



Dpto. Ciencias e Ingeniería de la Computación  
 Universidad Nacional del Sur

## ELEMENTOS DE BASES DE DATOS

Segundo Cuatrimestre 2013

### Clase 5: Modelo Relacional – Lenguaje de Consulta Relacional – Calculo Relacional de Tuplas (CRT)



Mg. María Mercedes Vitturini  
 [mvitturini@uns.edu.ar]

## Lenguajes de Consulta

**Servicio DBMS:** lenguaje de alto nivel para gestionar datos

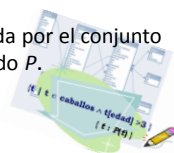
- **Lenguaje de Definición de Datos (LDD/DDDL):** considera las sentencias para especificar *el esquema de una base de datos*.
- **Lenguaje de Manipulación de Datos (LMD/DML):** considera las sentencias para *modificar y recuperar información almacenada* en una base de datos, ie. manipular instancias.
  - Categorías de lenguajes DML puros:
    - **Algebraicos o procedurales:** las consultas son expresadas aplicando operadores específicos a las relaciones.
    - **Lógicos o declarativos:** denominadas **cálculo relacional**, expresadas por fórmulas lógicas.

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

## Cálculo Relacional de Tuplas

- Las **consultas en CRT se expresan en forma declarativa**, sin especificar el procedimiento efectivo para obtener la información.
- Formato general de una consulta:
 
$$\{ t : P(t) \}$$

Leer : "El conjunto de tuplas *t* tal que satisfacen el predicado *P*".
- El **resultado es una relación** integrada por el conjunto de tuplas *t* que satisfacen el predicado *P*.



EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

nroCarrera	nroCaballo	posición
CC-01	CB-01	1
CC-01	CB-02	null
CC-01	CB-03	2
CC-01	CB-04	1
CC-01	CB-05	3
CC-02	CB-01	Null
CC-02	CB-03	1
CC-02	CB-04	3
CC-02	CB-05	2
CC-03	CB-01	2
CC-03	CB-02	1
CC-03	CB-03	Null
CC-03	CB-04	3
CC-03	CB-05	4
CC-04	CB-01	3
CC-04	CB-02	4
CC-04	CB-04	null
CC-04	CB-05	2

*corre*

**Caballos**

**Carreras**

**Ejemplo**

nroCarrera	nombre	fecha
CC-01	Premier	11-04-2012
CC-02	Trote	31-06-2012
CC03	Speed	01-08-2012
CC-04	Millón	27-08-2012

*carrera*

nroCaballo	nombre	edad	peso
CB-01	Indio	9	280
CB-02	Orso	6	289
CB-03	Juana	2	230
CB-04	Grecia	8	245
CB-05	Chino	8	256
CB-06	Cristal	5	180
CB-07	Kaiser	3	205

*caballo*

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

Participa una relación:

## CRT – Ejemplos

"Caballos de más de ocho años?"

$$\{ t \mid t \in \text{caballo} \wedge t[\text{edad}] > 8 \}$$

Selección

"Nombre de las carreras que se corrieron en agosto de 2012?"

$$\{ t \mid \exists c \in \text{carrera} (t[\text{nombre}] = c[\text{nombre}] \wedge c[\text{fecha}] >= "01/08/2012" \wedge c[\text{fecha}] <= "31/08/2012") \}$$

Selección + Proyección

Participa más relaciones:

Nombre de fantasía de caballos que corrieron alguna carrera?

$$\{ t \mid \exists cb \in \text{caballo}, \exists co \in \text{corre}, (t[\text{nombre}] = cb[\text{nombre}] \wedge cb[\text{nroCaballo}] = co[\text{nroCaballo}]) \}$$

Join Natural + Selección + Proyección

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

## CRT – Notación

- $t[A]$  denota el valor de la tupla *t* en el atributo *A*.
- $t \in r$  denota que la **tupla *t*** está en **relación de pertenencia** con la **relación *r***.
- $\forall$ : cuantificador universal "para todo".
- $\exists$ : cuantificador existencial "existe".
- $\wedge$ : conjunción lógica "y".
- $\vee$ : disyunción lógica "o".
- $\neg$ : negación lógica "no".
- $\Rightarrow$ : implicación o entonces.

