



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 – Algebra Relacional



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

## Modelo Relacional - Repaso

**Modelo de Datos Relacional:** una Base de Datos Relacional consta de múltiples *relaciones*.

- **Esquema de relación** es un conjunto finito de atributos  $\{A_1, \dots, A_n\}$  tal que cada atributo  $A_i$  tiene asociado un **dominio**  $\text{dom}(A_i)$ .
- Una **relación**  $r$  sobre un esquema de relación  $R$ ,  $r(R)$  es un conjunto finito de mapeos o tuplas  $\{t_1, \dots, t_p\}$  de  $R$  a  $D$  ( $\text{dom}(A_1) \times \dots \times \text{dom}(A_n)$ ).

- Existe una forma “mecánica” de definir el esquema de base de datos a partir del Modelo Entidad-Relación

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Llaves a partir del Modelo E-R

- **Entidades Fuertes:** La **llave primaria del conjunto entidad** es la llave primaria de la relación.
- **Entidades Débiles:** La llave primaria de la relación surge de la **unión de la llave primaria del conjunto entidad fuerte y del discriminador del conjunto entidad débil**.
- **Relaciones:** La unión de las llaves primarias de los conjuntos entidad relacionados se transforma en:
  - Para **relaciones muchos a uno**, la llave primaria del conjunto de entidades “muchos” pasa a ser la llave primaria de la relación.
  - Para **relaciones uno a uno**, la llave primaria de la relación puede ser la llave de cualquiera de los conjuntos de entidades.
  - Para **relaciones muchos a muchos**, la unión de las llaves primarias de los conjuntos de entidades pasa a ser la llave primaria de la relación.
  - Si la relación tiene atributos, la llave primaria dependerá del caso.

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Servicios del SMBD

1. Soporte de al menos un **Modelo de Datos**.
2. Disponibilidad de **Lenguajes de alto nivel para administrar o manipular la base de datos**
  - **Lenguaje de Manipulación de Datos (LMD/DML)**.
  - **Lenguaje de Definición de Datos (LDD/DDDL)**.
3. **Eficiencia** al consultar los datos almacenados.
4. Provea **manejo de transacciones** (commit y rollback).
  - Mantener **integridad y consistencia** de datos.
  - Provea **control de concurrencia** y capacidades para **compartir datos**.
  - Permita **recuperaciones de fallos**.
5. Brinde **seguridad** y facilidades en la **administración de datos**.

EBD2012\_2 - Mg. Mercedes Vitturini

## Lenguajes de Bases de Datos

- **Lenguaje de Definición de Datos (LDD/DDDL):** es el lenguaje que mediante un conjunto de sentencias sirve para especificar **el esquema de una base de datos**.
- **Lenguaje de Manipulación de Datos (LMD/DML):** es el lenguaje que nos permite **modificar y consultar la información almacenada** en una base de datos, ie. manipular instancias.

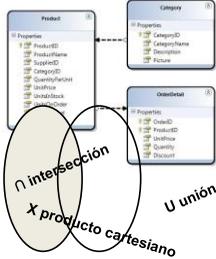
EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Lenguajes de Manipulación de Datos (LMD o DML)

- Categorías de lenguajes:
  - **Algebraicos o procedurales:** las consultas son expresadas aplicando operadores específicos a las relaciones.
    - Lenguaje Teórico o ‘Puro’: Algebra Relacional
  - **Lógicos o declarativos:** denominadas **cálculo relacional**, expresadas por fórmulas lógicas.
    - Lenguaje Teórico o ‘Puro’: Cálculo Relacional de Tuplas

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Algebra Relacional (AR)



Lenguaje de Consulta  
 Teórico orientado a  
 procedimientos  
 (procedural)

## Convenciones de notación

- Las primeras mayúsculas del alfabeto para **atributos simples** (A, B, C,...,L).
- Las últimas mayúsculas para **conjuntos de atributos** (U, V, W, X, Y, Z).
- R** es un **esquema de relación**. Una relación con atributos A, B y C puede notarse como **(ABC)** o **ABC** o **R(ABC)**.
- q, r, s**: **instancias o relaciones** del esquema R.
- A<sub>1</sub>...A<sub>n</sub>** se usa para representar **una tupla** {A<sub>1</sub>,...,A<sub>n</sub>}.
- XY** es abreviatura de  $X \cup Y$ .
- XA** es abreviatura de  $X \cup \{A\}$ .

