

# Seminario 4

Álgebra Relacional. Otros Lenguajes de Consulta Formales.

# Contenidos

- Introducción
- Algebra Relacional
  - Operaciones
  - Selección
  - Proyección
  - Composición de operadores
  - Producto cartesiano
  - Unión y diferencia
  - Reunión
  - Intersección
  - División
  - Eficiencia en las Consultas
- Otros lenguajes de consulta formales
  - Lenguajes declarativos
  - Cálculo de predicados
  - CRD
  - CRT
  - Lenguajes relationalmente completos
  - Lenguajes comerciales



# Introducción

- Un lenguaje de consulta:
  - Permite al usuario solicitar información de la base de datos.
  - Son normalmente de más alto nivel que los lenguajes de programación de propósito general.
  - Pueden clasificarse en:
    - Procedimentales
    - Declarativos



# Introducción

## • Procedimental:

- El usuario da instrucciones al sistema para que realice una secuencia de operaciones en la BD para calcular el resultado deseado.
- Álgebra Relacional
  - "A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks" E. F. Codd, Communications of the ACM, Vol. 13, No. 6, June 1970, pp. 377-387.

HOW

## • Declarativo:

- El usuario describe la información deseada sin dar un procedimiento específico para obtener esa información.
- Cálculo Relacional (Codd, 1970)
  - "Relational Completeness of Data Base Sublanguages" E.F. Codd (presented at Courant Computer Science Symposia Series 6, "Data Base Systems," New York City, N.Y., May 24th-25th, 1971). IBM Research Report RJ987 (March 6th, 1972). Republished in Randall J. Rustin (ed.), Data Base Systems: Courant Computer Science Symposia Series 6. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall (1972).

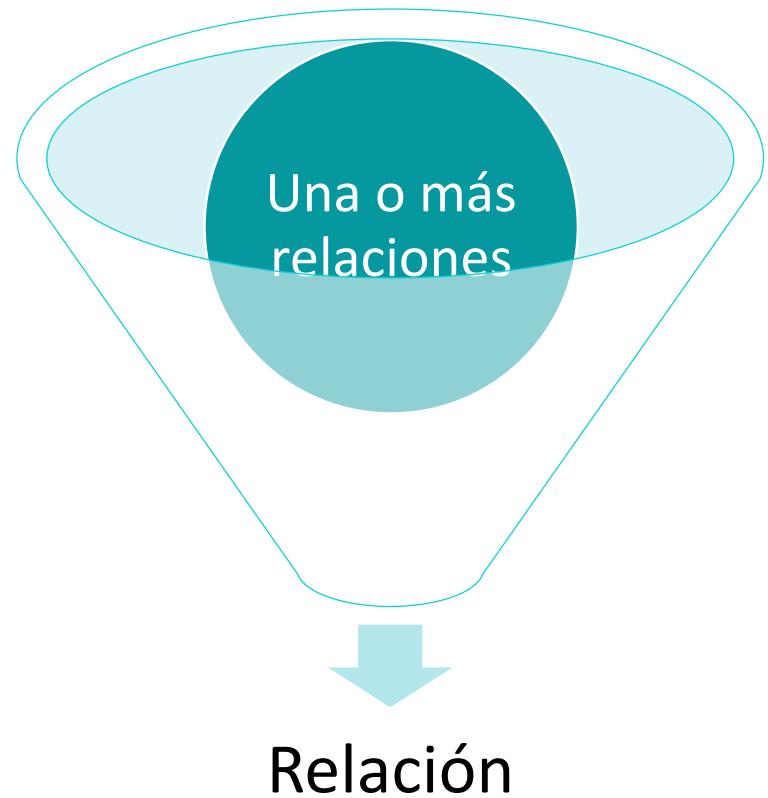
WHAT

# Álgebra Relacional

## Operaciones

- Las operaciones del Álgebra Relacional son internas dentro del conjunto de las relaciones:

- Entrada:
  - Una o más relaciones
- Salida:
  - Una relación



# Álgebra Relacional

## Operaciones

Operador	Notación
Selección	$\sigma$
Proyección	$\pi$
Producto Cartesiano	$\times$
Unión	$\cup$
Diferencia	-
Intersección	$\cap$
$\Theta$ -Reunión	$\bowtie_{\Theta}$
Reunión Natural	$\bowtie$
División	$\div$



# Álgebra Relacional

## Operaciones

- Clasificación de los operadores:

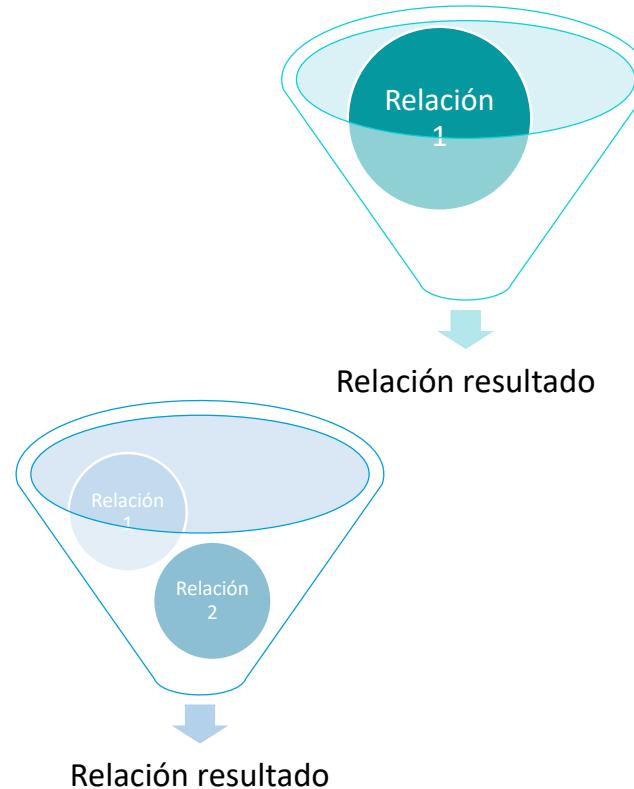
- Con respecto al tipo de operador:

- Operadores monarios

- Selección
    - Proyección

- Operadores binarios

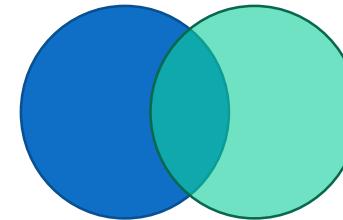
- Unión
    - Intersección
    - Diferencia
    - Producto Cartesiano
    - $\theta$ -reunión
    - Reunión natural
    - División



- Con respecto a su relación con el modelo relacional:

- Operadores de conjunto

- Unión
- Diferencia
- Intersección
- Producto cartesiano



- Operadores relacionales

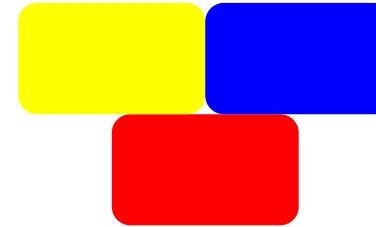
- Selección
- Proyección
- $\Theta$ -reunión
- Reunión natural
- División

Blue	Green	Blue	Blue	Green
Green	Green	Green	Green	Green
Light Blue	Green	Light Blue	Light Blue	Green
Green	Green	Green	Green	Green
Light Blue	Green	Light Blue	Light Blue	Green

- Con respecto a su necesidad:

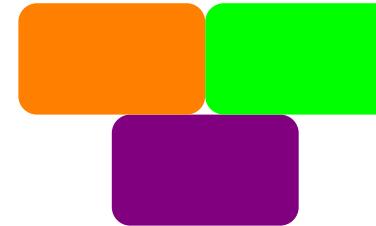
- Operadores fundamentales (primitivos)