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

### Definición Formal del CRT

- Dada una expresión en el CRT de la forma:  
 $\{t : P(t)\}$
- $P$  es una **fórmula** que puede contener *variables de tupla*.
- Una variable de tupla puede estar *libre* o *ligada*.
- Una variable está **ligada** cuando está cuantificada universalmente ( $\forall$ ) o existencialmente ( $\exists$ ).
- **Ejemplo:**  
 $\{t : \exists s \in \text{cliente } (s[\text{localidad}] = \text{"Bahia Blanca"} \wedge t = s)\}$   
 – En el ejemplo  $t$  es una variable **libre** y  $s$  está **ligada**.

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

### Definición Formal del CRT

- Una **fórmula** del CRT *está compuesta de átomos*.
- Un **átomo** puede ser de las siguientes formas:
  - $t \in r$  donde  $t$  es una variable tupla y  $r$  una relación.
  - $t[X] \theta u [Y]$  donde:
    - $t$  y  $u$  son variables de tupla,
    - $X$  atributos definidos en  $t$ ,  $Y$  atributos definidos en  $u$ ,
    - $\theta$  un operador relacional del conjunto  $\{<, \leq, >, \geq, =, \neq\}$ .
  - $t[X] \theta c$  donde:
    - $t$  es una variable tupla,  $\theta$  un operador relacional y  $c$  una constante en el dominio del atributo  $X$ .

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

### Definición Formal del CRT

Las **fórmulas** se *construyen usando las reglas*:

- Un átomo es una fórmula.
- Si  $P$  es una fórmula entonces lo son  $\neg P$  y  $(P)$ .
- Si  $P_1$  y  $P_2$  son fórmulas entonces lo son  $P_1 \wedge P_2$ ,  $P_1 \vee P_2$  y  $P_1 \Rightarrow P_2$ .
- Si  $P(s)$  es una fórmula y  $r$  es una relación, entonces son fórmulas:
  - $\exists s \in r (P(s))$  y
  - $\forall s \in r (P(s))$ .

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

### Significado de expresiones

- $\exists t \in r (Q(t))$  significa *"existe una tupla  $t$  en la relación  $r$  tal que el predicado  $Q(t)$  es verdadero"*.
- $\forall t \in r (Q(t))$  significa *"el predicado  $Q(t)$  es verdadero para todas las tuplas  $t$  en la relación  $r$ "*.
- $P_1 \wedge P_2$  es equivalente a  $\neg(\neg P_1 \vee \neg P_2)$ .
- $P_1 \Rightarrow P_2$  es equivalente a  $\neg P_1 \vee P_2$ .
- $\forall t \in r (Q(t))$  es equivalente a  $\neg(\exists t \in r (\neg Q(t)))$ .

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

### Consultas en CRT

- Nombre de clientes que tienen un préstamo en la sucursal Universitario:
 
$$\{t : \exists s \in \text{presta}, \exists u \in \text{préstamos} \\ (u[\text{Nro-Prest}] = s[\text{Nro-Prest}] \\ \wedge u[\text{Nom-Sucur}] = \text{"Universitario"} \\ \wedge t[\text{Nom-Cliente}] = s[\text{Nom-Cliente}])\}$$
  - Se lee como "el conjunto de las tuplas (con atributo *Nom-Cliente*) para las cuales el *Cliente* tiene un préstamo en la sucursal Universitario".
  - La variable tupla  $u$  asegura que el cliente tiene un préstamo en la sucursal Universitario.

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

### Consultas en CRT

- Clientes que tienen un préstamo, una cuenta, o ambos en un banco:
 
$$\{t : \exists s \in \text{presta } (t[\text{Nom-Cliente}] = s[\text{Nom-Cliente}]) \vee \\ \exists u \in \text{deposita } (t[\text{Nom-Cliente}] = u[\text{Nom-Cliente}])\}$$
  - Esto es, el conjunto de tuplas con atributo *Nom-Cliente* para las cuales vale una de las siguientes condiciones:
    - *Nom-Cliente* aparece en alguna tupla de la relación *presta* como prestatario del banco.
    - *Nom-Cliente* aparece en alguna tupla de la relación *deposita* como depositante del banco.