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Algebra Relacional

- Lenguaje “puro” **orientado a procedimientos**. Define seis operadores básicos:
- Operadores Unarios**
  - selección:  $\sigma$
  - proyección:  $\Pi$
  - Renombrar:  $\rho$
- Operadores Binarios**
  - unión:  $\cup$
  - Diferencia de conjuntos:  $-$
  - Producto Cartesiano:  $\times$
- A partir de una o dos relaciones, cada operando produce una **nueva relación como resultado**.

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operador de Selección ( $\sigma$ )

- El operador **selección** aplicado sobre una relación  $r$ , genera una **relación resultado** que contiene el **subconjunto de tuplas de  $r$  que cumplen una condición dada**.
- Se define como:
  - $\sigma_p(r) = \{t \mid t \in r \wedge p(t)\}$ , donde:
    - $p$  es una **fórmula** del cálculo proposicional, consiste de **términos** conectados por  $\wedge$  (**and**),  $\vee$  (**or**),  $\neg$  (**not**),
    - cada **término** es de la forma:  $\langle \text{atributo} \rangle \text{op} \langle \text{atributo} \rangle$  ó  $\langle \text{constante} \rangle$
    - y **op**: =,  $\neq$ , >,  $\geq$ , <,  $\leq$

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operador de Selección

Vuelos				
Nro-Vuelo	Desde	Hacia	Salida	Llegada
84	Chicago	JFK	15:00	17:55
109	JFK	Los Angeles	21:40	2:42
117	Atlanta	Boston	22:05	0:43
213	JFK	Boston	11:43	12:45
214	Boston	JFK	2:20	15:12

$\sigma_{\text{Desde}=\text{"JFK"}}(\text{Vuelos})$

Vuelos desde JFK				
Nro-Vuelo	Desde	Hacia	Salida	Llegada
109	JFK	Los Angeles	21:40	2:42
213	JFK	Boston	11:43	12:45

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operador de Selección

Vuelos				
Nro-Vuelo	Desde	Hacia	Salida	Llegada
84	Chicago	JFK	15:00	17:55
109	JFK	Los Angeles	21:40	2:42
117	Atlanta	Boston	22:05	0:43
213	JFK	Boston	11:43	12:45
214	Boston	JFK	2:20	15:12

$\sigma_{(\text{Desde}=\text{"JFK"} \wedge \text{Hacia}=\text{"Boston"})}(\text{Vuelos})$

Vuelos desde JFK hacia Boston				
Nro-Vuelo	Desde	Hacia	Salida	Llegada
213	JFK	Boston	11:43	12:45

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Ejemplo

El **esquema de Base de Datos**:

- Esq\_Caballo (nroCaballo, nombre, peso, edad)
- Esq\_Carrera (nroCarrera, nombreCarr, fecha)
- Esq\_Resultado (nroCaballo, nroCarrera, posición)

Y las **relaciones**:

- caballo (esq\_caballo).
- carrera (esq\_carrera).
- corre (esq\_corre).

EBD2012\_5 - 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

## Ejemplo

nroCarrera	nombre	fecha
CC-01	Premier	11-04-2012
CC-02	Trote	31-06-2012
CC-03	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

caballo

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Algunas Consultas de Selección

- ¿Qué caballos tienen tres o más años?  
 –  $\sigma_{\text{edad} \geq 3}(\text{caballo})$ .
- ¿Qué carreras se corrieron entre el mes de agosto?  
 –  $\sigma_{\text{fecha} >= "01/08/2012" \text{ and fecha} <= "31/08/2012"}(\text{carrera})$ .
- ¿Qué caballos ganaron alguna carrera?  
 –  $\sigma_{\text{posición}=1}(\text{corre})$ .

