción.
  - Construcción de consultas de borrado.
- Cláusulas del lenguaje para la agrupación y ordenación de las consultas.
- Capacidades aritméticas, lógicas y de comparación del lenguaje.
- Funciones agregadas del lenguaje.
- Tratamiento de valores nulos.
- Construcción de consultas anidadas.
- Unión, intersección y diferencia de consultas.
- Consultas de tablas cruzadas.
- Otras cláusulas del lenguaje.
- Extensiones del lenguaje:
  - Creación, manipulación y borrado de vistas.
  - Especificación de restricciones de integridad.
  - Control de transacciones.
  - Instrucciones de autorización.
  - Control de las transacciones.
- El lenguaje de control de datos (DCL):
- Transacciones.

- Propiedades de las transacciones: atomicidad, consistencia, aislamiento y permanencia:
  - Estados de una transacción: activa, parcialmente comprometida, fallida, abortada y comprometida.
  - Consultas y almacenamiento de estructuras en XML.
  - Estructura del diccionario de datos.
- Control de las transacciones.
- Privilegios: autorizaciones y desautorizaciones.
- Procesamiento y optimización de consultas:
  - Procesamiento de una consulta.
  - Tipos de optimización: basada en reglas, basada en costes, otros.
  - Herramientas de la BBDD para la optimización de consultas.

# 1. Lenguajes relacionales

## Contenido

- 1.1. Tipos de lenguajes relacionales
- 1.2. Operaciones en el modelo relacional
- 1.3. Álgebra relacional
- 1.4. Cálculo relacional
- 1.5. Transformación de consultas entre álgebra y cálculo relacional
- 1.6. Lenguajes comerciales: SQL (Structured Query Language), QBE (Query By Example)
- 1.7. Orígenes y evolución del SQL
- 1.8. Características del SQL
- 1.9. Sistemas de gestión de bases de datos con soporte SQL



## 1.1. Tipos de lenguajes relacionales

Antes de adentrarnos en la explicación de los lenguajes relacionales, se van a tratar aspectos más generales del modelo de datos relacional, con el fin de centrarnos en el tema que nos ocupa.

El modelo de datos relacional, como los demás modelos de datos, consta de una parte estática y una parte dinámica:

- La estática de un modelo de datos consta de elementos permitidos y elementos no permitidos o restricciones:
  - Los elementos permitidos para el modelo de datos relacional son las relaciones, atributos y dominios. Toda relación tiene un nombre, se representa mediante una tabla, como se ve en la parte inferior de la Figura 1.1., y consta de un conjunto de filas y columnas. Las columnas se corresponden con los atributos de la relación o propiedades de la misma. Por su parte, las filas se llaman también tuplas y cada tupla contiene una serie de valores para cada uno de los atributos de la relación. El número de columnas de una relación se llama grado y el número de filas, cardinalidad.

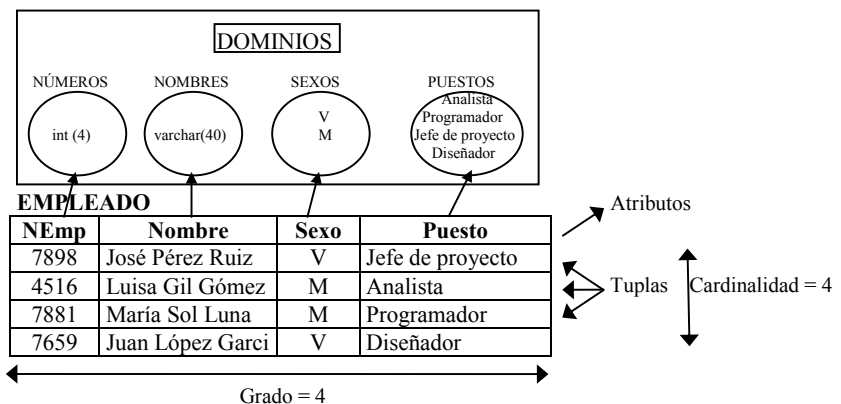


Figura 1.1. Ejemplo de relación.

