

# Modelo Relacional

---

## • Temas:

- Conceptos Generales.
- Restricciones de Integridad.
- Creación y Modificación de Relaciones.
- Algebra Relacional.
- Cálculo Relacional.
- SQL.

# Modelo Relacional

---

## • Referencia:

- Capítulos 7, 8 y 9 del [EN].

## Conceptos Generales

- **Es un Modelo de Datos Lógico.**
  - Se usa como Modelo implementado por DBMS.
- **Creado por Codd en 1970.**
  - Se comenzó con una definición teórica.
  - Se proponía un modelo con fuertes elementos matemáticos para BDs.
- **Actualmente : modelo lógico dominante.**
  - Los DBMS Relacionales son la enorme mayoría.

## Conceptos Generales

- **Vision Informal del Modelo.**
  - Las estructuras consisten en TABLAS,
    - cuyas columnas corresponden a ATRIBUTOS de tipo atómico.
    - y las filas corresponden a registros de datos.
  - Las operaciones están fundamentalmente orientadas a manejo de TABLAS, como conjuntos de registros.
  - Es un modelo de datos extremadamente simple y claro, que también ha resultado potente para la mayor parte de las aplicaciones de BDs.

## Conceptos Generales

---

- **Dominio D.**
  - Es un conjunto de valores atómicos.

## Conceptos Generales

---

- **Esquema de relacion  $R(A_1, \dots, A_n)$ .**
  - R es el *nombre de relación*.
  - $A_1, \dots, A_n$  son los *atributos* con dominios  $D_1, \dots, D_n$ .

## Conceptos Generales

### ♦ Relación $r(R)$ .

- ♦ Es una instancia de un esquema de relación  $R$ .
- ♦ Consiste en un conjunto de t-uplas (o **tuplas**)
  - ♦  $r = \{ \langle a_1, \dots, a_n \rangle, \langle b_1, \dots, b_n \rangle, \langle c_1, \dots, c_n \rangle, \dots \}$
- ♦ También puede interpretarse a  $r$  como:
  - ♦  $r(R) \subseteq (D_1 \times \dots \times D_n)$

## Conceptos generales

### ♦ **Tupla:**

- ♦ La instancia de un esquema de relación es un **conjunto** de Tuplas:
  - ♦ Esq: ESTUDIANTES(CI, nombre, dir)
  - ♦ Inst:  $\{ \langle 1.876.543, \text{"Juan"}, \text{"Bvar Artigas 1232"} \rangle, \dots \}$
- ♦ Una tupla es un elemento de un producto cartesiano de  $N$  dominios.
- ♦ Puede verse como un "array":
  - ♦  $\langle 1.876.543, \text{"Juan"}, \text{"Bvar Artigas 1232"} \rangle[1] = 1.876.543$
- ♦ Función del nombre de los atributos en el contenido:  
 $t: \{CI, \text{nombre}, \text{dir}\} \rightarrow \text{Nro} \cup \text{Strings}$ 
  - ♦  $\langle 1.876.543, \text{"Juan"}, \text{"Bvar Artigas 1232"} \rangle(CI) = 1.876.543$

## Conceptos Generales

- **Esquema de BD Relacional o Esquema Relacional:**
  - Conjunto de esquemas de relación.

## Ejemplo

EMPLEADO(Nombre,Apellido,NSS,FechaN,Direccion,  
Sexo, Salario, NSSSuper, ND)

DEPARTAMENTO(Nombre,NumeroD,NSSGTE,Fechal  
nicGte )

LugaresDeptos(NumeroD, Lugard)

PROYECTO(Nombre, NumeroP, LugarP, NumD)

Trabaja\_En(NSSE, NumP, Horas)

## Ejemplo de instancia de BD Relacional

- Fabricantes que Venden Productos:

FABS				PRODS		VENTAS		
#f	Nombre	Direcc		#p	desc	#f	#p	precio
1	Juan	d1		1	t1	1	1	100
2	Pedro	d2.		2	t2	1	2	200
4	Maria	d3		3	t3	1	3	300
5	Ana	d2		5	t2	1	10	1000
6	Pedro	d4.		6	t3	1	11	1100
9	Pepe	d5		7	t4	2	3	350
10	Laura	d4		9	t2	2	6	600
13	Maria	d3.		10	t1	2	7	700
15	Pedro	d1		11	t3	5	3	350
16	Oscar	d3		12	t2	5	5	200
19	Juan	d4		15	t3	9	7	100
						9	3	300
						10	3	400