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operador de Proyección ( $\Pi$ )

**Definición** – Sea  $r$  una relación sobre el esquema  $R$  y  $X$  un subconjunto de  $R$ . Se define como la "**proyección de  $r$  en  $X$** "

$$\Pi_X(r) = \{ t(X) : t \in r \}$$

– Donde  $X = (A_1, A_2 \dots A_k)$  son nombres de atributos.

- El operador **proyección** aplicado sobre una relación  $r$ , genera una relación resultado que *contiene un subconjunto de atributos (o columnas) de  $r$* .
- El resultado se define como una relación de  $k$  columnas obtenidas de eliminar las columnas que no pertenecen a  $X$ .
- Según la teoría de conjuntos, **en  $\Pi_X(r)$  se eliminan de  $r$  las tuplas (filas) repetidas.**

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operador de Proyección

Vuelos				
Nro-Vuelo	Desde	Hacia	Salida	Llegada
84	Chicago	JFK	15:00	17:55
109	JFK	Los Angeles	21:40	2:42
117	Atlanta	Boston	22:05	0:43
213	JFK	Boston	11:43	12:45
214	Boston	JFK	2:20	15:12

$\Pi_{\text{Nro-Vuelo, Salida, Llegada}}(\text{vuelos})$

Nro-Vuelo	Salida	Llegada
84	15:00	17:55
109	21:40	2:42
117	22:05	0:43
213	11:43	12:45
214	2:20	15:12

$\Pi_{\text{Desde}}(\text{vuelos})$

Desde
Chicago
JFK
Atlanta
Boston

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Consultas con proyección

- Nombre de fantasía de *caballos*.  
 –  $\Pi_{\text{nombre}}(\text{caballo})$ .
- ¿En qué fechas se corren carreras?  
 –  $\Pi_{\text{fecha}}(\text{carrera})$ .

Proyección + Selección

- ¿Qué fechas del mes de agosto de 2012 se corrieron carreras?  
 $\Pi_{\text{fecha}}(\sigma_{\text{fecha} >= "01/08/2012" \text{ and fecha} <= "31/08/2012"}(\text{carrera}))$

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operador Unión (∪)

- La unión dos relaciones  $r$  y  $s$  se define como:  

$$r \cup s = \{t \mid t \in r \vee t \in s\}$$
- Para que la operación  $r \cup s$  sea válida debe cumplirse:
  - $r, s$  deben tener la misma aridad (el mismo número de atributos).
  - Los dominios deben ser compatibles.
- De acuerdo con la teoría de conjuntos, en la unión de relaciones *se eliminan tuplas repetidas*.

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operador Unión

$r$		
A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>

$s$		
A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>

$r \cup s$		
A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Ejemplo

- ESQ-DUEÑO** (ddni, dapellido, dnombres) y *dueños*(EDUEÑOS)
- ESQ-JINETE** (jdni, japellido, jnombres, jcategoria) y *jinetes*(EJINETES)

Ejemplo:

- Nombres y apellidos de las personas del sistema (jinetes o dueños)

$\Pi_{\text{dapellido, dnombres}}(\text{dueño}) \cup \Pi_{\text{japellido, jnombres}}(\text{jinete})$ .