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

## Consultas en CRT

- Clientes que tienen un préstamo y una cuenta en el banco:  
 $\{ t : \exists s \in \text{presta}(t[\text{Nom\_Cliente}]=s[\text{Nom\_Cliente}]) \wedge \exists u \in \text{deposita}(t[\text{Nom\_Cliente}]=u[\text{Nom\_Cliente}]) \}$
- Clientes que tienen un préstamo **pero no** una cuenta en el banco:  
 $\{ t : \exists s \in \text{presta}(t[\text{Nom\_Cliente}]=s[\text{Nom\_Cliente}]) \wedge \neg(\exists u \in \text{deposita}(s[\text{Nom\_Cliente}]=u[\text{Nom\_Cliente}])) \}$

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

## El cuantificador $\forall$

$$\forall t \in r (Q(t))$$

- Significa que  $Q(t)$  es verdadero para todas las tuplas  $t$  en  $r$

$$P \Rightarrow Q$$

- “P implica Q”, esto es, si P es verdadero, entonces Q debe ser verdadero, ó  $\neg P \vee Q$ .

### Ejemplo

- Nombres de Cliente con cuenta en **todas** las sucursales de Tres Arroyos  
 – Si existe algún clientes que “para todas las sucursales, si la sucursal es de Tres Arroyos, entonces el cliente tiene una cuenta en dicha sucursal”

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

## Consultas en CRT

- Clientes que tienen cuenta en **todas** las sucursales situadas en Tres Arroyos:  
 $\{ t : \exists cl \in \text{clientes} (t[\text{Nom-Cliente}]=cl[\text{Nom-Cliente}] \wedge (\forall suc \in \text{sucursales} (suc[\text{Ciu-Sucur}] = \text{"Tres Arroyos"} \Rightarrow \exists dep \in \text{deposita}, \exists cta \in \text{cuentas} (dep[\text{Nom-Cliente}]=cl[\text{Nom-Cliente}] \wedge (dep[\text{Nro-Cuenta}]=cta[\text{Nro-Cuenta}] \wedge cta[\text{Nom-Sucur}] = suc[\text{Nom-Sucur}]))))) \}$

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

## Seguridad de las Expresiones

- Supongamos que deseamos escribir una consulta del tipo:  
 $\{ t : \neg(t \in \text{préstamo}) \}$
- Existen infinitas tuplas que no están actualmente en **préstamo**, por lo que no se desean estos tipos de expresiones.
- El **dominio** de una fórmula P en CRT es el conjunto de todos los valores que aparecen **explícitamente** en P.  
 –  $\text{dom}(t \in \text{préstamos} \wedge t[\text{Monto}] > 1200)$  es el conjunto de valores que aparecen en préstamos.  
 –  $\text{dom}(\neg(t \in \text{préstamos}))$  es el conjunto de valores que no están en préstamos.

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

## Seguridad de las Expresiones

- Una expresión  $\{ t : P(t) \}$  es **segura** si todos los valores que aparecen en el **resultado** son valores de  $\text{dom}(P)$ .
- La expresión  $\{ t : \neg(t \in \text{préstamos}) \}$  no es segura.  
 – Sabemos que  $\text{dom}(\neg(t \in \text{préstamos}))$  es el conjunto de valores que aparecen en préstamos.  
 – Sin embargo, es posible tener una tupla  $t$  que no esté en préstamo que contenga valores que no aparecen en préstamo.
- El resto de las expresiones que presentamos hasta ahora eran seguras.

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

## LMD - Resumen

- Dos notaciones diferentes o categorías de LMD
  - **Algebraicas o procedurales**: las consultas son expresadas aplicando operadores específicos a las relaciones.
    - Álgebra Relacional (AR)
  - **Lógicas o declarativas**: denominadas **cálculo relacional**, expresadas por fórmulas lógicas.
    - Cálculo Relacional de Tuplas
    - Cálculo Relacional de Dominios
- Lenguajes Comerciales
  - **Structured Query Language (SQL)**

Técnicos Puros

Toma características de ambos

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

## Ejercicios propuestos

- Todos los datos de *cuentas* de las cuentas cuyo titular es Pablo Garré.
- Nombre y apellido de los clientes que tienen préstamos en dos o más sucursales distintas.
- Nombre y apellido de los clientes con dos o más cuentas.
- Nombre y apellido de los clientes que tienen saldo superior a 50000\$ en sus cuentas.
- Nombre y apellido de los clientes que tienen saldo superior a 50000\$ en todas sus cuentas.