- Selección
- Proyección
- Unión
- Diferencia
- Producto Cartesiano



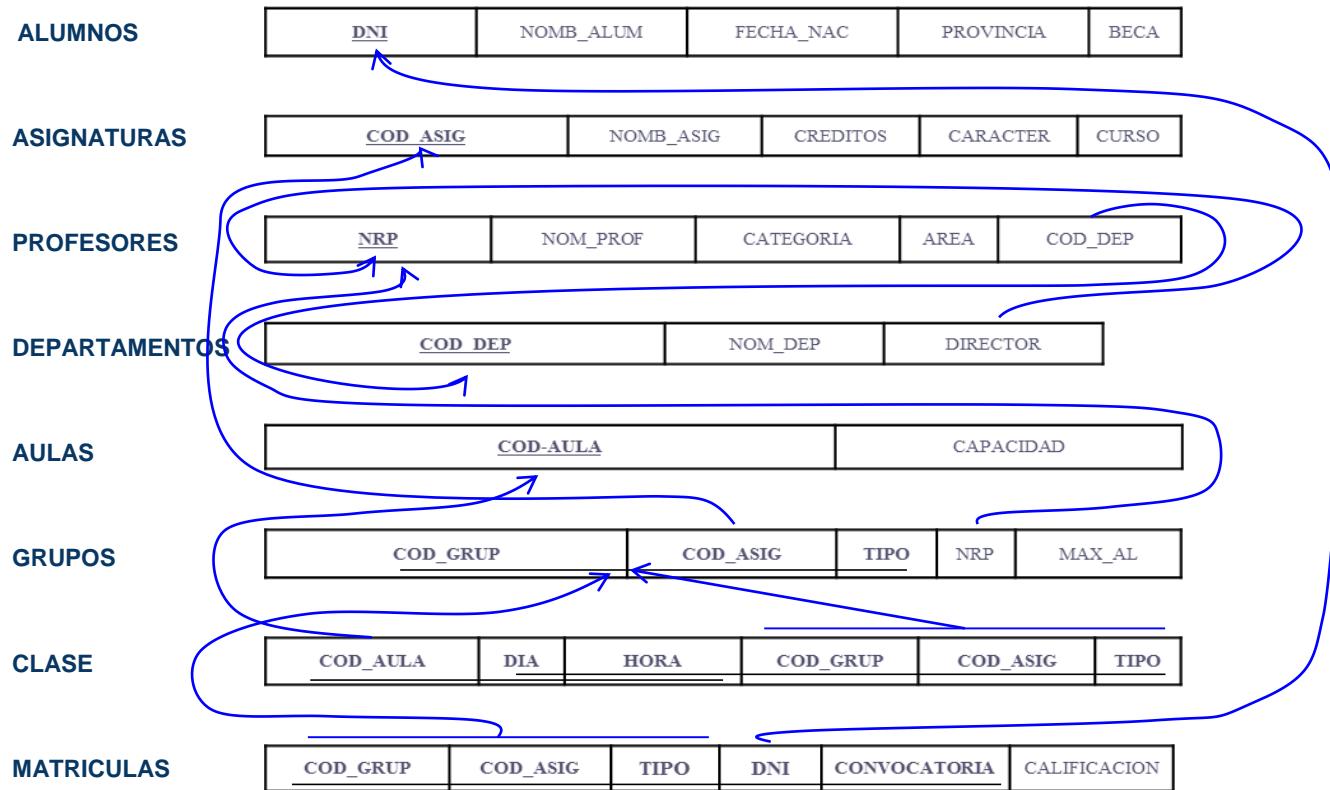
- Operadores no fundamentales (derivados)

- Intersección
- $\theta$ -reunión
- Reunión natural
- División



# Álgebra Relacional

## Operaciones



- Definición:



- Sean
  - $R(A_1, \dots, A_n)$  una relación cualquiera.
  - $\Theta$  una expresión lógica asociada a  $\{A_1, \dots, A_n\}$ .
  - $r$  la instancia de  $R$ .
- El operador  $\Theta$ -selección aplicado a  $R$  obtiene aquellas tuplas de  $r$  para las que  $\Theta$  es cierta.
- Notación:
  - $\sigma_\Theta(R)$


# Álgebra Relacional

## Selección

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA	AREA	COD_DEP
2428456	Juan Sánchez Pérez	AS	COMPUT	CCIA
24283256	Antonia Pérez Rodríguez	CU	COMPUT	CCIA
242256	Luis Pérez Pérez	TE	LENGUA	LSI
84256	Carmen Pérez Sánchez	TU	LENGUA	LSI
324256	David Pérez Jiménez	CU	ARQUIT	ATC
24256	María López Ruiz	TU	ARQUIT	ATC
2842560	José Álvarez Pérez	CE	ELECTR	ELEC
842560	Adela Pérez Sánchez	AS	ELECTR	ELEC
84560	Luis Martínez Pérez	AS	TSEÑAL	TESE
242560	María Gómez Sánchez	CU	TSEÑAL	TESE



# Álgebra Relacional

## Selección



NRP	NOM_PROF	CATEGORIA	AREA	COD_DEP
2428456	Juan Sánchez Pérez	AS	COMPUT	CCIA
24283256	Antonia Pérez Rodríguez	CU	COMPUT	CCIA
242256	Luis Pérez Pérez	TE	LENGUA	LSI
84256	Carmen Pérez Sánchez	TU	LENGUA	LSI
324256	David Pérez Jiménez	CU	ARQUIT	ATC
24256	María López Ruiz	TU	ARQUIT	ATC
2842560	José Álvarez Pérez	CE	ELECTR	ELEC
842560	Adela Pérez Sánchez	AS	ELECTR	ELEC
84560	Luis Martínez Pérez	AS	TSEÑAL	TESE
242560	María Gómez Sánchez	CU	TSEÑAL	TESE

$\sigma_{\text{categoria}='AS'}(\text{profesores})$

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA	AREA	COD_DEP
2428456	Juan Sánchez Pérez	AS	COMPUT	CCIA
842560	Adela Pérez Sánchez	AS	ELECTR	ELEC
84560	Luis Martínez Pérez	AS	TSEÑAL	TESE



# Álgebra Relacional

## Selección

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA	AREA	COD_DEP
2428456	Juan Sánchez Pérez	AS	COMPUT	CCIA
24283256	Antonia Pérez Rodríguez	CU	COMPUT	CCIA
242256	Luis Pérez Pérez	TE	LENGUA	LSI
84256	Carmen Pérez Sánchez	TU	LENGUA	LSI
324256	David Pérez Jiménez	CU	ARQUIT	ATC
24256	María López Ruiz	TU	ARQUIT	ATC
2842560	José Álvarez Pérez	CE	ELECTR	ELEC
842560	Adela Pérez Sánchez	AS	ELECTR	ELEC
84560	Luis Martínez Pérez	AS	TSEÑAL	TESE
242560	María Gómez Sánchez	CU	TSEÑAL	TESE

$\sigma_{\text{categoria} \neq 'AS' \wedge (\text{area} = 'COMPUT' \vee \text{area} = 'ELECTR')}(\text{profesores})$

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA	AREA	COD_DEP
24283256	Antonia Pérez Rodríguez	CU	COMPUT	CCIA
2842560	José Álvarez Pérez	CE	ELECTR	ELEC



- Definición:

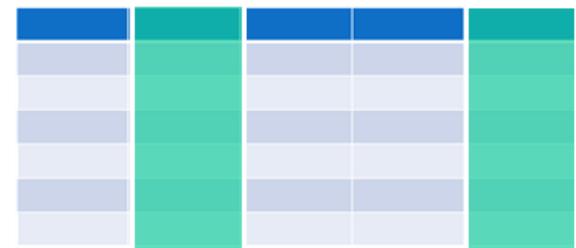
- Sean

- $R(A_1, \dots, A_n)$  una relación cualquiera.
    - $\{A_i, \dots, A_j\}$  un subconjunto de sus atributos.
    - $r$  la instancia de  $R$ .

- El operador proyección sobre  $\{A_i, \dots, A_j\}$  aplicado a  $R$  obtiene tuplas de  $r$  eliminando de la tabla aquellos atributos no pertenecientes a  $\{A_i, \dots, A_j\}$  y suprimiendo las tuplas redundantes.

- Notación:

- $\pi_{A_i, \dots, A_j}(R)$



- $\pi_{NRP, nom\_prof, categoria} (\text{Profesores})$

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA	AREA	COD_DEP
2428456	Juan Sánchez Pérez	AS	COMPUT	CCIA
24283256	Antonia Pérez Rodríguez	CU	COMPUT	CCIA
242256	Luis Pérez Pérez	TE	LENGUA	LSI
84256	Carmen Pérez Sánchez	TU	LENGUA	LSI
324256	David Pérez Jiménez	CU	ARQUIT	ATC
24256	María López Ruiz	TU	ARQUIT	ATC
2842560	José Álvarez Pérez	CE	ELECTR	ELEC
842560	Adela Pérez Sánchez	AS	ELECTR	ELEC
84560	Luis Martínez Pérez	AS	TSEÑAL	TESE
242560	María Gómez Sánchez	CU	TSEÑAL	TESE

- $\pi_{NRP, nom\_prof, categoria}(\text{Profesores})$

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA
2428456	Juan Sánchez Pérez	AS
24283256	Antonia Pérez Rodríguez	CU
242256	Luis Pérez Pérez	TE
84256	Carmen Pérez Sánchez	TU
324256	David Pérez Jiménez	CU
24256	María López Ruiz	TU
2842560	José Álvarez Pérez	CE
842560	Adela Pérez Sánchez	AS
84560	Luis Martínez Pérez	AS
242560	María Gómez Sánchez	CU

- Como una proyección produce como resultado una relación:
  - Si en el resultado de una proyección aparecen tuplas **repetidas** se deben descartar.
  - Esto suele ocurrir cuando, al proyectar, no se incluye una clave candidata en la lista de atributos.