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operador Diferencia

- La **diferencia** de dos conjuntos de relaciones  $r$  y  $s$  se define como:

$$r - s = \{t \mid t \in r \text{ and } t \notin s\}$$

- Para que la diferencia de conjuntos sea posible las relaciones tienen que ser compatibles:
  - $r$  y  $s$  deben tener la misma aridad.
  - Los dominios de los atributos de  $r$  y  $s$  deben ser compatibles.
- Notación:**  $r - s$  ó  $r / s$

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operador Diferencia

$r$		
A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>

$s$		
A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>

$r \setminus s$  ó  $r - s$

$r \setminus s$		
A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Ejemplo

**Consulta:**

- Nombres y apellidos de las personas que son dueños, pero que no son jinetes

$\Pi_{\text{dapellido, dnombres}}(\text{dueño}) - \Pi_{\text{japellido, jnombres}}(\text{jinete})$

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Producto Cartesiano (X)

- El **producto cartesiano** entre dos conjuntos de relaciones  $r$  y  $s$  se define como:  

$$r \times s = \{tq \mid t \in r \wedge q \in s\}$$
- Permite combinar información de cualquier par de relaciones.
- El resultado es una relación con tantas columnas como la *suma* de las columnas de las relaciones  $r$  y  $s$  y tantas filas como el *producto cartesiano* de las filas de  $r$  y  $s$ .

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operador Producto Cartesiano

Vuelo				
Nro-Vuelo	Desde	Hacia	Salida	Llegada
84	Chicago	JFK	15:00	17:55
109	JFK	Los Angeles	21:40	2:42
117	Atlanta	Boston	22:05	0:43
213	JFK	Boston	11:43	12:45
214	Boston	JFK	2:20	15:12

X

Pasajero		
Nro-Pas	Apellido	Nombres
84	Peña	Ana Clara
109	Vitale	Matias

↓

Pasajero X Vuelo							
Nro-Vuelo	Desde	Hacia	Salida	Llegada	Nro-Pas	Apellido	Nombres
84	Chicago	JFK	15:00	17:55	84	Peña	Ana Clara
84	Chicago	JFK	15:00	17:55	109	Vitale	Matias
109	JFK	Los Angeles	21:40	2:42	84	Peña	Ana Clara
109	JFK	Los Angeles	21:40	2:42	109	Vitale	Matias
117	Atlanta	Boston	22:05	0:43	84	Peña	Ana Clara
117	Atlanta	Boston	22:05	0:43	109	Vitale	Matias
213	JFK	Boston	11:43	12:45	84	Peña	Ana Clara
213	JFK	Boston	11:43	12:45	109	Vitale	Matias
214	Boston	JFK	2:20	15:12	84	Peña	Ana Clara
214	Boston	JFK	2:20	15:12	109	Vitale	Matias

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Ejemplo

DUEÑO		
ddni	dapellido	dnombre
11122233	Ron	Juan
22333444	Fuentes	María
33444555	Diez	Luis
55666777	Flores	Ana María

JINETE			
jdni	japellido	jnombre	jcategoria
11122233	Ron	Juan	C1
22333222	Ruiz	Carlos	C1
33444555	Diez	Luis	C2

- ¿Nombres y apellidos de las personas que son a la vez dueños y jinetes?

$\Pi_{dapellido, dnombre} (\sigma_{ddni=jdni} (\text{dueño} \times \text{jinete}))$ .

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operador Renombrar ( $\rho$ )

- El operador **renombrar** permite nombrar resultados de expresiones del álgebra relacional.

**Ejemplo:**

- Supongamos que  $E(A_1, A_2, \dots, A_n)$  es expresión del Álgebra Relacional de aridad  $n$ . La expresión:

$\rho_{E2}(B_1, B_2, \dots, B_n) (E)$

- retorna el resultado de la **expresión  $E$**  bajo el nombre  **$E2$** , con sus atributos nombrados como  **$B_1, B_2, \dots, B_n$** .

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Ejemplos

- Caballos.  
 $\rho_{horse}(\text{caballo})$   
 $\rho_{horse}(\text{number, name, age, weight})(\text{caballo})$

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Ejercicios

- El nroCaballo de los caballos que abandonaron alguna carrera.
- El nroCaballo y nombre de los caballos que abandonaron alguna carrera.
- El nroCaballo de los caballos que no corrieron carreras.
- Nombre y edad de los caballos que en alguna carrera fueron primeros.