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

## Otras operaciones de DML (LMD)

- Las operaciones hasta ahora vistas permiten *consultar* los datos almacenados en una Base de Datos relacional.
- El grupo de operaciones que veremos a continuación permiten *“actualizar”* el contenido de la Base de Datos, fundamentalmente por medio de las operaciones de:
  - **inserción, borrado y actualización.**

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operaciones del LMD

- **Eliminación:** consiste en borrar o eliminar tuplas de una relación.
  - Notación:  $r \leftarrow r - E$ .
- Ejemplo:
  - Eliminar las tuplas de corre con nro-carrera CC-02.  
 $corre \leftarrow corre - \sigma_{nro-carrera = CC-02}(corre)$

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operaciones del LMD

- **Inserción:** consiste en agregar o insertar nuevas tuplas a una relación.
  - Notación:  $r \leftarrow r \cup E$ .
- Ejemplo:
  - Agregar el caballo “Yago” con número CB-06 de 6 años y 240 kilos.  
 $caballos \leftarrow caballos \cup \{(CB-06, \text{“Yago”}, 6, 240)\}$

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operaciones de LMD

- **Modificación:** consiste en modificar datos de una o más tuplas a una relación.
  - Notación:  $\delta_{A \leftarrow E}(r)$ .
- Ejemplo:
  - Aumentar en 1 las edades de todos los caballos.  
 $\delta_{edad \leftarrow edad + 1}(\text{caballos})$

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

## Temas de la Clase de Hoy

- Cálculo relacional de tuplas
  - Definición formal.
  - Seguridad de las expresiones. Ejemplos
- Otros operadores de LMD
  - Operadores de actualización: eliminación, inserción y modificación
- **Bibliografía**
  - “Database System Concepts” – A. Silberschatz. Capítulo 2 (edición 2005).
  - “Database and Knowledge Base System” – J. Ullman. Capítulo 3.

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

### Variantes de Join - Outer Join

- El **outer join** es una extensión de la operación **join** que evita la pérdida de información cuando no hay coincidencia.
- Calcula el join y luego se agregan las tuplas que no hacen match con las tuplas de la otra relación del join.
- Usa valores *nu*los o indeterminado en los atributos que no se puede determinar el valor.
- *null* significa que el valor es desconocido o no existe.

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

### Outer Join – Ejemplo

- Relación *préstamos*

número-prest	sucursal-prest	importe
L-170	Downtown	3000
L-230	Redwood	4000
L-260	Perryridge	1700

- Relación *presta*

cliente	número-prest
Jones	L-170
Smith	L-230
Hayes	L-155

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

### Outer Join – Ejemplo

- **Join (inner-join):** *prestamos* |><| *presta*

número-prest	sucursal	importe	cliente
L-170	Downtown	3000	Jones
L-230	Redwood	4000	Smith

- **Left-outer-Join :** *prestamos* |><| *presta*

número-prest	sucursal	importe	cliente
L-170	Downtown	3000	Jones
L-230	Redwood	4000	Smith
L-260	Perryridge	1700	<i>null</i>

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini

### Outer Join – Example

- **Right-outer-Join:** *prestamos* |><| *presta*

número-prest	sucursal	importe	cliente
L-170	Downtown	3000	Jones
L-230	Redwood	4000	Smith
L-155	<i>null</i>	<i>null</i>	Hayes

- **Full-outer-Join:** *prestamos* |><| *presta*

Número-prest	sucursal	importe	cliente
L-170	Downtown	3000	Jones
L-230	Redwood	4000	Smith
L-260	Perryridge	1700	<i>null</i>
L-155	<i>null</i>	<i>null</i>	Hayes

EBD2012\_6 - Mg. Mercedes Vitturini