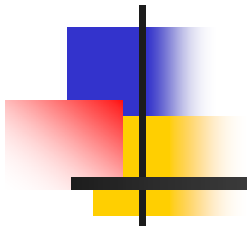


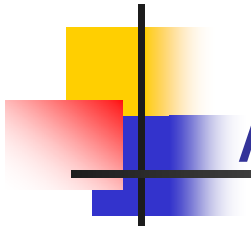
Bases de Datos

Álgebra Relacional

Para qué necesitamos relaciones?

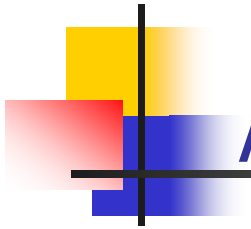
marca	nombre	tipo	grados	origen	ml	precio
Quilmes	Clásica	Lager	4,06	Quilmes	330	80
Quilmes	Bock	Ale	5,0	Quilmes	330	85
Corona	Extra	Ale	4,5	Mendoza	500	80

marca	nombre	año	tipo	grados	origen	ml	precio
Las Moras	Dadá	2014	Malbec	13,5	Mendoza	750	120
Bianchi	Particular	2015	Chardonnay	14,0	San Juan	700	85
Bianchi	Valentín	2015	Syrah	14,0	Mendoza	700	115



Algunas preguntas (1/2)

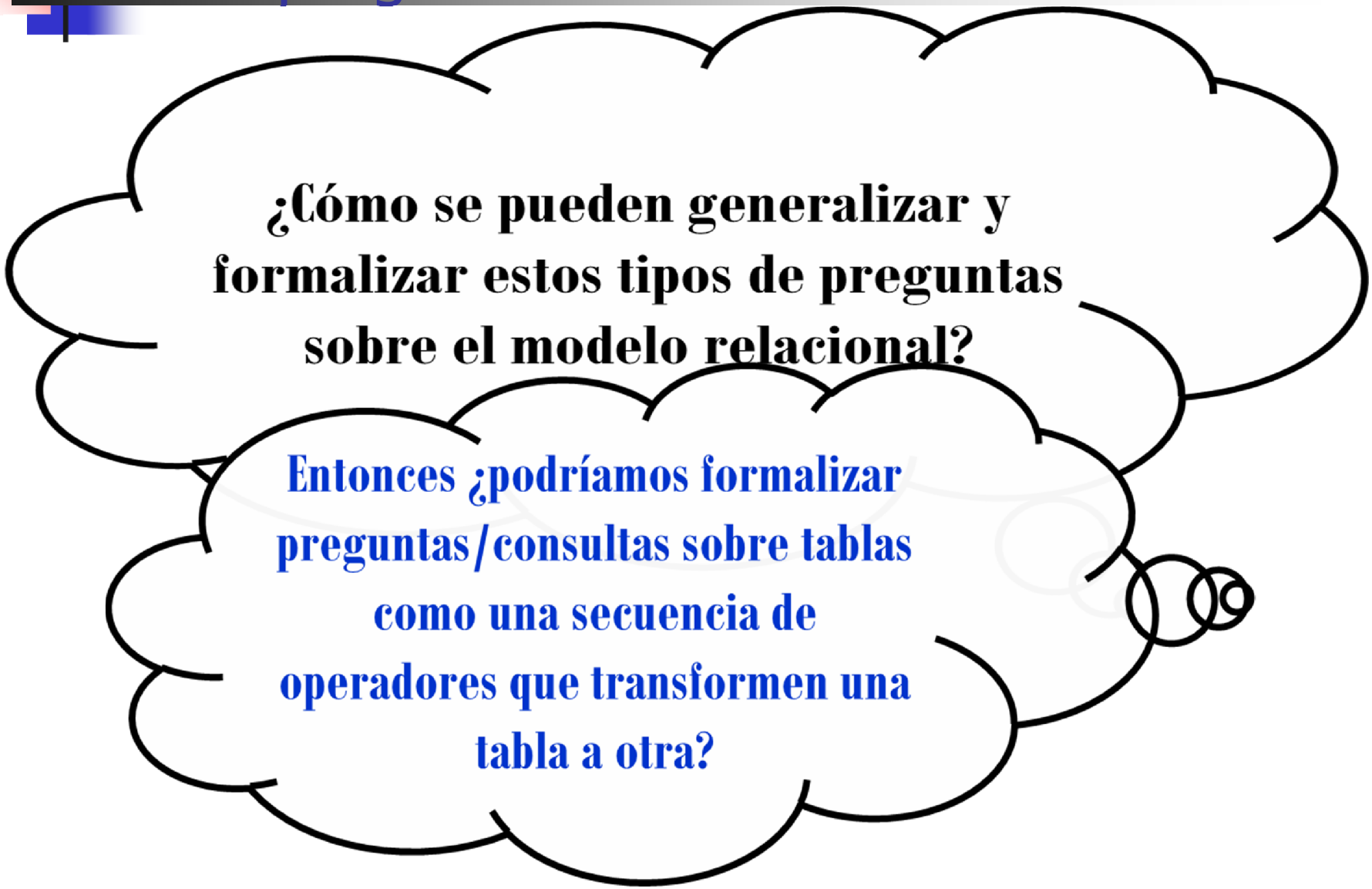
- **¿Cuáles cervezas existen?**
- **¿Cuáles cervezas de la marca “Quilmes” existen?**
- **¿Cuáles “ales” existen?**
- **¿4,5? ¿Cuáles “ales” son más fuertes que 4,8?**
- **¿Cuáles tipos de cervezas hay?**
- **¿Cuáles tipos tienen una cerveza más fuerte que 4,8?**
- **Pero si no me gusta la cerveza, ¿cuáles marcas, años y regiones de vino existen?**
- **¿Cuáles vinos son del tipo o Malbec o Syrah?**

