



---

---

---

---

---

---

---

---

### ¿Cálculo y Álgebra Relacional?

- El cálculo y el álgebra relacional son alternativos entre sí para manipular el modelo relacional.
- El Álgebra es prescriptiva o procedural, indicándose un procedimiento para resolverlo.
- El Cálculo es descriptiva, se indica cuál es el problema y no cómo resolverlo.

2

---

---

---

---

---

---

---

---

### ¿Cálculo y Álgebra Relacional?

- Álgebra y el Cálculo son equivalentes.
- El Cálculo Relacional está descrito por una rama de la lógica matemática, llamada lógica de predicados, explicada a continuación.

3

---

---

---

---

---

---

---

---

## Cálculo Relacional

- Según el tipo de variables que se maneje, existen dos tipos de Cálculo Relacional.
- El cálculo relacional de tuplas (CRT) emplea variables-tupla, que designan a tuplas de relaciones.
- En el cálculo relacional de dominios (CRD) se utilizan variables-dominio, que toman valores de los dominios asociados a los atributos de las relaciones.

4

---

---

---

---

---

---

---

---

## Símbolos del Lenguaje

- Símbolos de puntuación: ( ) y ,
- Símbolos de variables: r, s, t, u, v, w, x, y, z.
- Símbolos de constantes: a, b, c, d, e.
- Símbolos de funciones: f, g, h, i ..
- Símbolos de predicados (relaciones):  
se representan mediante letras mayúsculas.

5

---

---

---

---

---

---

---

---

## Símbolos del Lenguaje

- Operadores lógicos:
  - $\neg$  (negación),
  - $\rightarrow$  (implicación),
  - $\wedge$  (conjunción) y
  - $\vee$  (disyunción).
- Cuantificadores:  $\forall$  (cuantificador universal) y  $\exists$  (cuantificador existencial).

6

---

---

---

---

---

---

---

---

## Fórmulas Básicas

F1	$\neg F1$
1	0
0	1

7

---

---

---

---

---

---

---

---

## Fórmulas Básicas

F1	F2	$F1 \wedge F2$	$F1 \vee F2$	$F1 \rightarrow F2$
1	1	1	1	1
1	0	0	1	0
0	1	0	1	1
0	0	0	0	1

8

---

---

---

---

---

---

---

---

## Equivalencia de Fórmulas

- $\neg (F1 \rightarrow \neg F2)$  es equivalente a  $F1 \wedge F2$ .
- $\neg F1 \rightarrow F2$  es equivalente a  $F1 \vee F2$ .
- $\neg \forall x \neg F$  es equivalente a  $\exists x F$ .
- Ejemplos:
  - $\neg (P(x,y) \rightarrow \neg R(z)) \equiv P(x,y) \wedge R(z)$
  - $\neg P(x,g(x)) \rightarrow Q(x,z) \equiv P(x,g(x)) \vee Q(x,z)$
  - $\neg (\forall x (\neg P(a,f(x,y),z))) \equiv \exists x P(a,f(x,y),z)$

9

---

---

---

---

---

---

---

---

## Equivalencia de Fórmulas

- $\neg F1 \rightarrow F2$  es equivalente a  $F1 \vee F2$ .

F1	$\neg F1$	F2	$\neg F1 \rightarrow F2$	$F1 \vee F2$
1	0	1	1	1
1	0	0	1	1
0	1	1	1	1
0	1	0	0	0

10

---

---

---

---

---

---

---

---

## Equivalencia de Fórmulas

- $\neg(F1 \rightarrow \neg F2)$  es equivalente a  $F1 \wedge F2$ .

F1	F2	$\neg F2$	$F1 \rightarrow \neg F2$	$\neg(F1 \rightarrow \neg F2)$	$F1 \wedge F2$
1	1	0	0	1	1
1	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0

11

---

---

---

---

---

---

---

---

## Dominio

- Dado un conjunto de fórmulas, una interpretación consiste en un conjunto no vacío de elementos de  $D$  (dominio), sobre el cual las variables pueden tomar valores.
- a) cada símbolo de constante a un elemento de  $D$ .
- b) cada símbolo de función  $n$ -aria a una función  $D^n$  sobre  $D$ .
- c) cada símbolo de predicado  $n$ -ario a una relación sobre  $D^n$ .

12

---

---

---

---

---

---

---

---

## Dominio, Ejemplo:

- $D = \{\text{carlos, andres, mauricio, francisco, juan, rafael}\}$
- $\forall x \forall y \forall z ((\text{Padre}(x,y) \wedge \text{Padre}(y,z)) \rightarrow \text{Abuelo}(x,z))$
- $\text{Padre} = \{ (\text{carlos, andres}), (\text{andres, mauricio}), (\text{francisco, juan}), (\text{juan, rafael}) \}$
- $\text{Abuelo} = \{ (\text{carlos, mauricio}), (\text{francisco, rafael}) \}$

13

---

---

---

---

---

---

---

---

## Cuantificador Universal

### Computer Repairs



"Most laptops are pretty well behaved, but once in a while you get one that bites."

14

---

---

---

---

---

---

---

---

## Cuantificador Universal

- Si  $x$  es una variable libre en la fórmula  $F$ , la fórmula  $\forall x F(x)$  tomará el valor cierto si  $F(a_i)$  es cierta para todos los elementos  $a_i$  del dominio  $D$ ; en otro caso será falsa. Es decir, el resultado obtenido al evaluar  $\forall x F(x)$  es idéntico al obtenido al evaluar:
- $F(a_1) \wedge F(a_2) \wedge \dots \wedge F(a_n)$
- siendo  $a_1, a_2, \dots, a_n$  todos los elementos del dominio  $D$ .