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

### Operadores Adicionales

- A continuación vamos a ver cómo se definen un grupo de **operadores adicionales**
- Estos operadores *no agregan poder expresivo* al álgebra relacional, pero simplifican las consultas más frecuentes:
  - Intersección de conjuntos ( $\cap$ ).
  - Join-Natural ( $\bowtie$ )
  - División ( $\div$ )
  - Asignación ( $\leftarrow$ )

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

### Operador Intersección ( $\cap$ )

- Dadas dos relaciones  $r$  y  $s$ , se define  $r$  **intersección**  $s$  como:

$$r \cap s = \{t \mid t \in r \wedge t \in s\}$$

- Como en otros operadores vistos se asume que:
  - $r, s$  tienen la misma **aridad**.
  - Los atributos de  $r$  y  $s$  son de tipos **compatibles**.

- **Observación:** el operador intersección se obtiene a partir de la diferencia:

$$r \cap s = r - (r - s)$$

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

### Operador Intersección

$r$		
A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>

$s$		
A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>

$r \cap s$

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

### Operador Join-Natural ( $\bowtie$ )

**Definición:** Sean  $r(R)$  y  $s(S)$  dos relaciones sobre  $R$  y  $S$  respectivamente. La "**fusión (join) natural de  $r$  y  $s$** ", notada como  $r \bowtie s$ , es el conjunto de tuplas  $t$  sobre el **esquema  $R \cup S$** , tal que:

- Existen tuplas  $t_r$  en  $r$  y  $t_s$  en  $s$  con  $t_r = t(R)$  y  $t_s = t(S)$  y cada tupla de  $r \bowtie s$  es una combinación de  $r$  y  $s$  tal que coinciden en los atributos de  $R \cap S$ .

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

### Operador Join-Natural

$r$	
A	B
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>

$r \bowtie s$		
A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>

$s$	
B	C
b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>
b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
b <sub>3</sub>	c <sub>2</sub>
b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

### Operador Join-Natural

$r$	
A	B
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>

$r \bowtie s$			
A	B	C	D
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>

$s$	
C	D
c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>
c <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>
c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

### Join-Natural - Definición Formal

- Sean  $r$  y  $s$  relaciones sobre los esquemas de relación  $R$  y  $S$  respectivamente.
- El **join-natural** de  $r$  y  $s$ , notado como  $r \bowtie s$ , se define como:

$$r \bowtie s = \Pi_{R \cup S} (\sigma_{r.A_1=s.A_1 \wedge r.A_2=s.A_2 \wedge \dots \wedge r.A_n=s.A_n} (r \times s))$$

– donde  $R \cap S = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ .

- Si  $R \cap S = \emptyset$  entonces  $r \bowtie s = r \times s$ .
- En muchas ocasiones se utiliza simplemente el término **join** en alusión al **join natural**.

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

### Ejemplo de Join-Natural

Patente	Marca	Modelo
ABC-111	Corsa	2000
DEF-122	Clio	2003
RST-333	Falcon	1989
CCA-020	Megane	2002
DDE-621	Fiesta	2003

*auto*

$\bowtie$

Patente	cCódigo
ABC-111	c-2222
DDE-621	c-2223

*venta*

Patente	Marca	Modelo	cCódigo
ABC-111	Corsa	2000	c-2222
DDE-621	Fiesta	2003	c-2223

*auto*  $\bowtie$  *venta*

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

### Consultas con el operador $\bowtie$

- Nombre de los caballos que corrieron alguna carrera.  
 –  $\Pi_{\text{nombre}}(\text{caballo} \bowtie \text{corre})$ .
- Nombre del caballo y nombre de la carrera que corrió:  
 –  $\Pi_{\text{nombre}, \text{nombreCarr}}(\text{caballo} \bowtie \text{corre} \bowtie \rho_{\text{carreras}(\text{nroCarrera}, \text{nombreCarr}, \text{fecha})}(\text{carreras}))$ .
- Nombre y edad de los caballos que corrieron la carrera "Millón".  
 –  $\Pi_{\text{nombre}, \text{edad}}(\text{caballo} \bowtie \text{corre} \bowtie \sigma_{\text{nombreCarr}=\text{"Millón"}}(\rho_{\text{carreras}(\text{nroCarrera}, \text{nombreCarr}, \text{fecha})}(\text{carreras})))$ .