## Características de Relaciones

- Es un conjunto de tuplas:
  - No está ordenado.
  - No hay repetidos.
- Valores de Atributos en tuplas:
  - Son valores atómicos (indivisibles).
    - Propiedad: *primera forma normal*.
- Atributos ordenados o no ?
  - Visión "producto cartesiano": SI .
  - Visión "tuplas como funciones": NO .
    - $t: R \rightarrow D_1 \cup \dots \cup D_n$

## RI en el Modelo Relacional

- Restricciones de Dominios.
  - Restricciones de tipo en los Di.

## RI en el Modelo Relacional

- Superclave
  - Dado  $R(A_1, \dots, A_n)$ , se dice que  $X \subseteq \{A_1, \dots, A_n\}$  es **superclave** en un esquema R, si no puede existir ninguna  $r(R)$  tal que tenga dos tuplas con valores iguales de X ( $t[X] = t'[X]$ ).

## RI en el Modelo Relacional

---

- ♦ **Clave.**
  - ♦ Una **clave** es una *superclave* que no contiene propiamente una *superclave* (o sea minimal).

## RI en el Modelo Relacional

---

- ♦ **Foreign Keys.**
  - ♦ Dado R, un conjunto de atributos X es una **FK** de R si:
    - ♦ Los atributos de X coinciden en dominio con los de una clave Y de S.
    - ♦ Los valores de X en tuplas de  $r(R)$  (para toda r) corresponden a valores de Y en la relación  $s(S)$ .



# RI en el Modelo Relacional

## ♦ Integridad Referencial

- ♦ Se dice que existe una **RI Referencial** entre R y S, donde R referencia a S.
- ♦ Es otra forma de decir que en R hay una foreign key sobre S.

# RI en el Modelo Relacional

## ♦ Ejemplo de RI Referenciales:

- ♦ Departamento.NSSGTE FK Empleado.NSS
- ♦ Empleado.NSSSuper FK Empleado.NSS
- ♦ Proyecto.NumeroD FK Departamento.NumeroD

EMPLEADO(Nombre,Apellido,NSS,FechaN,Direccion, Sexo, Salario, NSSSuper, ND)

DEPARTAMENTO(Nombre,NumeroD,NSSGTE,FechaInicGte )

LugaresDeptos(NumeroD, LugarD)

PROYECTO(Nombre, NumeroP, LugarP, NumD)

Trabaja\_En(NSSE, NumP, Horas)

## RI en el Modelo Relacional

- ♦ Una BD se considera válida si:
  - ♦ Todas las relaciones  $r$  satisfacen las RIs.

## RI en el Modelo Relacional

- ♦ **Propiedades importantes:**
  - ♦ Las RI surgen de:
    - ♦ La observación de la realidad.
    - ♦ NO de la observación de relaciones.
  - ♦ Las RI se definen a nivel de:
    - ♦ ESQUEMA RELACIÓN
    - ♦ NO a nivel de instancia.
  - ♦ Las RI son violadas por:
    - ♦ relaciones (instancias).
    - ♦ NO por esquemas de relación.

## Operaciones de modificación

- ♦ **Insert.**

Sea  $R(A,B,C)$  y  $r(R)$ ,

**insert**  $\langle a,b,c \rangle$  **into**  $R$

Incluye la tupla  $\langle a,b,c \rangle$  en la relación  $r$ .

- ♦ Las tuplas insertadas deben cumplir las RI.

## Operaciones de modificación

- ♦ **Delete.**

Sea  $R(A,B,C)$  y  $r(R)$ ,

**Delete from**  $R$  **where**  $\langle \text{cond} \rangle$

borra de las tuplas de  $r$  cumplen la condición  $\langle \text{cond} \rangle$

- ♦ Borrar tuplas puede generar violaciones a RI,
  - ♦ ¿En qué casos ?