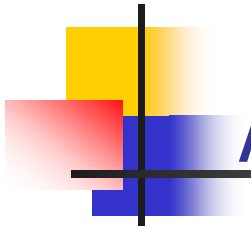


Algunas preguntas (2/2)

- **¿ Estoy curioso, ¿cuáles marcas de cerveza tienen un Ale y un Lager?**
- **¿Cuáles marcas de cerveza tienen un ale pero no un lager?**
- **¿Cuáles marcas de cerveza tienen un ale o un lager?**
- **Mi madre es de Mendoza, ¿cuáles marcas de trago son de Mendoza?**
- **¿Existen vinos con el mismo precio que cervezas?**
- **¿Nombre los tipos de cervezas que existen**

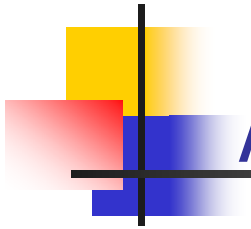
Una pregunta





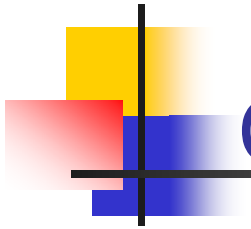
Álgebra Relacional

- Lenguajes de acceso a BD
  - Álgebra Relacional
    - Lenguaje procedimental (se indica qué obtener y cómo obtenerlo)
  - Lenguajes de Usuario
    - SQL (Structured Query Language), basado en álgebra relacional
  - Se usan para construir consultas sobre una Base de Datos



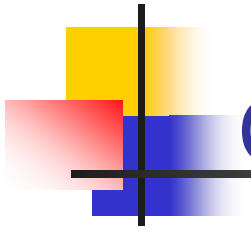
Álgebra Relacional

- Definición: Conjunto de operaciones sobre Relaciones
  - Actúan sobre Relaciones
  - Producen Relaciones como resultados
  - Pueden combinarse para construir expresiones más complejas
- Operadores
  - Básicos y Derivados
  - Propios de BD y de Conjuntos