AREA	COD_DEP
COMPUT	CCIA
COMPUT	CCIA
LENGUA	LSI
LENGUA	LSI
ARQUIT	ATC
ARQUIT	ATC
ELECTR	ELEC
ELECTR	ELEC
TSEÑAL	TESE
TSEÑAL	TESE

- Ejemplo: Tabla Profesores

- Clave primaria: NRP
  - Si proyectamos por {area,cod\_dep}



- Como una proyección produce como resultado una relación:
  - Si en el resultado de una proyección aparecen tuplas repetidas se deben descartar.
  - Esto suele ocurrir cuando, al proyectar, no se incluye una clave candidata en la lista de atributos.

AREA	COD_DEP
COMPUT	CCIA
LENGUA	LSI
ARQUIT	ATC
ELECTR	ELEC
TSEÑAL	TESE

- Ejemplo: Tabla Profesores
  - Clave primaria: NRP
  - Si proyectamos por {area,cod\_dep}

- El AR se basa en la aplicación sucesiva de operadores hasta que obtenemos la tabla que contiene la solución a nuestra consulta.
- Como el resultado de una operación es siempre una relación, dicho resultado puede usarse como operando de otra operación.

# Álgebra Relacional

## Composición de operadores

- Ejemplo:

- Obtener una lista con el NRP y el Nombre de aquellos profesores que pertenecen al departamento cuyo código es ELEC:

- $\sigma_{cod\_dep='ELEC'}(\text{profesores})$

NRP	NOM_PROF	CATEGORIA	AREA	COD_DEP
2842560	José Álvarez Pérez	CE	ELECTR	ELEC
842560	Adela Pérez Sánchez	AS	ELECTR	ELEC

- $\pi_{NRP, nom\_prof} (\sigma_{cod\_dep='ELEC'}(\text{profesores}))$

NRP	NOM_PROF
2842560	José Álvarez Pérez
842560	Adela Pérez Sánchez

- Ejemplos:
  - Encontrar los nombres de los profesores que no tienen categoría AS y pertenecen a las áreas de conocimiento TSEÑAL o ARQUIT.
    - $\Pi_{\text{nom\_prof}} (\sigma_{\text{categoria} \neq 'AS'} \wedge (\text{area} = 'TSEÑAL' \vee \text{area} = 'ARQUIT'))(\text{profesores})$
  - Encontrar las áreas de conocimiento que tienen profesores con categoría CU o TU.
    - $\pi_{\text{area}} (\sigma_{\text{categoria} = 'TU' \vee \text{categoria} = 'CU'})(\text{profesores})$

- Encontrar el DNI y el nombre de aquellos alumnos que nacieron antes del 1-1-80.

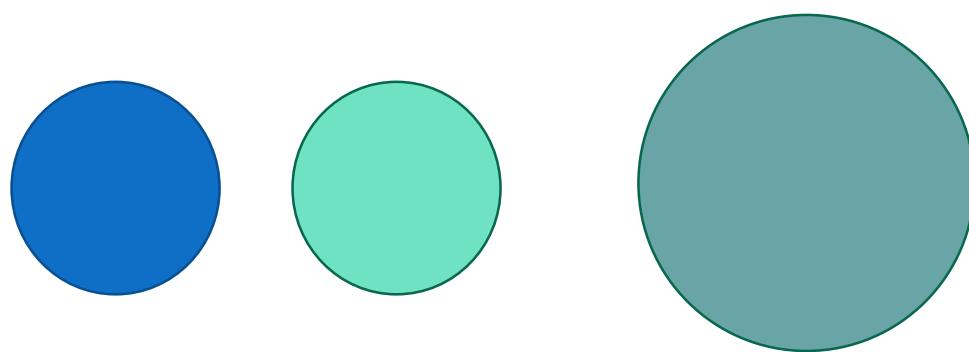
•  $\pi_{\text{DNI, nom\_alum}}(\sigma_{\text{fecha-nac} < \text{fecha}(01-01-80)}(\text{alumnos}))$

- Encontrar las provincias de las que vienen alumnos becados.

•  $\pi_{\text{provincia}}(\sigma_{\text{beca} = 'Sí'}(\text{alumnos}))$



- Definición:
  - Sean
    - $R(A_1, \dots, A_n)$  y  $S(B_1, \dots, B_m)$  dos relaciones cualesquiera.
    - $r$  y  $s$  las dos instancias correspondientes.
  - El producto cartesiano (del álgebra) de las dos relaciones es el conjunto de tuplas resultante de hacer el producto cartesiano (conjuntista) sobre los conjuntos de tuplas de las instancias.
- Notación:
  - $R \times S$



# Álgebra Relacional

## Producto cartesiano



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

×

D
d <sub>1</sub>
d <sub>2</sub>

=

A	B	D
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>

- Propiedades:

- Propiedad 1:

- Sean
      - $R(A_1, \dots, A_n)$  y  $S(B_1, \dots, B_m)$  dos relaciones cualesquiera.
      - $W = R \times S$ .
    - Entonces
      - $W(A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m)$
      - $\text{esquema}(W) = \text{esquema}(R) \cup \text{esquema}(S)$ .

- Propiedad 2:



- Sean
      - $R(A_1, \dots, A_n)$  y  $S(B_1, \dots, B_m)$  dos relaciones cualesquiera.
      - $W = R \times S$ .
      - Sean  $r$  y  $s$  las instancias de  $R$  y  $S$  respectivamente y  $w$  la correspondiente instancia de  $W$ .
    - Entonces:
      - $\text{card}(w) = \text{card}(r) \times \text{card}(s)$ .

- Denominación de atributos y uso de alias

- Cuando se usa más de una relación, puede ocurrir que haya ambigüedad a la hora de referenciar atributos en las operaciones.
- Solución:
  - Anteponer un prefijo al nombre del atributo para indicar la tabla a la que nos referimos
    - Profesor.NRP
    - Grupos.NRP

- Puede ocurrir incluso que una misma relación **aparezca** más de una vez en la consulta.
- Operador de redefinición:
  - Sea
    - $R(A_1, \dots, A_n)$  una relación cualquiera.
    - $r$  la instancia de  $R$ .
    - El operador redefinición aplicado a  $R$  nos permite asignar un nuevo nombre a  $R$ .
  - Notación
    - $\rho(R)$
    - $\rho(R) = S$  nos permite referirnos a  $R$  como  $S$ .
  - Se dice entonces que  $S$  es un alias de  $R$ .

# Álgebra Relacional

## Producto cartesiano

- Consideremos nuestra base de datos de ejemplo y supongamos que deseamos saber, para cada departamento, el nombre de su director.
- Paso 1: profesores × departamentos

NRP	NOM PROF	CATG.	AREA.	COD DEP	COD DEP	NOM DEP	DIRECTOR
2428456	Juan Sanchez Perez	AS	COMPUT	CCIA	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
24283256	Antonia Perez Rodriguez	CU	COMPUT	CCIA	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
242256	Luis Perez Perez	TE	LENGUA	LSI	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
84256	Carmen Perez Sanchez	TU	LENGUA	LSI	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
324256	David Perez Jimenez	CU	ARQUIT	ATC	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
24256	Maria Lopez Ruiz	TU	ARQUIT	ATC	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
2842560	Jose Alvarez Perez	CE	ELECTR	ELEC	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
842560	Adela Perez Sanchez	AS	ELECTR	ELEC	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
84560	Luis Martinez Perez	AS	TSEÑAL	TESE	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
242560	Maria Gomez Sanchez	CU	TSEÑAL	TESE	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
2428456	Juan Sanchez Perez	AS	COMPUT	CCIA	LSI	Lenguajes y Sistemas	84256
...	...	...	...	...	...	...	...
2428456	Juan Sanchez Perez	AS	COMPUT	CCIA	ATC	Arquitectura de Computadores	324256
...	...	...	...	...	...	...	...
2428456	Juan Sanchez Perez	AS	COMPUT	CCIA	ELEC	Electronica	2842560
...	...	...	...	...	...	...	...
2428456	Juan Sanchez Perez	AS	COMPUT	CCIA	TESE	Teoria de la Señal	84560
24283256	Antonia Perez Rodriguez	CU	COMPUT	CCIA	TESE	Teoria de la Señal	84560
242256	Luis Perez Perez	TE	LENGUA	LSI	TESE	Teoria de la Señal	84560
84256	Carmen Perez Sanchez	TU	LENGUA	LSI	TESE	Teoria de la Señal	84560
324256	David Perez Jimenez	CU	ARQUIT	ATC	TESE	Teoria de la Señal	84560
24256	Maria Lopez Ruiz	TU	ARQUIT	ATC	TESE	Teoria de la Señal	84560
2842560	Jose Alvarez Perez	CE	ELECTR	ELEC	TESE	Teoria de la Señal	84560
842560	Adela Perez Sanchez	AS	ELECTR	ELEC	TESE	Teoria de la Señal	84560
84560	Luis Martinez Perez	AS	TSEÑAL	TESE	TESE	Teoria de la Señal	84560
242560	Maria Gomez Sanchez	CU	TSEÑAL	TESE	TESE	Teoria de la Señal	84560



# Álgebra Relacional

## Producto cartesiano

- Paso 2:  $\sigma_{\text{director}=\text{NRP}}$  (profesores  $\times$  departamentos)