La cabecera de una relación es la parte estática de la misma, es decir, aquella que se ve modificada muy de vez en cuando, y consta de un conjunto de atributos con sus dominios subyacentes. Un dominio es el conjunto de valores permitidos para un atributo. Por ejemplo, el dominio para el atributo *Sexo* se puede llamar *Sexos* e incluye solo dos posibles valores: V (que hace referencia a varón) y M (que hace referencia a mujer). El dominio para el atributo *Nombre* se puede llamar *Nombres* y hace referencia a cualquier cadena de hasta 40 caracteres.

Por su parte, el cuerpo de la relación es la parte dinámica de la misma y está constituido por una serie de tuplas que van variando con el paso del tiempo a medida que los usuarios introducen, eliminan y modifican datos.

El hecho de que una relación se represente por medio de una tabla es lo que ha originado que en muchos casos se utilice el término *tabla* para hacer referencia a relación, *columna* para hacer referencia a atributo, y *fila* para hacer referencia a tupla.

- Los elementos no permitidos o restricciones se pueden considerar ocurrencias no permitidas, es decir, ciertos valores que no se pueden almacenar en una base de datos. Estas restricciones, a su vez, pueden ser de dos tipos:
  - Restricciones inherentes, que son restricciones que impone el propio modelo de datos en cuestión, el cual no permite ciertas estructuras. Así, una restricción inherente al modelo relacional es que en una relación no puede haber dos tuplas o filas iguales.
  - Restricciones explícitas, semánticas o de usuario, que son aquellas que tienen como objetivo que el modelo de datos refleje de la mejor manera posible el mundo real. Las restricciones suelen afectar al conjunto de valores que toma un atributo. Así, por ejemplo, si tenemos un atributo llamado *edad*, una restricción semántica aplicable podría ser que la edad solo puede tomar valores enteros entre 0 y 120.
- La dinámica de un modelo de datos consta de un conjunto de operadores que se definen sobre la estructura del correspondiente modelo. Los valores de los datos almacenados en un esquema se llaman *ocurrencia del esquema* o *estado de la base de datos en un instante de tiempo*  $t_i$  ( $BD_i$ ). Pues bien, la aplicación de una operación sobre una ocurrencia del esquema transforma a esta en otra ocurrencia.

$$O(BD_i) = BD_j$$

Por ejemplo, si tenemos guardados en una tabla de una base de datos los datos de cinco clientes, eso constituye una ocurrencia del esquema. Si añadimos un nuevo cliente, es decir, si realizamos la operación de inserción de un nuevo cliente, llegamos a otra ocurrencia del esquema o nuevo estado de la base de datos, en el que ya no hay cinco clientes almacenados, sino seis.

Gracias a los lenguajes relacionales, los cuales asignan una sintaxis concreta a las operaciones, es posible pasar de un estado origen de la base de datos a un estado destino, y esto se consigue mediante la aplicación de una serie de operadores. Se puede hablar de dos tipos de lenguajes relacionales:

- Lenguajes algebraicos: se basan en el álgebra relacional, que se estudiará en la sección 1.3, y en ellos los cambios de estado se especifican mediante operaciones cuyos operandos son relaciones y cuyo resultado es otra relación.
- Lenguajes predicativos: se basan en el cálculo relacional y en ellos los cambios de estado se definen mediante predicados que definen el estado objetivo, es decir, aquel al que se desea llegar, sin indicar las operaciones que hay que llevar a cabo para llegar al mismo. Existen dos tipos de lenguajes predicativos: los orientados a tuplas y los orientados a dominios, que son objetivo de estudio en las secciones 1.4.1 y 1.4.2, respetivamente.

## 1.2. Operaciones en el modelo relacional

Las operaciones en el modelo relacional deben permitir manipular datos almacenados en una base de datos relacional y, por tanto, estructurados en forma de relaciones. La manipulación de datos incluye básicamente dos tipos de operaciones: consulta y actualización.