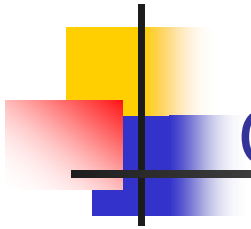
Operadores Básicos

- Propios de BD
  - Selección (σ) y Proyección (π)
- De Conjuntos
  - Unión ($\cup$), Diferencia ($-$), Producto Cartesiano ($\times$)
- Son operacionalmente completos
- Permiten expresar cualquier consulta sobre una BD



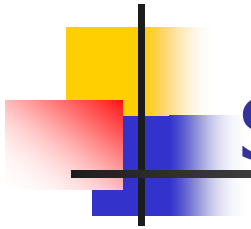
Operadores Derivados

- Propios de BD
  - Join condicional ($|X|_{condicion}$)
  - Join natural ($|X|$)
- De Conjuntos
  - Intersección ($\cap$), División ($/$)
- Se derivan combinando los operadores básicos
- No añaden nada nuevo. Fueron definidos para simplificar la construcción de consultas
- Se usan con frecuencia



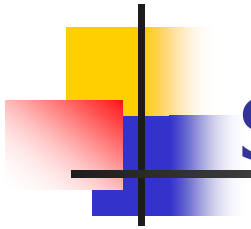
Operadores Tradicionales sobre Conjuntos

- Para todos, con excepción del producto cartesiano, join natural, join condicional y división:
  - Las dos relaciones operandos deben tener el mismo grado
  - Los j-ésimos atributos de las dos relaciones (j en el rango de 1 a n) deben tener el mismo dominio subyacente



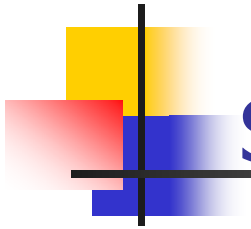
Selección: σ

- Operador unario: σ_c: R(N) $\rightarrow$ R(N)
- S = σ_c (R): el resultado una relación S cuyas tuplas son el subconjunto de tuplas de R que cumplen con una determinada condición c
  - c es una expresión booleana sobre los atributos de la relación
- R puede ser una expresión algebraica relacional (cuyo resultado es una relación)
- Es una partición horizontal de R en 2 conjuntos de tuplas –las que cumplen y son seleccionadas y las que no cumplen y son descartadas –



Selección: σ (continuación)

- Es una operación conmutativa
  - $\sigma_{c1} (\sigma_{c2} (R)) = \sigma_{c2} (\sigma_{c1} (R))$
  - Por lo tanto, una secuencia de SELECTs anidados puede ser evaluada en cualquier orden
- Adicionalmente, podemos remplazar una secuencia de SELECTs anidados por un único SELECT cuya condición es la conjunción de las condiciones de cada SELECT individual
  - $\sigma_{c1} (\sigma_{c2} (\ldots (\sigma_{cn} (R))\ldots)) = \sigma_{c1 \text{ AND } c2 \text{ AND} \ldots \text{ AND } cn} (R)$

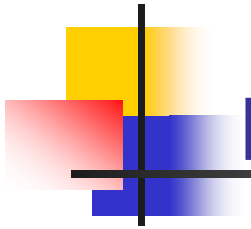


Selección: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Seleccionar los empleados que trabajan en el departamento número 4
  - Seleccionar los empleados cuyo salario es mayor que 30 mil pesos
  - Seleccionar los empleados que, o bien trabajan en el departamento 4 y ganan más que 25 mil pesos, o trabajan en el departamento 5 y ganan más de 30 mil pesos