## Operaciones de modificación

- ♦ **Update.**
  - ♦ Sea  $R(A,B,C)$  y  $r(R)$ ,  
**update**  $R$  **set**  $\langle \text{atributo} \rangle = \langle \text{valor} \rangle, \dots$  **where**  $\langle \text{cond} \rangle$   
modifica las tuplas de  $r$  que cumplen la condición  $\langle \text{cond} \rangle$ .
  - ♦ Actualizar tuplas puede generar violaciones a RI,
    - ♦ ¿En qué casos ?

## El Algebra Relacional

- ♦ **Visión General:**
  - ♦ Conjunto de operadores para consultar BD-Rs.
  - ♦ Define conjunto de ops estándar en BD-Rs.
- ♦ **Operadores que reciben relaciones y devuelven relaciones:**
  - ♦ Sobre conjuntos de tuplas:
    - ♦ Unión, Diferencia, Producto Cartesiano.
  - ♦ Específicos para BDs Rel.
    - ♦ Selección, Proyección, Join.

# El Algebra Relacional

- ♦ **Sintaxis**

- ♦ Qué símbolos se utilizan para cada operador y qué parámetros recibe.

- ♦ **Semántica**

- ♦ ¿Cuál es el esquema del resultado?.
- ♦ ¿Cuál es la instancia del resultado?.
- ♦ ¿Qué condiciones se deben cumplir para que se pueda aplicar el operador?.

## Algebra Relacional - Selección

- ♦ **Descripción General:**

- ♦ Permite obtener las tuplas que cumplen una cierta condición.

- ♦ **Sintaxis:**

$$\sigma_{\langle \text{condicion} \rangle} (\langle \text{relacion} \rangle)$$

- ♦ donde:

- ♦ *Condición* es una condición lógica sobre valores de los atributos de las tuplas resultado.
- ♦ *Relación* es una relación o expresión relacional.

## Algebra Relacional - Selección

- **Selección(  $\sigma$  )**

- Sea R una relación y  $\theta$  una condición.

$$\sigma_{\theta}(R)$$

- da como resultado otra relación
  - con esquema igual que el de R
  - con instancia el conjunto de tuplas de la instancia de R que cumplen con  $\theta$ .

## Algebra Relacional - Selección

- **Ejemplos:**

- $\sigma_{ND=4}$  (EMPLEADO)
- $\sigma_{Salario>3000}$  (EMPLEADO)
- $\sigma_{ND=4 \text{ and } Salario>3000}$  (EMPLEADO)
- $\sigma_{\text{not } (ND=4 \text{ and } Salario >3000)}$  (EMPLEADO)

## Algebra Relacional - Proyección

- **Descripción General:**

- Permite obtener las tuplas con un cierto conjunto de atributos.

- **Sintaxis:**

$$\Pi_{\langle \text{lista\_atributos} \rangle} (\langle \text{relacion} \rangle)$$

- donde:

- *Lista\_atributos* es una lista de atributos a aparecer en la relación resultado.
- *Relación* es una relación o expresión relacional.

## Algebra Relacional - Proyección

- **Proyección ( $\Pi$ ).**

- Sea R una relación.

$$\Pi_{A_1, \dots, A_n}(R)$$

- da como resultado otra relación:
  - con esquema  $(A_1, \dots, A_n)$
  - con tuplas formadas a partir de las de R, tomando los valores para los atributos  $A_1, \dots, A_n$ .

- **Observación:**

- Como no se admiten tuplas repetidas, al realizar una proyección, podrían quedar menos tuplas que en la relación de partida.

## Algebra Relacional - Proyección

- Ejemplos:

1)  $\Pi_{\text{nombre, dirección}}(\text{FABS})$

2).  $\Pi_{\text{desc}}(\text{PRODS})$

3).  $\Pi_{\#}(\text{VENTAS})$

## Algebra Relacional - Unión

- Descripción General:

- Permite obtener la Unión de dos relaciones tomadas como conjuntos de tuplas.

- Sintaxis:

$(\langle \text{relacion} \rangle) \cup (\langle \text{relacion} \rangle)$

- donde:

- *relación* es una relación o expresión relacional.