NRP	NOM_PROF	CATG.	AREA.	COD_DEP	COD_DEP	NOM_DEP	DIRECTOR
24283256	Antonia Perez Rodriguez	CU	COMPUT	CCIA	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
84256	Carmen Perez Sanchez	TU	LENGUA	LSI	LSI	Lenguajes y Sistemas	84256
324256	David Perez Jimenez	CU	ARQUIT	ATC	ATC	Arquitectura de Computadores	324256
2842560	Jose Alvarez Perez	CE	ELECTR	ELEC	ELEC	Electronica	2842560
84560	Luis Martinez Perez	AS	TSECAL	TESE	TESE	Teoria de la Señal	84560

- Paso 3:  $\pi_{\text{nom\_prof}, \text{nom\_dep}}(\sigma_{\text{director}=\text{NRP}}$  (profesores  $\times$  departamentos))

NOM_PROF	NOM_DEP
Antonia Perez Rodriguez	Ciencias de la Computacion
Carmen Perez Sanchez	Lenguajes y Sistemas
David Perez Jimenez	Arquitectura de Computadores
Jose Alvarez Perez	Electronica
Luis Martinez Perez	Teoria de la Señal

- Ejemplos

- Obtener, para cada profesor, su NRP, su nombre y el nombre del departamento al que pertenece.
  - $\pi_{\text{NRP}, \text{nom\_prof}, \text{nom\_dep}}(\sigma_{\text{departamentos.cod\_dep}=\text{profesores.cod\_dep}}(\text{departamentos} \times \text{profesores}))$
- Obtener el DNI y el nombre de aquellos alumnos matriculados de la asignatura de código BDI que son becarios.
  - $\pi_{\text{alumnos.DNI}, \text{nom\_alum}}(\sigma_{\text{alumnos.DNI}=\text{matriculas.DNI} \wedge \text{beca}='Sí' \wedge \text{cod\_asig}='BDI'}(\text{alumnos} \times \text{matriculas}))$
  - $\pi_{\text{alumnos.DNI}, \text{nom\_alum}}(\sigma_{\text{alumnos.DNI}=\text{matriculas.DNI}} (\sigma_{\text{beca}='Sí'}(\text{alumnos}) \times \sigma_{\text{cod\_asig}='BDI'}(\text{matriculas})))$

¿Cuál es más eficiente?



- Encontrar la lista de los profesores (NRP y nombre) que imparten la asignatura BDI.

- $\pi_{\text{grupos.NRP}, \text{nom\_prof}}(\sigma_{\text{profesores.NRP}=\text{grupos.NRP}}(\text{profesores} \times \sigma_{\text{cod\_asig}='BDI'}(\text{grupos})))$

- Ejemplos

- Encontrar los códigos de las asignaturas de las que está matriculado el alumno de nombre 'Luis Martinez Perez' (entendemos que el nombre del alumno es único).
  - $\Pi_{\text{cod\_asig}}(\sigma_{\text{alumnos.DNI}=\text{matricula.DNI}} (\text{matriculas} \times \sigma_{\text{nom\_alum}='Luis Martinez Perez'}(\text{alumnos})))$
- Encontrar los nombres de los profesores con categoría CU o TU que pertenecen al departamento de nombre Electrónica (entendemos que el nombre del departamento es único).
  - $\Pi_{\text{nom\_prof}} (\sigma_{\text{profesores.cod\_dep}=\text{departamentos.cod\_dep}} (\sigma_{\text{categoria}='CU' \vee \text{categoria}='TU'}(\text{profesores}) \times \sigma_{\text{nom\_dep}='Electrónica'}(\text{departamentos})))$
- Encontrar los nombres de las asignaturas de las que está matriculado el alumno 'Luis Martinez Perez' (entendemos que el nombre del alumno es único).
  - $\Pi_{\text{nom\_asig}}(\sigma_{\text{matricula.cod\_asig}=\text{asignaturas.cod\_asig}} (\text{asignaturas} \times \sigma_{\text{alumnos.DNI}=\text{matricula.DNI}} (\text{matriculas} \times \sigma_{\text{nom\_alum}='Luis Martinez Perez'}(\text{alumnos}))))$

- Ejemplos

- Encontrar los nombres de los profesores que imparten prácticas en la asignatura Bases de Datos. Entendemos que los grupos de prácticas son los grupos de tipo P y que el nombre de la asignatura es único.
  - $\pi_{\text{nom\_prof}}(\sigma_{\text{profesores.NRP}=\text{grupos.NRP}}(\text{profesores} \times \sigma_{\text{grupos.cod\_asig}=\text{asignaturas.cod\_asig}}(\sigma_{\text{tipo}='P'}(\text{grupos}) \times \sigma_{\text{nom\_asig}='Bases\ de\ Datos'}(\text{asignaturas}))))$
- Encontrar el nombre y el DNI de aquellos alumnos cuya provincia es Almería y que están matriculados de alguna asignatura de primer curso.
  - $\pi_{\text{alumnos.DNI,nom\_alum}}(\sigma_{\text{alumnos.DNI}=\text{matricula.DNI}}(\sigma_{\text{provincia}='Almería'}(\text{alumnos}) \times \sigma_{\text{matricula.cod\_asig}=\text{asignaturas.cod\_asig}}(\text{matriculas} \times \sigma_{\text{curso}=1}(\text{asignaturas}))))$

- Ejemplos:

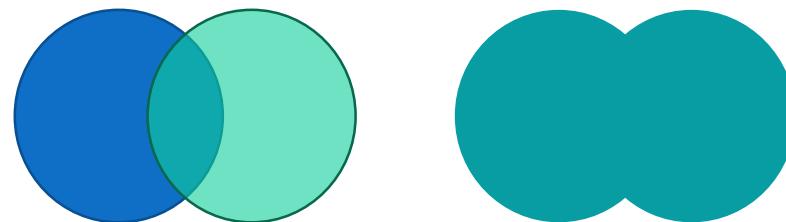
- Encontrar los nombres de los profesores que pertenecen a la misma área de conocimiento que María López Ruiz (se entiende que no hay más que una que se llame así).
  - $\rho(\text{profesores}) = \text{profes}$
  - $\pi_{\text{profes.nom\_prof}}(\sigma_{\text{profesores.area}=\text{profes.area}} (\text{profes} \times \sigma_{\text{profesores.nom\_prof}='María López Ruiz'} (\text{profes})))$

- Encontrar el DNI y el nombre de aquellos alumnos de edad mayor o igual que la del alumno 'Luís Martínez Pérez' (se entiende que no hay más que uno que se llame así).
  - $\rho(\text{alumnos}) = \text{alu}$
  - $\pi_{\text{alu.DNI}, \text{alu.nom\_alum}}(\sigma_{\text{alumnos.fecha-nac} \geq \text{alu.fecha-nac}} (\text{alu} \times \sigma_{\text{alumnos.nom\_alum}='Luis Martínez Pérez'} (\text{alumnos})))$

¿Sale el alumno Luís Martínez Pérez?

- Encontrar aquellas asignaturas optativas que están en cursos superiores al de la asignatura de nombre 'Bases de Datos' (se entiende que no hay más que una que se llame así).
  - $\rho(\text{asignaturas}) = \text{asis}$
  - $\pi_{\text{asis.nom\_asig}}(\sigma_{\text{asignaturas.curso} < \text{asis.curso}} (\sigma_{\text{asignaturas.nom\_asig}='Bases de Datos'} (\text{asignaturas}) \times \sigma_{\text{asis.caracter}='op'} (\text{asis})))$

- Unión
  - Sean
    - $R(A_1, \dots, A_n)$  y  $S(B_1, \dots, B_n)$  dos relaciones tales que  $\{A_1..A_n\} \equiv \{B_1..B_n\}$ .
    - $r$  y  $s$  las instancias de  $R$  y  $S$ .
  - El operador unión aplicado sobre  $R$  y  $S$  es el resultado de hacer la unión de  $r$  y  $s$  como conjuntos de tuplas.
- Notación:
  - $R \cup S$



- Diferencia

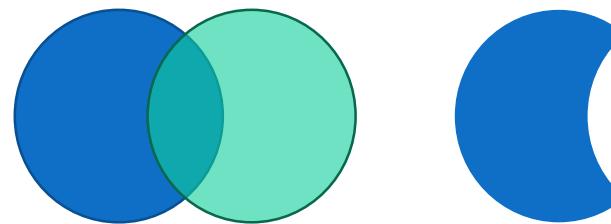
- Sean

- $R(A_1, \dots, A_n)$  y  $S(B_1, \dots, B_n)$  dos relaciones tales que  $\{A_1..A_n\} \equiv \{B_1..B_n\}$ .
    - $r$  y  $s$  las instancias de  $R$  y  $S$ .

- El operador diferencia aplicado sobre  $R$  y  $S$  es el resultado de hacer la diferencia de  $r$  y  $s$  como conjuntos de tuplas.