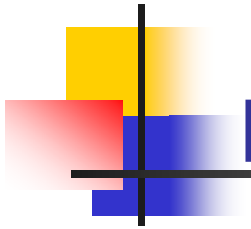
Proyección: π

- Operador unario: $\pi_{<a1 \ldots am>}$: $R(N) \rightarrow R(M)$, $M \leq N$
- $S = \pi_{<a1 \ldots am>} (R)$: el resultado una relación S cuyos atributos, $<a_1 \ldots a_m>$, son un subconjunto de los de R y cuyas tuplas son todas las de R, salvo que haya duplicadas (se eliminan cuando $<a_1 \ldots a_m>$ no es una superclave de R)
- El orden de los atributos de S es el de $<a_1 \ldots a_m>$
- R puede ser una expresión algebraica relacional (cuyo resultado es una relación)
- Es una partición vertical de R en 2 conjuntos de tuplas –uno con los atributos seleccionados y otro con los descartados –



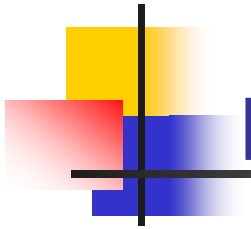
Proyección: π (continuación)

- Adicionalmente, la expresión $\pi_{<list1>}(\pi_{<list2>}(R)) = \pi_{<list1>}(R)$ es válida siempre que $<list_1> \subseteq <list_2>$



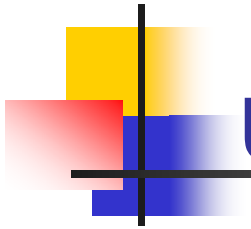
Proyección: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener una relación que contenga nombre y apellido de todos los empleados
  - Obtener una relación que contenga número y nombre de todos los departamentos
  - Obtener una relación que contenga número, nombre y ubicación de todos los proyectos



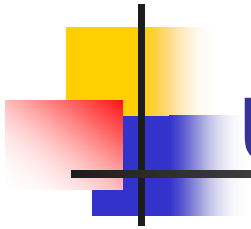
Rename: ρ

- Operador unario: $\rho_{S(a1\ldots an)}$: R(N) $\rightarrow$ R(N)
- $\rho_{S(B1,B2,\ldots,Bn)}(R)$
  - Renombra la relación y sus atributos
- $\rho_{S}(R)$
  - Renombra sólo la relación
- $\rho_{(B1,B2,\ldots,Bn)}(R)$
  - Renombra sólo los atributos



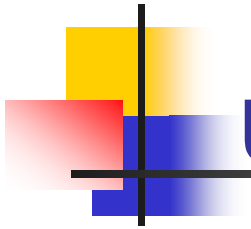
Unión: U

- Operador binario: U: R(N) x R(N) → R(N)
- T = R U S: el resultado es una relación T que incluye todas las tuplas de R o todas las de S o las de ambas, excluyendo repeticiones
- R y S deben ser *type compatible*
  - R y S deben tener el mismo grado n
    - (i.e.: misma cantidad de atributos)
  - $dom(R_i) = dom(S_i)$, para $1 \leq i \leq = n$
    - (i.e.: cada par de atributos correspondientes deben pertenecer al mismo dominio)



Unión: U (continuación)

- Es una operación conmutativa
  - R U S = S U R
- Es una operación asociativa
  - R U (S U T) = (R U S) U T

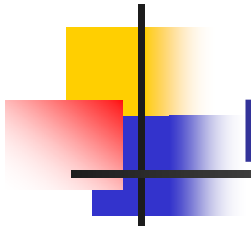


Unión: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener los *Social Security numbers* de los empleados que, o bien trabajan en el departamento 5, o bien los que supervisan a empleados que trabajan en el departamento 5

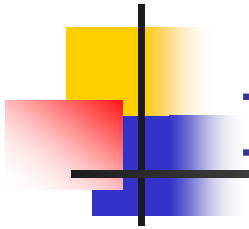
Diferencia: −

- Operador binario: −: R(N) x R(N) → R(N)
- T = R − S: el resultado es una relación T que incluye todas las tuplas que pertenecen a R y NO a S
- R y S deben ser *type compatible*
  - R y S deben tener el mismo grado n
    - (i.e.: misma cantidad de atributos)
  - $dom(R_i) = dom(S_i)$, para $1 \leq i \leq = n$
    - (i.e.: cada par de atributos correspondientes deben pertenecer al mismo dominio)
- NO es una operación conmutativa
  - $R - S \neq S - R$