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

### Operador $\theta$ -Join

**Definición:** dadas dos relaciones  $r$  y  $s$ , el operador  $\theta$ -Join se define como:

$$r \bowtie_{\theta} s \equiv \sigma_{\theta}(r \times s)$$

- Un operador  $\theta$ -Join realiza el producto cartesiano de dos relaciones y luego resuelve la selección usando el predicado relacional  $\theta$ .
- El operador  $\theta$ -Join permite combinar relaciones con restricciones particulares.  
 –  $\theta$  es un operador relacional:  $\{ >, <, \geq, \leq, =, \neq \}$ .

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

### Ejemplo

- Mostrar el nombre de los caballos mayores de 8 años que ganaron alguna carrera.

$$\Pi_{\text{nombre-caballo}}(\sigma_{\text{edad}>8 \text{ and } \text{pos}=1}(\text{caballo} \bowtie \text{corre}))$$

$$\Pi_{\text{Nombre-caballo}}(\text{caballo} \bowtie_{(\text{edad}>8 \wedge \text{Caballos.NroCaballo}=\text{Corre.NroCaballo} \wedge \text{pos}=1)} \text{corre})$$

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

### Operador División ( $\div$ )

**División:** sean  $r(R)$  y  $s(S)$  relaciones con  $S \subseteq R$ . La operación  $r \div s$  es una relación de esquema  $R-S$ . Donde:

- Una tupla  $t \in r \div s$  si **para cada tupla  $t_s$  en  $s$  existe una tupla  $t_r$  en  $r$  que satisface las siguientes condiciones:**

$$t_r[S] = t_s[S] \text{ y } t_r[R-S] = t$$

- Observación:** la operación de división se define en términos de las operaciones fundamentales como:

$$r \div s = \Pi_{R-S}(r) - \Pi_{R-S}((\Pi_{R-S}(r) \times s) - \Pi_{R-S,S}(r))$$

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operador División

n Relaciones r, s:

A	B	C	D	E
α	a	γ	a	1
α	a	γ	a	1
α	a	γ	b	1
β	a	γ	a	1
β	a	γ	b	3
γ	a	γ	a	1
γ	a	γ	b	1
γ	a	β	b	1

r

D	E
a	1
b	1

s

n  $r \div s$

A	B	C
α	a	γ
γ	a	γ

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

### Ejemplo: caballos que corrieron todas las carreras del mes de agosto.

- El número de las carreras que se corrieron en agosto.

$$r_1 = \Pi_{\text{NroCarrera}} (\sigma_{\text{fecha} \geq "01/08/2012 \text{ and fecha} \leq "31/08/2012"} (\text{carrera}))$$

- El nombres del caballo y el número de carrera que corrió.

$$r_2 = \Pi_{\text{Nombre, NroCarrera}} (\text{caballo } |><| \text{ corre})$$

- Ahora, los caballos que aparecen en  $r_2$  con cada una de las carrera de  $r_1$ .

$$\Pi_{\text{Nombre, NroCarrera}} (\text{caballo } |><| \text{ corre}) \div$$

$$\Pi_{\text{NroCarrera}} (\sigma_{\text{fecha} \geq "01/08/2011 \text{ and fecha} \leq "31/08/2011"} (\text{carrera}))$$

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Operador Asignación ( $\leftarrow$ )

El operador **asignación** provee un medio conveniente para expresar consultas complejas.