- Notación:

- $R - S$



# Álgebra Relacional

## Unión y diferencia

R

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>

S

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>

R ∪ S

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>



# Álgebra Relacional

## Unión y diferencia

R

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>

S

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>

R - S

A	B	C
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>



- Ejemplos:

- Encontrar las asignaturas de segundo ciclo; es decir, aquellas cuyo curso sea 4 ó 5.
  - $\sigma_{\text{curso}=4 \vee \text{curso}=5}(\text{asignaturas})$
  - $\sigma_{\text{curso}=4}(\text{asignaturas}) \cup \sigma_{\text{curso}=5}(\text{asignaturas})$

¿Cuál es más eficiente?

- Encontrar aquellos profesores que sean de categoría TU y no pertenezcan al área de conocimiento COMPUT.
  - $\sigma_{\text{categoria}='TU' \wedge \neg(\text{area}='COMPUT')}(\text{profesores})$
  - $\sigma_{\text{categoria}='TU'}(\text{profesores}) - \sigma_{\text{area}='COMPUT'}(\text{profesores})$
- ¿Cuál es más eficiente?

- Ejemplos:
  - Encontrar los códigos de aquellas asignaturas en las que no hay matriculado ningún alumno.
    - $\Pi_{cod\_asig}(asignaturas) - \pi_{cod\_asig}(matricula)$
  - Encontrar los alumnos más jóvenes de la base de datos; es decir, aquellos cuya fecha de nacimiento es la mayor entre las de todos los alumnos.
    - $\rho(alumnos) = alu$
    - $\pi_{alumnos.DNI,alumnos.nom\_alum}(alumnos) - \pi_{alumnos.DNI,alumnos.nom\_alum}(\sigma_{alumnos.fecha-nac < alu.fecha-nac}(alumnos \times alu))$
  - Encontrar las asignaturas que solo tienen un profesor (o ninguno).
    - $\Pi_{cod\_asig}(asignaturas) - \pi_{grupos.cod\_asig}(\sigma_{grupos.cod\_asig=gru.cod\_asig \wedge grupos.NRP <> gru.NRP}(grupos \times gru))$

- Ejemplos:

- Encontrar los códigos de aquellas asignaturas que o bien son de segundo ciclo o bien no tienen matriculado ningún alumno.

$$\begin{aligned} & \pi_{\text{cod\_asig}}(\sigma_{(\text{curso}=4 \vee \text{curso}=5)}(\text{asignaturas})) \\ & \cup \\ & (\pi_{\text{cod\_asig}}(\text{asignaturas}) - \pi_{\text{cod\_asig}}(\text{matricula})) \end{aligned}$$

- $\Theta$  -Reunión

- Definición



- Sea

- $R(A_1, \dots, A_n)$ , y  $S(B_1, \dots, B_m)$  dos relaciones cualesquiera.
        - $\Theta$  una expresión lógica que utiliza atributos de la unión de los dos esquemas.
        - $r$  y  $s$  las dos instancias correspondientes.
- Entonces la  $\Theta$ -Reunión de  $R$  y  $S$  equivale a  $\sigma_{\Theta}(R \times S)$ .

- Notación:

- $R \bowtie_{\Theta} S$

# Álgebra Relacional

## Reunión Θ

profesores  $\bowtie_{\text{director}=\text{NRP}}$  departamentos =  $\sigma_{\text{director}=\text{NRP}}$  (profesores  $\times$  departamentos)

NRP	NOM_PROF	CATG.	AREA.	COD_DEP	COD_DEP	NOM_DEP	DIRECTOR
24283256	Antonia Perez Rodriguez	CU	COMPUT	CCIA	CCIA	Ciencias de la Computacion	24283256
84256	Carmen Perez Sanchez	TU	LENGUA	LSI	LSI	Lenguajes y Sistemas	84256
324256	David Perez Jimenez	CU	ARQUIT	ATC	ATC	Arquitectura de Computadores	324256
2842560	Jose Alvarez Perez	CE	ELECTR	ELEC	ELEC	Electronica	2842560
84560	Luis Martinez Perez	AS	TSECAL	TESE	TESE	Teoria de la Señal	84560

- Reunión natural

- Definición

- Sea

- $R(A_1, \dots, A_n)$ , y  $S(B_1, \dots, B_m)$  dos relaciones tales que existen  $\{A_i, \dots, A_j\} \subseteq \{A_1, \dots, A_n\}$  y  $\{B_i, \dots, B_j\} \subseteq \{B_1, \dots, B_m\}$  de forma que  $\forall k \in \{i..j\}, A_k = B_k$ .
      - $r$  y  $s$  dos instancias de las mismas.

- Entonces la Reunión Natural de  $R$  y  $S$  equivale a:

- $$\pi_{\{A_1..A_n\} \cup (\{B_1..B_m\} - \{B_i..B_j\})}(\sigma_{R.A_i=S.B_i \wedge \dots \wedge R.A_j=S.B_j}(R \times S))$$

- Notación:

- $$R \bowtie S$$



# Álgebra Relacional

## Reunión natural

A	B	C		B	C	D	E		A	B	C	D	E
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>		b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>1</sub>	=	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>		b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	e <sub>2</sub>		a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>3</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>		b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>3</sub>		a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	e <sub>2</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>		b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>3</sub>	e <sub>1</sub>		a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>1</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>		b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	e <sub>1</sub>		a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>3</sub>
									a <sub>4</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>1</sub>
									a <sub>4</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>3</sub>
									a <sub>4</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	e <sub>2</sub>



- Ejemplos

- Obtener, para cada profesor, su NRP, su nombre y el nombre del departamento al que pertenece.

- $\pi_{\text{NRP}, \text{nom\_prof}, \text{nom\_dep}}(\sigma_{\text{departamentos.cod\_dep} = \text{profesores.cod\_dep}}(\text{departamentos} \bowtie \text{profesores}))$

- $\pi_{\text{NRP}, \text{nom\_prof}, \text{nom\_dep}}(\text{departamentos} \bowtie \text{profesores})$

- Obtener el DNI y el nombre de aquellos alumnos matriculados de la asignatura de código BDI que son becarios.

- $\pi_{\text{alumnos.DNI}, \text{nom\_alum}}(\sigma_{\text{alumnos.DNI} = \text{matriculas.DNI}}(\sigma_{\text{beca}=\text{Sí}}(\text{alumnos}) \times \sigma_{\text{cod\_asig}=\text{'BDI'}}(\text{matriculas})))$

- $\pi_{\text{DNI}, \text{nom\_alum}}(\sigma_{\text{beca}=\text{'Sí'}}(\text{alumnos}) \bowtie \sigma_{\text{cod\_asig}=\text{'BDI'}}(\text{matriculas}))$

- Ejemplos

- Encontrar la lista de los profesores (NRP y nombre) que imparten la asignatura BDI.
  - $\pi_{\text{grupos.NRP}, \text{nom\_pro}}(\sigma_{\text{profesores.NRP}=\text{grupos.NRP}}(\text{profesores} \times \sigma_{\text{cod\_asig}='BDI'}(\text{grupos})))$
  - $\pi_{\text{NRP}, \text{nom\_pro}}(\text{profesores} \bowtie \sigma_{\text{cod\_asig}='BDI'}(\text{grupos}))$
- Encontrar los códigos de las asignaturas de las que está matriculado el alumno de nombre 'Luis Martinez Perez' (consideramos que solo hay un Luis Martínez).
  - $\Pi_{\text{cod\_asig}}(\sigma_{\text{alumnos.DNI}=\text{matricula.DNI}}(\text{matriculas} \times \sigma_{\text{nom\_alum}='Luis Martinez Perez'}(\text{alumnos})))$
  - $\Pi_{\text{cod\_asig}}(\text{matriculas} \bowtie \sigma_{\text{nom\_alum}='Luis Martinez Perez'}(\text{alumnos}))$



- Ejemplos

- Encontrar los nombres de los profesores con categoría CU o TU que pertenecen al departamento de nombre Electrónica (consideramos que solo hay uno con ese nombre).

- $\Pi_{\text{nom\_prof}} (\sigma_{\text{profesores.cod\_dep}=\text{departamentos.cod\_dep}} (\sigma_{\text{categoria}='CU' \vee \text{categoria}='TU'}(\text{profesores}) \times \sigma_{\text{nom\_dep}='Electrónica'}(\text{departamentos})))$

- $\Pi_{\text{nom\_prof}} (\sigma_{\text{categoria}='CU' \vee \text{categoria}='TU'}(\text{profesores}) \bowtie \sigma_{\text{nom\_dep}='Electrónica'}(\text{departamentos}))$

- Encontrar los nombres de las asignaturas de las que está matriculado el alumno 'Luis Martinez Perez' (consideramos que solo hay uno con ese nombre).