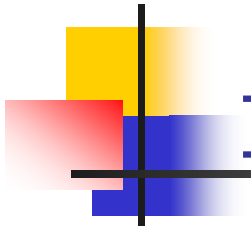
Diferencia: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener los *Social Security numbers* de todos los empleados que no son supervisores



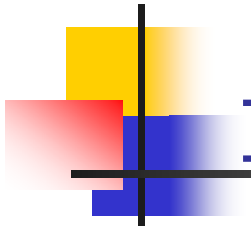
Intersección: ∩

- Operador binario: ∩: R(N) x R(N) → R(N)
- T = R ∩ S: el resultado es una relación T que incluye todas las tuplas que pertenecen a la vez a R y a S
- R y S deben ser *type compatible*
  - R y S deben tener el mismo grado n
    - (i.e.: misma cantidad de atributos)
  - $dom(R_i) = dom(S_i)$, para $1 \leq i \leq = n$
    - (i.e.: cada par de atributos correspondientes deben pertenecer al mismo dominio)



Intersección: Continuación

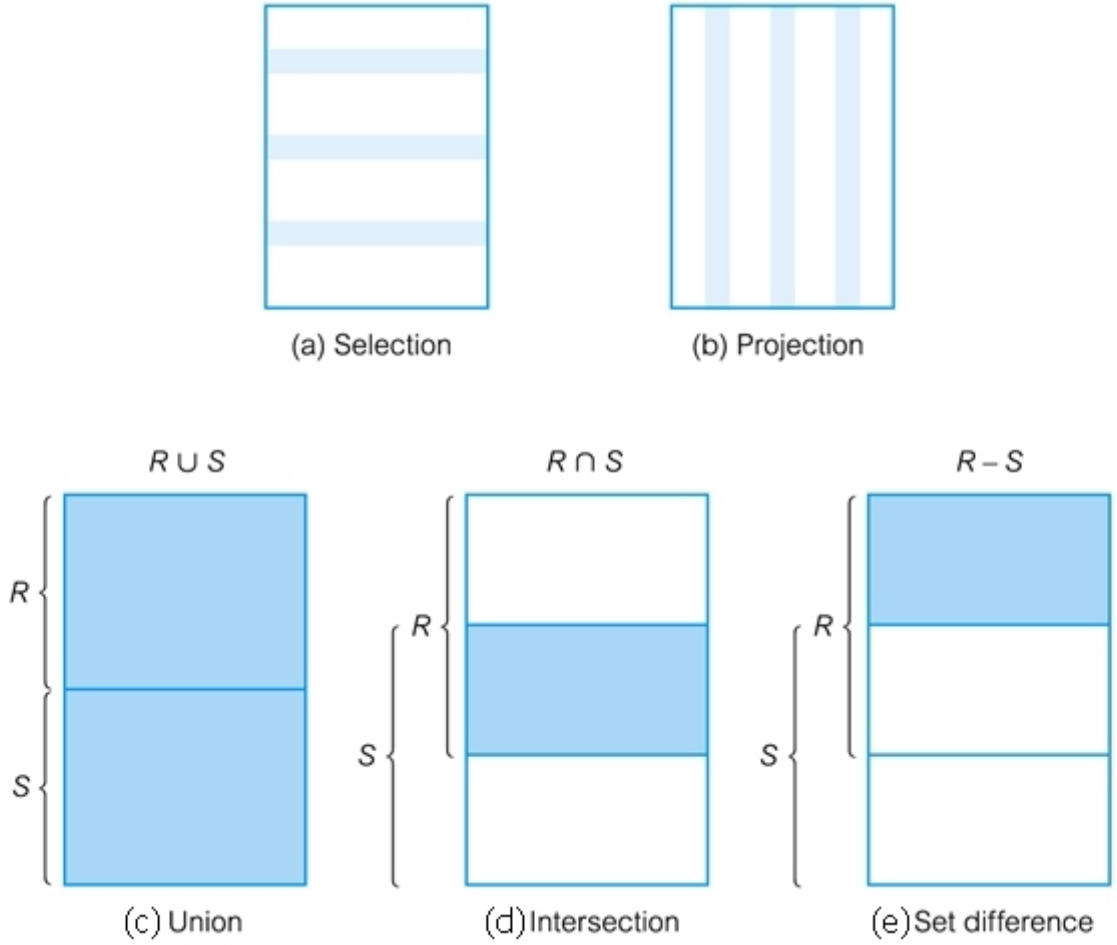
- Equivalencia con operadores básicos
  - $A \cap B \equiv A - (A - B)$
- Es una operación conmutativa
  - $R \cap S = S \cap R$
- Es una operación asociativa
  - $R \cap (S \cap T) = (R \cap S) \cap T$