Una consulta consiste en la obtención de datos a partir de una o varias relaciones de la base de datos. Por ejemplo, si en una base de datos tenemos almacenados los artículos que se venden en una empresa, una consulta podría consistir en obtener la descripción, precio, *stock* y marca de los artículos con precio superior a 12,50 €. Según la manera en que se especifiquen las consultas, los lenguajes relacionales pueden ser de dos tipos: algebraicos o predicativos, como se indicó en la sección 1.1.

Por su parte, es posible distinguir tres tipos de operaciones de actualización sobre una base de datos:

- Inserción: consiste en añadir una o más tuplas a una tabla de la base de datos, por ejemplo, añadir los datos de un nuevo artículo que va a empezar a vender la empresa.
- Borrado: consiste en eliminar una o más tuplas de una tabla de la base de datos, por ejemplo, eliminar todos los artículos de una determinada marca, que va a dejar de vender la empresa.

- Actualización: consiste en modificar uno o varios atributos de una o varias tuplas de una tabla de la base de datos, por ejemplo, decrementar en un 2 % el precio de todos los artículos de una determinada marca.

### 1.3. Álgebra relacional

El álgebra relacional es un lenguaje formal de consultas sobre bases de datos relacionales que constituye la base del lenguaje de consultas SQL ampliamente utilizado.

El álgebra relacional se inspira en la teoría de conjuntos para especificar consultas en una base de datos relacional. Para especificar una consulta es preciso definir uno o más pasos que sirven para ir construyendo, mediante operadores del álgebra relacional, una nueva relación que contenga los datos que responden a la consulta a partir de una serie de relaciones. Los operadores del álgebra relacional toman una o más relaciones como operandos y producen otra relación como resultado. Los lenguajes basados en el álgebra relacional son procedimentales, porque en ellos es necesario especificar mediante pasos el procedimiento necesario para dar respuesta a la consulta.

#### 1.3.1. Clasificación de operadores

Los operadores del álgebra relacional se pueden clasificar atendiendo a diversos criterios:

- Según se parecen o no a los operadores de la teoría de conjuntos, se clasifican en:
  - Operadores conjuntistas u operadores tradicionales de la teoría de conjuntos: son la unión, la intersección, la diferencia y el producto cartesiano.
  - Operadores relacionales especiales: son la selección, la proyección, la combinación y la división.
- Según se puedan expresar o no en términos de otros operadores, se clasifican en:
  - Operadores primitivos: son los operadores esenciales que no se pueden obtener de otros, es decir, aquellos a partir de los cuales se puede definir el resto. Estos operadores son la selección, la proyección, el producto cartesiano, la unión y la diferencia.

- Operadores derivados: se pueden obtener aplicando varios de los operadores primitivos, por lo que podríamos prescindir de ellos; sin embargo, son muy útiles y simplifican muchas operaciones habituales. Estos operadores son la intersección, la combinación y la división.
- Según el número de relaciones que tienen como operando:
  - Operadores unarios: son aquellos que tienen una sola relación como operando. Estos operadores son la selección y la proyección.
  - Operadores binarios: son aquellos que tienen dos relaciones como operandos. Estos operadores son el producto cartesiano, la unión, la diferencia, la intersección, la combinación y la división.

Para todos los operadores conjuntistas con excepción del producto cartesiano, las dos relaciones que actúan como operando deben ser compatibles con respecto a la unión, es decir, deben ser del mismo grado (deben tener el mismo número de atributos) y los atributos que ocupan las mismas posiciones deben tener el mismo dominio subyacente.

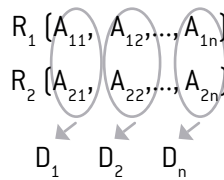


Figura 1.2. Relaciones compatibles con respecto a la unión.

En los ejemplos que se van a realizar para las operaciones unión, intersección y diferencia, se van a emplear las siguientes relaciones:

### Empleados1

NumEmp	NomEmp	Puesto
1234	José Pérez Ruiz	Presidente
4543	Luisa Gil Gómez	Vendedor
2323	María Sol Luna	Director

### Empleados2

NumEmp	NomEmp	Puesto
2344	Mar García Gil	Analista
3423	Mario Ros Bueno	Vendedor
4543	Luisa Gil Gómez	Vendedor

Figura 1.3. Relaciones de ejemplo para unión, intersección y diferencia.