15

---

---

---

---

---

---

---

---

## Cuantificador Existencial

- Cuantificador existencial: De forma semejante,  $\exists x F(x)$  será cierta si existe al menos un elemento  $a_i$  del dominio  $D$  tal que  $F(a_i)$  es cierta; en otro caso será falsa. Es decir, el resultado obtenido al evaluar  $\exists x F(x)$  es equivalente al obtenido al evaluar:
- $F(a_1) \vee F(a_2) \vee \dots \vee F(a_n)$
- siendo  $a_1, a_2, \dots, a_n$  todos los elementos del dominio  $D$ .

16

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ejemplo

- $\forall x \forall y \forall z ( (\text{Padre}(x,y) \wedge \text{Padre}(y,z)) \rightarrow \text{Abuelo}(x,z) )$
- $\exists x \text{Abuelo}(\text{carlos},x)$

17

---

---

---

---

---

---

---

---

## Cálculo Relacional de Tuplas

- Variable de Tupla  $x : R$  tal que  $R (a_1:\text{dom}_1, a_2:\text{dom}_2, \dots, a_n:\text{dom}_n)$
- De esta forma, se especifica de que relaciones tomarán valores las variables. La variable  $x$  tomará valores en el producto cartesiano de todos los dominios de  $R$ ,  $\text{dom}_1 \times \text{dom}_2 \times \dots \times \text{dom}_n$ .

18

---

---

---

---

---

---

---

---

## Términos de Cálculo Relacional

- Las constantes.
- Términos de proyección:  $x.A$ , donde  $x$  es una variable-tupla y  $A$  es el nombre de un atributo de la relación sobre la que se declaró  $x$ . El término  $x.A$  representa el valor del atributo  $A$  en la tupla  $x$ . También se puede representar como  $x[A]$ .

19

---

---

---

---

---

---

---

---

## Términos de Cálculo Relacional

- Términos de dominio:  $R(x)$ , donde  $R$  es el nombre de una relación y  $x$  es el nombre de una variable-tupla que se declaró sobre la relación  $R$  o sobre otra relación compatible con  $R$ .  $R(x)$  limita el rango de variación de la variable-tupla  $x$  al conjunto de tuplas que pertenecen a la relación  $R$ , es decir, la tupla instanciada por  $x$  pertenece a la relación  $R$ .
- También se puede representar como  $R_x$ .

20

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ejemplo de consultas para Base de Datos

- Sucursal (nombre, activo, ciudad)
- Cliente (nombre, calle, ciudad)
- Depósito (sucursal, n-cuenta, cliente, saldo, monto)
- Préstamo (sucursal, n-prestamo, cliente, importe)
  
- Encontrar la sucursal, n-prestamo, cliente e importe para los préstamos mayores de 300.000:  
■  $\{ t \mid \text{préstamo}(t) \wedge t.\text{importe} > 300000 \}$

21

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ejemplo de consultas para Base de Datos

- Sucursal (nombre, activo, ciudad)
  - Cliente (nombre, calle, ciudad)
  - Depósito (sucursal, n-cuenta, cliente, saldo, monto)
  - Préstamo (sucursal, n-préstamo, cliente, monto)
- Obtener todos los datos de los clientes que tienen préstamos por más de 300.000:
- $\{ t \mid \text{cliente}(t) \wedge \exists s(\text{préstamo}(s) \wedge t.\text{nombre} = s.\text{cliente} \wedge s.\text{monto} > 300000) \}$  <sup>22</sup>

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ejemplo de consultas para Base de Datos

- Sucursal (nombre, activo, ciudad)
  - Cliente (nombre, calle, ciudad)
  - Depósito (sucursal, n-cuenta, cliente, saldo, monto)
  - Préstamo (sucursal, n-préstamo, cliente, monto)
- Encontrar a todos los clientes que tienen una cuenta en la sucursal 'Bandera', la utilizan, pero que no han sacado un préstamo en esa sucursal:
- $\{ t \mid \text{cliente}(t) \wedge \exists s(\text{depósito}(s) \wedge t.\text{nombre} = s.\text{cliente} \wedge s.\text{sucursal} = \text{'Bandera'}) \wedge \neg \exists u(\text{préstamo}(u) \wedge t.\text{nombre} = u.\text{cliente} \wedge u.\text{sucursal} = \text{'Bandera'}) \}$  <sup>23</sup>

---

---

---

---

---

---

---

---

## Formula Correcta o Segura

- Una fórmula  $F$  es segura si satisface las tres condiciones siguientes:
- Si  $t$  es una tupla tal que  $F(t)$  es cierta, entonces cada valor de cada atributo de  $t$  debe pertenecer al dominio de  $F$ ,  $\text{dom}(F)$ .
- Para cada subfórmula  $F'$  de  $F$  tal que  $F = \exists x F'(x)$ , si  $t$  es una tupla tal que  $F'(t)$  es cierta, entonces cada valor de cada atributo de  $t$  debe pertenecer a  $\text{dom}(F')$ .
- Para cada subfórmula  $F'$  de  $F$  tal que  $F = \forall x F'(x)$

24

---

---

---

---

---

---

---

---

## ¿Cuáles son los Límites de una BD?



25

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---