Intersección: Ejercicios

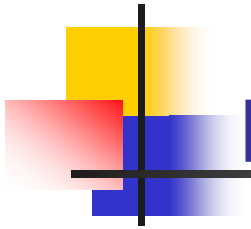
- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener los *Social Security numbers* de los empleados que trabajan en el departamento 5 y que supervisan a empleados que trabajan en el departamento 5

Operadores: Vista esquemática



Producto Cartesiano: X

- Operador binario: X: R(N) x R(M) → R(N + M)
- T = R X S: el resultado es una relación T que incluye todas las combinaciones posibles de cada tupla de R con cada tupla de S, y sus atributos corresponden a los de R seguidos por los de S
- NO es una operación conmutativa
  - R X S ≠ S X R
- Es una operación asociativa
  - R X (S X T) = (S X R) X T

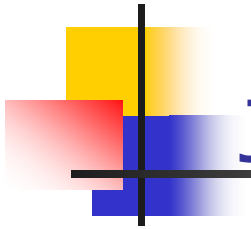


Producto Cartesiano: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener los nombres y la relación de los familiares de empleadas mujeres

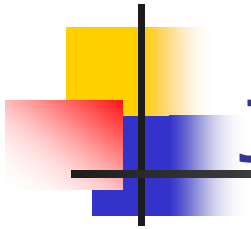
Join natural: |X|

- Operador binario: |X| R(N) x R(M) → R(N + M - 1)
- T = R |X| S: el resultado es una relación T que incluye todas las combinaciones posibles de cada tupla de R con cada tupla de S, siempre que la combinación satisfaga que el atributo de R con el mismo nombre que el atributo de S tengan el mismo valor.
  - Debe haber al menos un atributo con el mismo nombre entre ambas relaciones
- Equivalencia
  - $R \ |X|_{<condition>} \ S \equiv \sigma_{<condition>} (R \ X \ S)$



Join natural: |X| (continuación)

- NO es una operación conmutativa
  - R |X| S ≠ S |X| R
- Es una operación asociativa
  - R |X| (S |X| T) = (S |X| R) |X| T

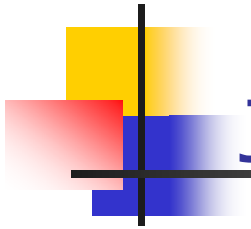


Join natural: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener el nombre de los departamentos ubicados en Houston.
  - Obtener los nombres de los familiares de los empleados que trabajan en el proyecto número 1.

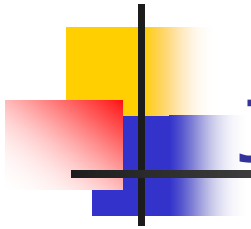
Join condicional: |X|

- Operador binario: |X| R(N) x R(M) → R(N ∪ M)
- T = R |X|$_{<condition>}$ S: el resultado es una relación T que incluye todas las combinaciones posibles de cada tupla de R con cada tupla de S, siempre que la combinación satisfaga la condición del join; sus atributos corresponden a los de R seguidos por los de S
  - La condición del JOIN es de la forma <condition$_1$> AND… AND <condition$_n$>, donde cada <condition> es de la forma <A_i β B_j>; A_i es un atributo de R, B_j es un atributo de S, A_i y B_j tienen el mismo dominio y β (beta) es uno de los operadores de comparación {=, <, ≤,>,≥, ≠}
  - NO debe haber atributos con el mismo nombre
- Equivalencia
  - R |X|$_{<condition>}$ S ≡ σ$_{<condition>}$ (R X S)