- $\Pi_{\text{nom_asig}} (\sigma_{\text{matricula.cod_asig}=\text{asignaturas.cod_asig}} (\text{asignaturas} \times \sigma_{\text{alumnos.DNI}=\text{matricula.DNI}} (\text{matriculas} \times \sigma_{\text{nom_alum}='Luis Martinez Pérez'}(\text{alumnos}))))$

- $\Pi_{\text{nom_asig}} (\text{asignaturas} \bowtie (\text{matriculas} \bowtie \sigma_{\text{nom_alum}='Luis Martinez Pérez'}(\text{alumnos})))$

- Ejemplos

- Encontrar los nombres de los profesores que imparten prácticas en la asignatura Bases de Datos. Entendemos que los grupos de prácticas son los grupos de tipo P y que el nombre de la asignatura es único.
  - $\pi_{\text{nom\_prof}} (\sigma_{\text{profesores.NRP}=\text{grupos.NRP}} (\text{profesores} \times \sigma_{\text{grupos.cod\_asig}=\text{asignaturas.cod\_asig}} (\sigma_{\text{tipo}='P'}(\text{grupos}) \times \sigma_{\text{nom\_asig}='Bases\ de\ Datos'}(\text{asignaturas}))))$
  - $\pi_{\text{nom\_prof}} (\text{profesores} \bowtie (\sigma_{\text{tipo}='P'}(\text{grupos}) \bowtie \sigma_{\text{nom\_asig}='Bases\ de\ Datos'}(\text{asignaturas})))$
- Encontrar el nombre y el DNI de aquellos alumnos cuya provincia es Almería y que están matriculados de alguna asignatura de primer curso.
  - $\pi_{\text{alumnos.DNI,nom\_alum}} (\sigma_{\text{alumnos.DNI}=\text{matricula.DNI}} (\sigma_{\text{provincia}='Almería'}(\text{alumnos}) \times \sigma_{\text{matricula.cod\_asig}=\text{asignaturas.cod\_asig}} (\text{matriculas} \times \sigma_{\text{curso}=1}(\text{asignaturas}))))$
  - $\pi_{\text{alumnos.DNI,nom\_alum}} (\sigma_{\text{provincia}='Almería'}(\text{alumnos}) \bowtie (\text{matriculas} \bowtie \sigma_{\text{curso}=1}(\text{asignaturas})))$

- Definición

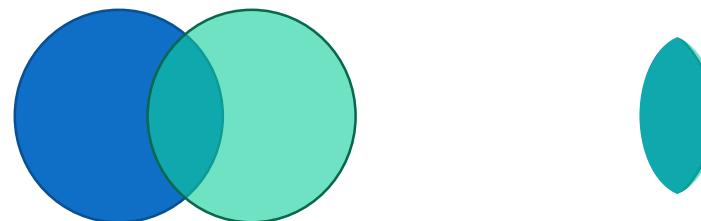
- Sean

- $R(A_1, \dots, A_n)$ , y  $S(B_1, \dots, B_n)$  dos relaciones tales que  $\{A_1..A_n\} \equiv \{B_1..B_n\}$
    - $r$  y  $s$  las instancias de  $R$  y  $S$

- El operador intersección aplicado sobre  $R$  y  $S$  es el resultado de hacer la intersección de  $r$  y  $s$  como conjuntos de tuplas.

- Notación:

- $R \cap S$



# Álgebra Relacional

## Intersección

R

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>

S

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>

R ∩ S

A	B	C
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>4</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>



- Ejemplos:

- Encontrar los alumnos becarios que vienen de Almería.

- $\sigma_{\text{beca}=\text{'Sí'}} \wedge \text{provincia}=\text{'Almería'}(\text{alumnos})$

- $\sigma_{\text{beca}=\text{'Sí'}}(\text{alumnos}) \cap \sigma_{\text{provincia}=\text{'Almería'}}(\text{alumnos})$

¿Cuál es más eficiente?

- Encontrar las asignaturas optativas de segundo ciclo; es decir, aquellas cuyo curso sea 4 ó 5.

- $\sigma_{\text{caracter}=\text{'op'}} \wedge (\text{curso}=4 \vee \text{curso}=5)(\text{asignaturas})$

- $\sigma_{\text{caracter}=\text{'op'}}(\text{asignaturas}) \cap (\sigma_{\text{curso}=4}(\text{asignaturas}) \cup \sigma_{\text{curso}=5}(\text{asignaturas}))$

¿Cuál es más eficiente?

- Ejemplos:

- Encontrar los profesores que tienen categoría 'TU' o 'CU' y dan clase en asignaturas de segundo ciclo.

- $\pi_{NRP, nom\_prof} (\sigma_{\text{categoria}='TU' \vee \text{categoria}='CU'}(\text{profesores}))$

∩

- $\pi_{NRP, nom\_prof} (\text{profesores} \bowtie (\text{grupos} \bowtie \sigma_{\text{curso}=4 \vee \text{curso}=5}(\text{asignaturas})))$

- Propiedad:

- Sean R y S relaciones cualquiera y r y s dos instancias de las mismas.
- Se verifica que:
  - $R \cap S = R - (R - S)$

# Álgebra Relacional

## Intersección

R	A	B	C
	$a_1$	$b_1$	$c_1$
	$a_2$	$b_2$	$c_2$
	$a_3$	$b_1$	$c_1$
	$a_4$	$b_1$	$c_1$
	$a_4$	$b_2$	$c_2$

S	A	B	C
	$a_1$	$b_1$	$c_1$
	$a_2$	$b_2$	$c_2$
	$a_3$	$b_2$	$c_2$
	$a_4$	$b_2$	$c_2$
	$a_1$	$b_2$	$c_2$

R - S	A	B	C
	$a_3$	$b_1$	$c_1$
	$a_4$	$b_1$	$c_1$

R	A	B	C
	$a_1$	$b_1$	$c_1$
	$a_2$	$b_2$	$c_2$
	$a_3$	$b_1$	$c_1$
	$a_4$	$b_1$	$c_1$
	$a_4$	$b_2$	$c_2$

R - S	A	B	C
	$a_3$	$b_1$	$c_1$
	$a_4$	$b_1$	$c_1$

R - (R - S)	A	B	C
	$a_1$	$b_1$	$c_1$
	$a_2$	$b_2$	$c_2$
	$a_4$	$b_2$	$c_2$



- Consultas relacionadas con la conexión de un elemento de un conjunto con “todos” los elementos de otro.
  - Encontrar los alumnos que están matriculados de todas las asignaturas de primer curso.
  - Encontrar las asignaturas en las que dan clase todos los profesores del área ‘COMPUT’ que sean de categoría ‘CU’.
  - Encontrar los profesores que dan clase a todos los grupos de la asignatura de código ‘BDI’.
  - Encontrar las aulas que están ocupadas todos los días de la semana.

- Definición

- Sean

- $R(A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m)$  y  $S(B_1, \dots, B_m)$
    - y las instancias correspondientes  $r$  y  $s$ .

- La división de  $R$  con respecto a  $S$  es la instancia  $w$  de una relación  $W[A_1..A_n]$ , que verifica:

- $\forall u \in w ; \forall v \in s$
    - $\exists t \in r | t[A_1..A_n] = u , t[B_1..B_m] = v$

- Notación

- $R \div S$



# Álgebra Relacional

## División

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>1</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>3</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>5</sub>

÷      =

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>

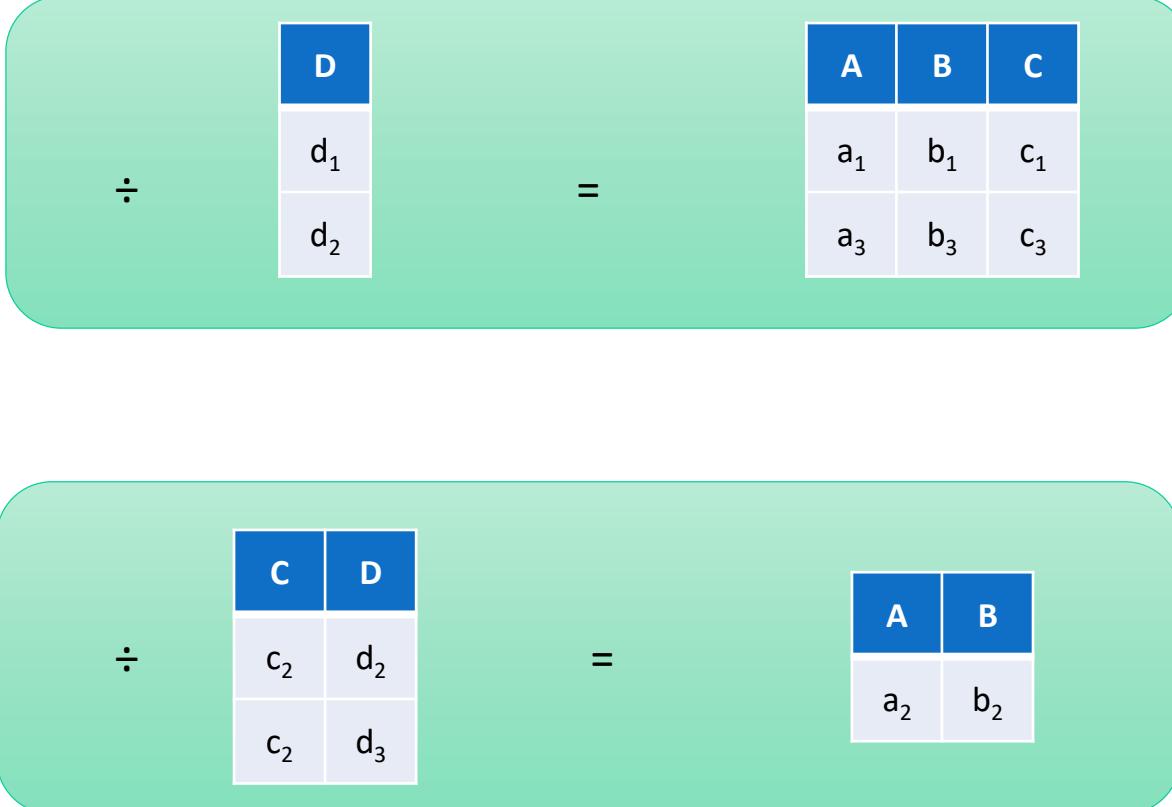




# Álgebra Relacional

## División

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>1</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>3</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>5</sub>