En los ejemplos que se van a realizar para las operaciones de selección, proyección, producto cartesiano y combinación, se van a emplear las siguientes relaciones.

## Empleados

NumEmp	NomEmp	Puesto	NumDep
1234	José Pérez Ruiz	Presidente	1
4543	Luisa Gil Gómez	Vendedor	3
2323	María Sol Luna	Director	1

## Departamentos

NumDep	NomDep	Ciudad
1	Contabilidad	Bilbao
2	Investigación	Santander
3	Ventas	Madrid

Figura 1.4. Relaciones de ejemplo para selección, proyección, producto cartesiano y combinación.

### 1.3.2. Denominación de atributos

Una relación siempre se define sobre un esquema relacional y se expresa indicando el nombre de la relación y, por cada uno de sus atributos, su nombre y el nombre del dominio subyacente:

$$R (A_1:D_1, A_2:D_2, \dots, A_n, D_n) \text{ o } R \{\{A_i:D_i\}\}$$

La relación  $R$  tiene por tanto los siguientes nombres calificados de atributos:

$$R.A_1, R.A_2, \dots, R.A_n$$

Para hacer referencia a un atributo, se escribe solo el nombre del atributo si no hay ambigüedad, es decir, si dicho nombre de atributo no se repite en varias tablas, o bien el nombre del atributo calificado, es decir, anteponiendo al nombre del atributo el nombre de la tabla.

### 1.3.3. Relaciones derivadas

Una relación derivada se define como una relación obtenida mediante la aplicación de algún operador del álgebra relacional sobre una o varias relaciones.

Se puede utilizar la operación de asignación para almacenar el resultado de una expresión del álgebra relacional en una nueva relación o para asignar un nombre a resultados intermedios cuando se desea dividir una operación compleja en una secuencia de operaciones más simples. También se puede emplear para asignar un nuevo nombre a una relación existente, pudiéndose incluso cambiar los nombres de los atributos.

El símbolo con el que se suele representar la operación de asignación es una flecha que apunta hacia la nueva relación a la que se le asignará el resultado de la operación:

$$\text{Relación\_Nueva} \leftarrow O(R)$$

donde  $O(R)$  es el resultado de una o más operaciones del álgebra relacional.

También se puede usar este operador para almacenar una relación en otra nueva relación con un nombre diferente:

$$R' \leftarrow R$$

Por otra parte, la operación de renombrado consiste en asignar nuevos nombres a los atributos de una relación, la cual puede o no ser el resultado de una operación del álgebra relacional. La forma de llevar a cabo el renombrado es realizando una operación de asignación en la que se especifican los nuevos nombres de los atributos de la relación que se encuentra a la izquierda del símbolo de asignación:

$$\text{Relación\_Nueva}(A_1, A_2, \dots, A_n) \leftarrow O(R)$$

Al igual que en el caso de la asignación, en lugar de  $O(R)$  se puede escribir el nombre de una relación.

### 1.3.4. Operaciones primitivas: selección, proyección, producto cartesiano, unión y diferencia

En esta sección se van a estudiar los operadores primitivos del álgebra relacional:

- Selección o restricción: el operador algebraico de selección ( $\sigma$ ) produce un subconjunto horizontal de una relación dada. Este subconjunto está formado por todas las tuplas de la relación dada para las cuales se cumple un predicado o condición especificada. Por ejemplo, la expresión del álgebra relacional que habrá que usar para seleccionar los empleados del departamento número 1 será la siguiente:

$$\sigma_{\text{NumDep}=1}(\text{Empleados})$$

El resultado de esta selección será el siguiente:

NumEmp	NomEmp	Puesto	NumDep
1234	Jose Pérez Ruiz	Presidente	1
2323	María Sol Luna	Director	1

Figura 1.5. Selección sobre una relación.

- Proyección: el operador de proyección ( $\pi$ ) produce un subconjunto vertical de una relación dada. Este subconjunto es el obtenido al seleccionar los atributos especificados en el orden indicado de izquierda a derecha, y eliminando luego las tuplas duplicadas. Así, la expresión del álgebra