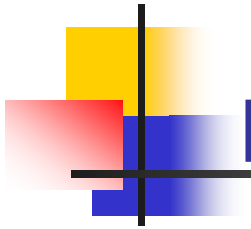
Join condicional: |X| (continuación)

- NO es una operación conmutativa
  - $R |X| S \neq S |X| R$
- Es una operación asociativa
  - $R |X|_{<condition>} (S |X|_{<condition>} T) = (S |X|_{<condition>} R) |X|_{<condition>} T$



Join condicional: Ejercicios

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener los nombres de los familiares de empleadas mujeres
  - Obtener los nombres de los gerentes de cada departamento



División

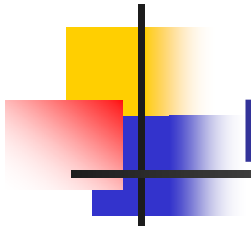
- El operador de división (/) define una relación sobre el conjunto de atributos C, incluido en la relación A, y que contiene el conjunto de valores de C, que en las tuplas de A están combinadas con cada una de las tuplas de B

Ejemplo

Marca	Nombre	Lugar
Quilmes	Clásica	Quilmes
Quilmes	Bock	Quilmes
Quilmes	Clásica	Mendoza
Quilmes	Bock	Mendoza
Stella Artois	Noir	Quilmes
Stella Artois	Leuven	Quilmes
Stella Artois	Clásica	Quilmes
Stella Artois	Noir	Mendoza
Stella Artois	Leuven	Mendoza
Stella Artois	Clásica	Mendoza
Stella Artois	Noir	Paraná
Stella Artois	Leuven	Paraná
Stella Artois	Clásica	Paraná
Corona	Extra	Quilmes
Corona	Negra	Quilmes
Corona	Extra	Mendoza
Corona	Extra	Santiago
Corona	Negra	Santiago

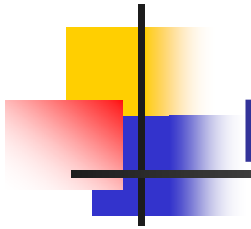
Ciudad	País
Quilmes	Argentina
Santiago	Chile
Mendoza	Argentina
Paraná	Argentina

Ciudad	Producción
Quilmes	Vino
Santiago	Vino
Mendoza	Vino
Quilmes	Cerveza
Santiago	Cerveza
Mendoza	Cerveza
Paraná	Vino



División

- Cuáles son las marcas y nombres de las cervezas que se hacen en todas las ciudades de Argentina?
- Cuáles son las marcas que producen cervezas en todos los ciudades donde también se produce vino?