- Ejemplos:

- Encontrar el nombre y el DNI de los alumnos que están matriculados de todas las asignaturas de primer curso.

- Dividendo:

- $\pi_{\text{DNI}, \text{cod\_asig}}(\text{matriculas})$

- Divisor:

- $\Pi_{\text{cod\_asig}}(\sigma_{\text{curso}=1}(\text{asignaturas}))$

- División:

- $\pi_{\text{DNI}, \text{cod\_asig}}(\text{matriculas}) \div \pi_{\text{cod\_asig}}(\sigma_{\text{curso}=1}(\text{asignaturas}))$

- $\pi_{\text{DNI}, \text{nom\_alum}}(\text{alumnos} \bowtie$

- $(\pi_{\text{DNI}, \text{cod\_asig}}(\text{matriculas}) \div \pi_{\text{cod\_asig}}(\sigma_{\text{curso}=1}(\text{asignaturas}))))$

- Ejemplos

- Encontrar las asignaturas en las que dan clase todos los profesores del área 'COMPUT' que sean de categoría 'CU'.

- Dividendo:

- $\Pi_{\text{cod\_asig}, \text{NRP}} (\text{grupos})$

- Divisor:

- $\pi_{\text{NRP}} (\sigma_{\text{area}=\text{'COMPUT'}} \wedge \text{categoria}=\text{'CU'}(\text{profesores}))$

- División:

- $\Pi_{\text{cod\_asig}, \text{NRP}} (\text{grupos}) \div \pi_{\text{NRP}} (\sigma_{\text{area}=\text{'COMPUT'}} \wedge \text{categoria}=\text{'CU'}(\text{profesores}))$

- Ejemplos:

- Encontrar los profesores que dan clase a todos los grupos de la asignatura de código 'BDI'.
  - $\pi_{NRP, cod\_grup, tipo, cod\_asig}(\text{grupos}) \div \pi_{cod\_grup, tipo, cod\_asig}(\sigma_{cod\_asig='BDI'}(\text{grupos}))$
- Encontrar las aulas que están ocupadas todos los días de la semana (se entiende que en la tabla clase aparecen todos los días que hay que considerar).
  - $\Pi_{cod\_aula, dia}(\text{clase}) \div \pi_{dia}(\text{clase})$
- Encontrar aquellas aulas que no tienen ninguna hora libre; es decir, aquellas que están ocupadas todos los días a todas horas (se entiende que todas las parejas día y hora que hay que considerar están en la tabla clase).
  - $\Pi_{cod\_aula, dia, hora}(\text{clase}) \div \pi_{dia, hora}(\text{clase})$

- Ejemplos:

- Encontrar los días y horas en los que no hay aulas libres; es decir, los días y las horas en los que hay clase en todas las aulas (se entiende que cada pareja día y hora que hay que considerar aparece al menos una vez en la tabla clase).
  - $\pi_{\text{dia}, \text{hora}, \text{cod\_aula}}(\text{clase}) \div \pi_{\text{cod\_aula}}(\text{aulas})$
- Encontrar las áreas de conocimiento en las que hay profesores de todas las categorías.
  - $\pi_{\text{area}, \text{categoria}}(\text{profesores}) \div \pi_{\text{categoria}}(\text{profesores})$
- Encontrar los departamentos que tienen profesores de todas las categorías.
  - $\Pi_{\text{cod\_dep}, \text{categoria}}(\text{profesores}) \div \pi_{\text{categoria}}(\text{profesores})$

- Propiedad

- Sean

- $R(A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m)$  y  $S(B_1, \dots, B_m)$
    - y las instancias correspondientes r y s.

- Entonces

- $$R \div S = \Pi_{A_1..A_n}(R) - \Pi_{A_1..A_n}((\Pi_{A_1..A_n}(R) \times S) - R)$$

# Álgebra Relacional

## División

$$R \div S = \Pi_{A,B,C}(R) - \Pi_{A,B,C}((\Pi_{A,B,C}(R) \times S) - R)$$

A	B	C	D	÷	D	=	A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>		d <sub>1</sub>		a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>		d <sub>2</sub>		a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>3</sub>						
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>						
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>						
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>						
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>						
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>5</sub>						



# Álgebra Relacional

## División

$$R \div S = \Pi_{A,B,C}(R) - \Pi_{A,B,C}((\Pi_{A,B,C}(R) \times S) - R)$$

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>1</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>3</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>5</sub>

D
d <sub>1</sub>
d <sub>2</sub>

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>1</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>



# Álgebra Relacional

## División

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

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>1</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>

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>1</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>3</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>5</sub>



# Álgebra Relacional

## División

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

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>3</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	c <sub>3</sub>

A	B	C	D
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>

- Con Álgebra Relacional:

- A cada expresión le corresponde una única tabla.
- Es posible que haya varias expresiones para resolver la misma consulta.
  - Hay que elegir en términos de eficiencia.
- Ejemplo:
  - $\sigma_{beca='Sí' \wedge provincia='Almería'}(\text{alumnos})$
  - $\sigma_{beca='Sí'}(\text{alumnos}) \cap \sigma_{provincia='Almería'}(\text{alumnos})$

- En un SGBD hay un componente que se encarga de paliar los efectos de un mal usuario:
  - Optimizador de consultas
- Existen algunas reglas básicas:
  - Ejemplo:
    - Selecciones, cuanto antes
      - Limitan el número de tuplas
    - Proyecciones, cuanto antes
      - Limitan el tamaño de las tuplas
  - Normalmente:
    - Los SGBDs no publican sus estrategias de optimización
    - Ventaja competitiva

# Otros lenguajes de consulta formales

## Lenguajes declarativos

- Lenguaje

- Procedimental:

- El usuario da instrucciones al sistema para que realice una secuencia de operaciones en la BD para calcular el resultado deseado.
  - Algebra Relacional
  - Cómo

- Declarativo:

- El usuario describe el resultado deseado sin dar un procedimiento específico para obtener esa información.
  - Cálculo Relacional
  - Qué

# Otros lenguajes de consulta formales

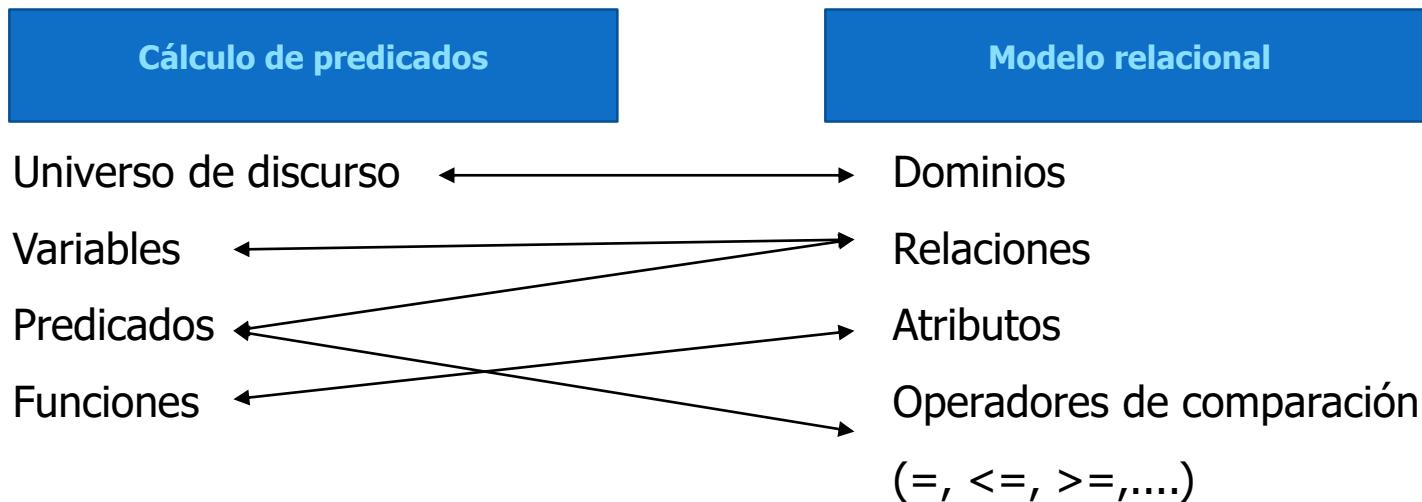
## Cálculo de predicados

- Se ha adaptado el cálculo de predicados para crear un lenguaje para bases de datos relacionales. Dos formas:
  - Cálculo relacional orientado a tuplas (CRT), que emplea variables de tupla que toman valores en tuplas de las relaciones de nuestra BD.
  - Cálculo relacional orientado a dominios (CRD), que utiliza variables de dominio, que toman valores de los dominios asociados a los atributos de las relaciones de nuestra BD.