### Ejemplo

- $r \div s$  se podría expresar usando asignación como:

$$\text{temp1} \leftarrow \Pi_{R,S} (r)$$

$$\text{temp2} \leftarrow \Pi_{R,S} ((\text{temp1} \times s) - \Pi_{R,S,S} (r))$$

$$\text{resultado} \leftarrow \text{temp1} - \text{temp2}$$

- El resultado de la derecha de  $\leftarrow$  se asigna a la **variable** a la izquierda del operador de asignación.
- La **variable** se puede usar en próximas expresiones.

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

### Ejemplo: Recuperar los caballos que corrieron todas las carreras que se corrieron en el mes de agosto.

- Las carreras de agosto.

$$\text{carrerasAgosto} \leftarrow \Pi_{\text{NroCarrera}} (\sigma_{\text{fecha} \geq "01/08/2012 \text{ and fecha} \leq "31/08/2012"} (\text{carrera}))$$

- Los nombres de caballo y nro de carrera que corrieron.

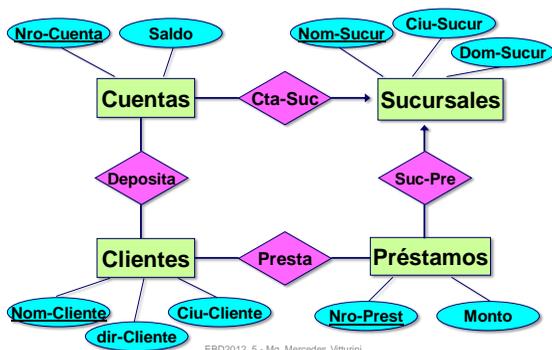
$$\text{caballoCarrera} \leftarrow \Pi_{\text{Nombre, NroCarrera}} (\text{caballo } |><| \text{ corre})$$

- Ahora, los caballos que aparecen en  $r_2$  con cada carrera de  $r_1$ .

$$\text{caballoCarrera} \div \text{carrerasAgosto}$$

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Diagrama E-R para un Banco



EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Modelo Relacional

Esquema Relacional del Modelo E/R anterior:

- Esq-Cuenta (Nro\_Cuenta, Nom\_Sucur, Saldo).
- Esq-Cliente (Nom\_Cliente, Dir\_Cliente, Ciu\_Cliente).
- Esq-Préstamo (Nro\_Prest, Nom\_Sucur, Monto).
- Esq-Sucursal (Nom\_Sucur, Dir\_Sucur, Ciu\_Sucur).
- Esq-Deposita (Nom\_Cliente, Nro\_Cuenta).
- Esq-Presta (Nom\_Cliente, Nro\_Prest).

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Modelo Relacional

Y las relaciones:

- cuenta (Esq-Cuentas).
- cliente (Esq-Clientes).
- prestamo (Esq-Préstamos).
- sucursal (Esq-Sucursales).
- deposita (Esq-Deposita).
- presta (Esq-Presta).

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Ejercicios propuestos

- Saldos de las cuentas de Pablo Garré.
- Nombres de los clientes que tienen un préstamo de la sucursal Universitario.
- **Encontrar los clientes que tienen préstamos en al menos dos sucursales distintas.**
- Encontrar todas las sucursales que comparten clientes con otras sucursales.
- **Cientes que tienen una cuenta en todas las sucursales situadas en Tres Arroyos.**

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini

## Temas de la Clase de Hoy

- Lenguajes Relacionales – Álgebra Relacional
  - Operadores:
    - Unión, Intersección, Diferencia, Selección, Proyección, Renombre, Producto Cartesiano.
    - Operadores adicionales
- **Bibliografía**
  - “Database System Concepts” – A. Silberschatz. Capítulo 2
  - “Database and Knowledge Base System” – J. Ullman. Capítulo 3.

EBD2012\_5 - Mg. Mercedes Vitturini