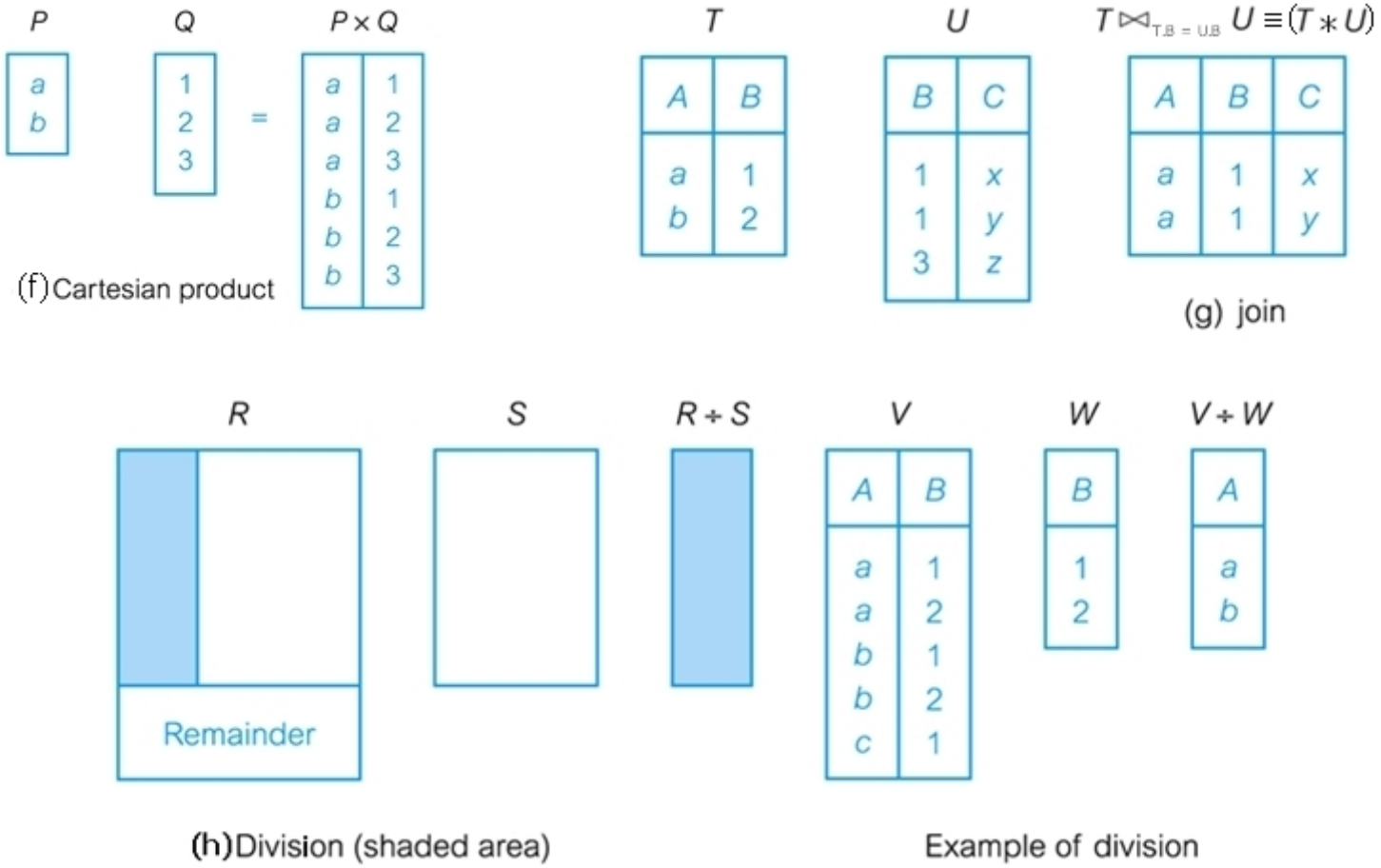


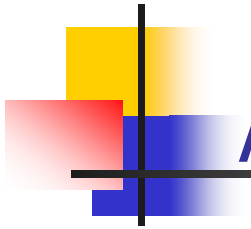
División

- Condiciones
  - grado(A) > grado(B)
  - conjunto atributos de B $\sqsubset$ conjunto de atributos de A
- Equivalencia
  - $X_1 = \pi_c(A)$ $\quad$ $X_2 = \pi_c((B \times X_1) - A)$

$$X = X_1 - X_2$$

Operadores: Vista esquemática





AR: Ejercicios combinados

- Dado el esquema de la figura 3.7 (página 75) y el estado de la figura 3.6 (página 72) de Elmasri-Navate (6ta. edición), resolver:
  - Obtener nombre y domicilio de todos los empleados que trabajan en el departamento de *Research*
  - Obtener nombres de todos los empleados que no tienen dependientes
  - Obtener nombres de todos los gerentes que tienen por lo menos un dependiente