## Algebra Relacional - Unión

- **Unión:**

- Sean R y S dos relaciones con igual esquema (o compatible).

- La operación:

$$(R \cup S)$$

- da como resultado otra relación:

- cuyo esquema es igual al de R (y S),
- y que tiene como conjunto de tuplas a la unión de las de R y las de S.

## Algebra Relacional - Diferencia

- **Descripción General:**

- Permite obtener la Diferencia de dos relaciones tomadas como conjuntos de tuplas.

- **Sintaxis:**

$$(<\text{relacion}>) - (<\text{relacion}>)$$

- donde:

- *Relación* es una relación o expresión relacional.

## Algebra Relacional - Diferencia

- ♦ **Diferencia:**

- ♦ Sean R y S dos relaciones con igual esquema (o compatible).

- ♦ La operación:

$$(R - S)$$

- ♦ da como resultado otra relación:

- ♦ cuyo esquema es igual al de R (y S),
- ♦ y que tiene como conjunto de tuplas a la resta de las de R menos las de S.

## Algebra Relacional - Producto Cartesiano

- ♦ **Descripción General:**

- ♦ Permite obtener el Producto Cartesiano de dos relaciones tomadas como conjuntos de tuplas.

- ♦ **Sintaxis:**

$$(<\text{relacion}>) \times (<\text{relacion}>)$$

- ♦ donde:

- ♦ *Relación* es una relación o expresión relacional.

## Algebra Relacional - Producto Cartesiano

- **Producto Cartesiano:**

- Sean R y S dos relaciones con esquemas  $(A1, \dots, An)$  y  $(B1, \dots, Bm)$  respectivamente.

- La operación:

$R \times S$

- da como resultado:

- otra relacion cuyo esquema es

- $(A1, \dots, An, B1, \dots, Bm)$

- y cuyas tuplas son generadas por todas las combinaciones posibles de las de R con las de S.

## Algebra Relacional - Producto Cartesiano

- Ejemplos:

- $\sigma_{\#p < 3}(\text{PRODS}) \times \sigma_{\#p < 3}(\text{VENTAS})$

da como resultado:

#p	desc	#f	#p	precio
1	t1	1	1	100
1	t1	1	2	200
2	t2	1	1	100
2	t2	1	2	200

- Este operador permite combinar las tuplas de dos tablas.

## Ejemplo

- ♦ Ejemplo:
  - ♦  $\Pi_{\$2,\$3,\$4,\$5} (\sigma_{\$1<3} (\text{PRODS}) \times \sigma_{\$2<3} (\text{VENTAS}))$
  - ♦ da como resultado:

desc	#f	#p	precio
t1	1	1	100
t1	1	2	200
t2	1	1	100
t2	1	2	200

- ♦ La notación de atributos numerados también puede ser usada en la selección.

## Operadores Derivados

- ♦ Los operadores presentados antes:
  - ♦ son los básicos del Álgebra Relacional.
- ♦ Se definen otros que:
  - ♦ se pueden expresar en función de los básicos,
  - ♦ pero que expresan operaciones importantes dado que se usan habitualmente.
- ♦ Estos operadores son:
  - ♦ Join:
    - ♦ Permite expresar la combinación de tablas.
  - ♦ División:
    - ♦ Permite obtener los datos que se relacionan con todos los elementos de otro conjunto.

## Algebra Relacional - Join

- **Descripción General:**

- Permite combinar tuplas de dos relaciones a través de una condición sobre los atributos.
- Corresponde a una selección sobre el Prod. Cartesiano de las relaciones.

- **Sintaxis:**

$(\langle \text{relacion} \rangle) \mid \rangle \langle \mid \langle \text{condicion} \rangle (\langle \text{relacion} \rangle)$

## Algebra Relacional - $\Theta$ -Join

- **$\Theta$ -Join.**

- Sean R y S dos relaciones, la operación

$R \mid \rangle \langle \mid_{\text{condición}} S$

- es equivalente a realizar :

$\sigma_{\text{condicion}} (R \times S)$

## Algebra Relacional - Join

### Natural

- **Join Natural.**

- Sean R y S dos relaciones, la operación

$$R * S$$

- es equivalente a realizar el:
    - $\theta$ -Join con la condición de igualdad entre los atributos de igual nombre y luego proyectar eliminando columnas con nombre repetido.