# Otros lenguajes de consulta formales

CRT

- Identificación en el caso del cálculo relacional orientado a tuplas



# Otros lenguajes de consulta formales

CRT

- Consultas en el CRT

- Expresiones del tipo

- $\{ x, y, \dots, z \mid F(x, y, \dots, z) \}$
    - donde  $F$  es una fórmula que tiene como variables libres a  $x, y, \dots, z$ .
    - La primera parte se denomina lista objetivo.
    - Se pueden poner términos proyección sobre la lista objetivo:
      - $x.A, y.B, \dots, z.C$



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



# Otros lenguajes de consulta formales

CRT

- Ejemplo:

- Dado el esquema de base de datos siguiente:
  - P(codpie, nompie, color, peso ciudad)
  - S(codpro, nompro, estatus, ciudad)
  - J (codpj, nompj, ciudad)
  - SPJ (codpie, codpro, codpj, cantidad, fecha)
- Nombre de los proveedores que han tenido relación con todas las piezas:  
 $\{ x.nompro \mid S(x) \wedge \forall y (P(y) \rightarrow \exists z (SPJ(z) \wedge y.codpie=z.codpie \wedge z.codpro=x.codpro))\}$



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



# Otros lenguajes de consulta formales

CRT

- Consideremos:

- Asignaturas(Cod\_Asig,Nom\_asig, Creditos, Carácter, Curso)
- Profesores(NRP, Nom\_Prof, Categoria, Area, Cod\_Dep)
- Departamentos(Cod\_Dep, Nom\_Dep, Director)
- Grupos(Cod\_Asig, Cod\_Grup, Tipo, NRP, Max\_Al)

- Una clave externa:

- $\forall x \text{ (Grupos}(x) \rightarrow \exists y \text{ (Asignaturas}(y) \wedge x.\text{cod\_asig}=y.\text{cod\_asig}))$

- Unicidad:

- $\forall x,y ((\text{Asignaturas}(x) \wedge \text{Asignaturas}(y) \wedge x.\text{cod\_asig}=y.\text{cod\_asig}) \rightarrow x=y)$

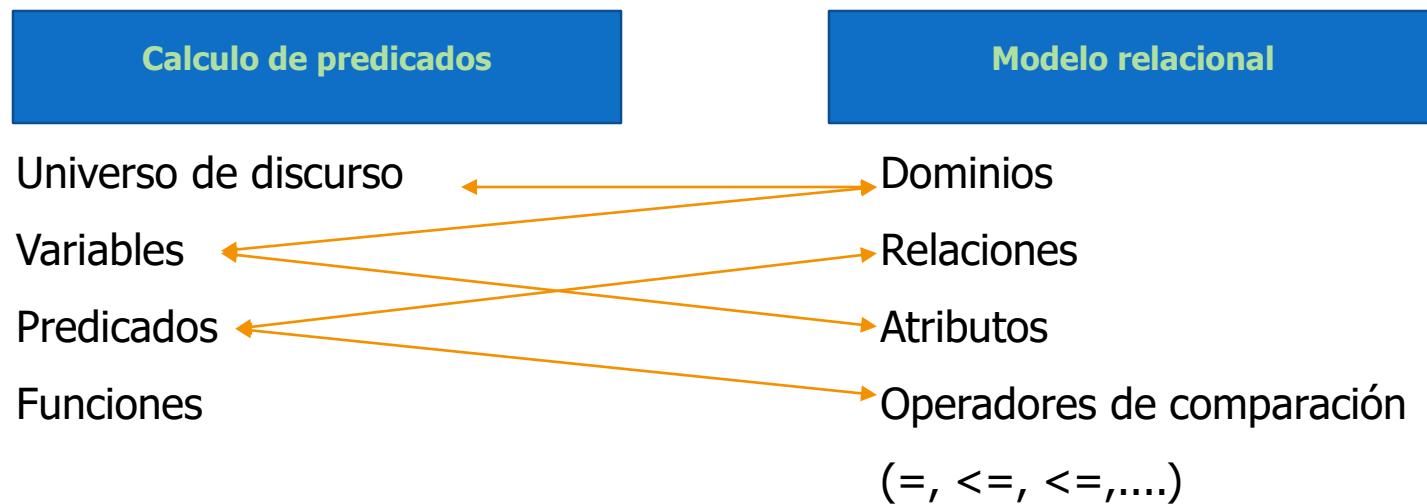
- Y otro tipo de restricciones: “No hay grupos con max\_al superior a 90”

- $\forall x \text{ (Grupos}(x) \rightarrow x.\text{max\_al} \leq 90)$

# Otros lenguajes de consulta formales

CRD

- Identificación intuitiva en el calculo relacional orientado a dominios



# Otros lenguajes de consulta formales

CRD

- Ejemplo:

- Dado el esquema de base de datos siguiente:
  - P(codpie, nompie, color, peso ciudad)
  - S(codpro, nompro, estatus, ciudad)
  - J (codpj, nompj, ciudad)
  - SPJ (codpie, codpro, codpj, cantidad, fecha)
- Nombre de los proveedores que han hecho una venta con una cantidad superior a 200:
  - CRT: {  $x.\text{nombre} \mid S(x) \wedge \exists y(\text{SPJ}(y) \wedge x.\text{codpro}=y.\text{codpro} \wedge y.\text{cantidad}>200)$  }
  - CRD:
$$\{ x_1 \mid \exists y_1, y_2, y_3, z_1, z_2, z_3, z_4 (S(y_1, x_1, y_2, y_3) \wedge \text{SPJ}(z_1, y_1, z_2, z_3, z_4) \wedge z_3>200) \}$$

# Otros lenguajes de consulta formales

Lenguajes relationalmente completos

- Cualquier consulta que se pueda especificar en álgebra relacional puede especificarse también en cálculo relacional y viceversa.
- De hecho,
  - Se dice que un lenguaje de consulta es relationalmente completo si es posible expresar en él cualquier consulta que se pueda expresar en cálculo relacional.



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



# Otros lenguajes de consulta formales

## Lenguajes comerciales

- A mediados de los 70 existían dos grandes prototipos relacionales:
  - System R de IBM, que derivó en DB2 y está muy relacionado con SQL.
  - Ingres de la Universidad de California, que estaba basado en un lenguaje denominado QUEL (QUEry Language)
- QUEL es un lenguaje basado en CRT.
- QBE (basado en CRD)
  - Query By Example
  - Desarrollado por IBM.
  - Sintaxis bidimensional
  - Consultas: un ejemplo de lo que se quiere (ver Access, por ejemplo).



# Contenidos

- Introducción
- Algebra Relacional
  - Operaciones
  - Selección
  - Proyección
  - Composición de operadores
  - Producto cartesiano
  - Unión y diferencia
  - Reunión
  - Intersección
  - División
  - Eficiencia en las Consultas
- Otros lenguajes de consulta formales
  - Lenguajes declarativos
  - Cálculo de predicados
  - CRD
  - CRT
  - Lenguajes relationalmente completos
  - Lenguajes comerciales

Imágenes de portada y cabecera tomadas de <https://pixabay.com/>

# Imágenes

- Imágenes tomadas de [Pixabay](#)
  - Portada
    - Imagen de [Manfred Steger](#)  
<https://pixabay.com/es/vectors/pixelchen-pixel-einschulung-3702056/>
    - Cabecera
      - Imagen de [Gerd Altmann](#)  
<https://pixabay.com/es/illustrations/digitalizaci%C3%B3n-placa-de-circuito-6892340/>
  - T3
    - Imagen de [mcmurryjulie](#)  
<https://pixabay.com/es/vectors/b%C3%A1squeda-de-base-de-datos-2797375/>
  - T4
    - Imágenes de [Gordon Johnson](#)  
<https://pixabay.com/es/vectors/c%C3%BCmo-signos-de-interrogaci%C3%B3n-2730752/>  
<https://pixabay.com/es/vectors/qu%C3%A9-signos-de-interrogaci%C3%B3n-2730753/>