## Algebra Relacional - Join

- **¿Cómo se ejecuta el Join?**

- Cuando se realiza un Join entre dos relaciones (R y S), cada vez que una tupla de R y otra de S cumplen la condición del join, se genera una tupla en el resultado.
  - Para que se genere una tupla en el resultado alcanza con que exista una tupla en R y otra en S que se "conecten" por la condición del Join.

## Algebra Relacional - Join

### Natural

- Ejemplos:

- 1). Dar los nombres de fabricantes y la descripción de los productos que vende.

- $\Pi_{\text{nombre,desc}} ((\text{FABS} * \text{VENTAS}) * \text{PRODS})$

- 2). Dar descripción y precio de productos vendidos por Juan.

- $\Pi_{\text{desc,precio}} ((\sigma_{\text{nombre}=\text{Juan}}(\text{FABS}) * \text{VENTAS}) * \text{PRODS})$

## Algebra Relacional - Join

- Por ejemplo:

- Cuando se consulta el nombre y descripción de producto tal que el fabricante vende ese producto,
  - alcanza con que el fabricante venda un producto para que este en la solución.
  - Si vende varios productos, se obtendrán varias tuplas en la solución.

## Algebra Relacional - División

- **División.**

- Sean R y S dos relaciones con esquemas
  - $(A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m)$  y  $(B_1, \dots, B_m)$  respectivamente.

- La operación

$$R \div S$$

- da como resultado otra relación con esquema
 
$$(A_1, \dots, A_n)$$

- y su contenido son:

- las tuplas tomadas a partir de las de  $r(R)$  tales que su valor  $(a_1, \dots, a_n)$  está asociado en  $r(R)$  con TODOS los valores  $(b_1, \dots, b_m)$  que están en  $s(S)$ .

## Algebra Relacional - División

- **Por ejemplo:**

- Sean R y S,
- y  $Q = R \div S$

<u>R(A, B)</u>	<u>S(B)</u>		<u>Q(A)</u>
a1 b1	b1	==>	a2
a1 b2	b2		
a2 b1	b3		
a2 b2			
a2 b3			
a2 b4			
a3 b1			
a3 b3			



## Algebra Relacional - División

- **Observación:**

- Las tuplas solución deben estar relacionadas con todos los valores de S, pero NO se exige que lo este solo con esos valores. Pueden estar relacionadas con otros valores.

- **Ejemplo:**

- Dar los #p vendidos por todos los fabricantes.

$$\text{Result} = \Pi_{\#p, \#f} (\text{VENTAS}) \div \Pi_{\#f} (\text{FABS})$$

## Ejemplos

- **Ejemplo1.**

- Dar los #p vendidos por todos los fabricantes que venden algún producto.

- $\Pi_{\#p, \#f} (\text{VENTAS}) \div \Pi_{\#f} (\text{VENTAS})$

- **Ejemplo 2.**

- Dar los #f que venden todos los productos vendidos por algún fabricante.

- $\Pi_{\#f, \#p} (\text{VENTAS}) \div \Pi_{\#p} (\text{VENTAS})$

## Ejemplos

### • Ejemplo 3.

- Dar los #f que venden todos los productos con descripción "t1".

$$A = \Pi_{\#f, \#p} ( \text{VENTAS} ) \div \Pi_{\#p} ( \sigma_{\text{desc}="t1"} ( \text{PRODS} ) )$$

### • Ejemplo 4.

- Dar nombre y dirección de fabricantes que venden todos los productos con descripción "t1".

$$\Pi_{\text{nombre, direc}} ( \text{FABS} * A )$$

## Algebra Relacional - División

### • La división en función de operadores base.

- Sea:

$$T(X) = R(X,Y) \div S(Y).$$

$$T1 = \Pi_X (R).$$

- Valores base a incluir en el resultado.

$$T2 = \Pi_X ( (T1 \times S) - R )$$

- Tuplas de R a las que les falta relacionarse en R con algún elemento de S.

- Lo que NO se quiere en el resultado.

$$T = T1 - T2$$