

# SCC-240 Banco de Dados

Profa. Elaine Parros Machado de Sousa

## Álgebra Relacional – Parte 1

# Álgebra Relacional

- Modelo de Dados:
  - estrutura da base de dados
  - restrições
  - conjunto de operações para manipular dados
    - construção de requisições básicas de recuperação de dados
    - Modelo Relacional  $\Rightarrow$  **Álgebra Relacional**

# Álgebra Relacional

- **Álgebra Relacional**
  - linguagem de consulta procedural
- **Operação da Álgebra Relacional**  $\Rightarrow$  definida sobre uma ou mais relações
  - resultado  $\Rightarrow$  relação
- **Expressão da Álgebra Relacional**  $\Rightarrow$  sequência de operações
- **Consulta**  $\Rightarrow$  expressa como uma **expressão da álgebra relacional**

# Álgebra Relacional

- **OBS:** do ponto de vista **algébrico**, uma relação é um elemento imutável e atômico
  - álgebra relacional não tem operações de definição de relações ou de inclusão/modificação/remoção de tuplas

# Operações da Álgebra Relacional

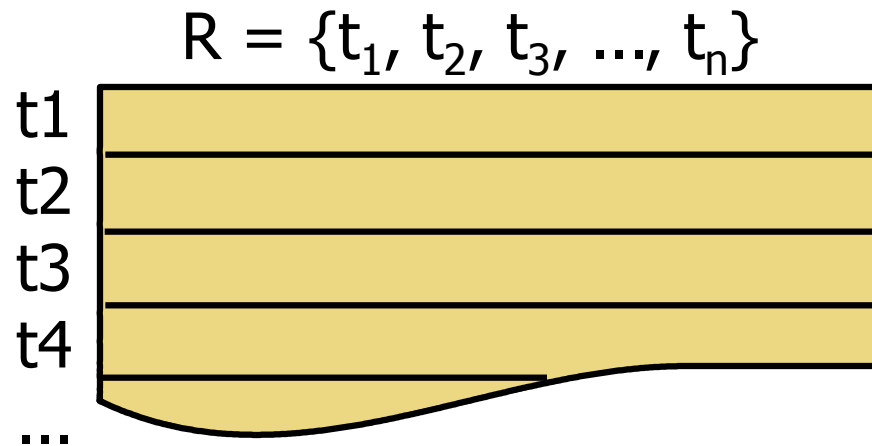
- 3 grupos:
  - **1) Operações sobre Conjuntos**
    - União
    - União Exclusiva
    - Interseção
    - Diferença
    - Produto Cartesiano

# Operações da Álgebra Relacional

- ...
  - **2) Operações Relacionais Unárias**
    - Seleção
    - Projeção
  - **3) Operações Relacionais Binárias**
    - Junção
    - Divisão
- Além disso...
  - Operação de *Assignment*
  - Operação de *Rename*

# Operações sobre Conjuntos

- Operações usuais da **Teoria dos Conjuntos**
- Na Álgebra Relacional cada relação é considerada um **conjunto** de tuplas



# Operações sobre Conjuntos

- Operações sobre Conjuntos  $\Rightarrow$  levam em consideração apenas **estrutura** da relação, e **não a semântica**
- Operações Binárias sobre Conjuntos  $\Rightarrow$  a maioria exige **Compatibilidade de Domínio** das relações



# Exemplo

**Aluno = {Nome, Idade, Curso}**

{<Zeca, 25, computação>,  
<Zico, 18, eletrônica>,  
<Juca, 21, odontologia>,  
<Tuca, 18, computação> }

**Professor = {Nome, Idade, Depto}**

{<Zeca, 25, computação>,  
<Ari, 30, computação>,  
<Eva, 27, eletrônica>}

Dom(Depto)=Dom(Curso)

**União**

**Aluno  $\cup$  Professor = {Nome, Idade, Curso}**

{<Zeca, 25, computação>,  
<Zico, 18, eletrônica>,  
<Juca, 21, odontologia>,  
<Tuca, 18, computação>,  
<Ari, 30, computação>,  
<Eva, 27, eletrônica>}

# Operações sobre Conjuntos

## ■ União $\rightarrow R \cup S$

- resultado: todas as tuplas de S e todas as tuplas de R;
  - tuplas repetidas são eliminadas
- convenção: relação resultado tem os nomes dos atributos da primeira relação
  - é possível renomear
- operação comutativa e associativa
- em SQL?

# Exemplo

**Aluno = {Nome, Idade, Depto}**

{<Zeca, 25, computação>,  
<Zico, 18, eletrônica>,  
<Juca, 21, odontologia>,  
<Tuca, 18, computação> }

**Professor = {Nome, Idade, Depto}**

{<Zeca, 25, computação>,  
<Ari, 30, computação>,  
<Eva, 27, eletrônica>}

## Interseção

**Aluno  $\cap$  Professor = {Nome, Idade, Depto}**  
{<Zeca, 25, computação>}

# Operações sobre Conjuntos

- **Interseção  $\rightarrow R \cap S$**

- resultado: apenas as tuplas que estão, simultaneamente, em R e em S
- convenção: relação resultado tem os nomes dos atributos da primeira relação
  - é possível renomear
- operação comutativa e associativa
- em SQL?

# Exemplo

**Aluno = {Nome, Idade, Depto}**

{<Zeca, 25, computação>,  
<Zico, 18, eletrônica>,  
<Juca, 21, odontologia>,  
<Tuca, 18, computação> }

**Professor = {Nome, Idade, Depto}**

{<Zeca, 25, computação>,  
<Ari, 30, computação>,  
<Eva, 27, eletrônica>}

## Diferença

**Aluno - Professor = {Nome, Idade, Depto}**

{<Zico, 18, eletrônica>,  
<Juca, 21, odontologia>,  
<Tuca, 18, computação>}

**Professor - Aluno = {Nome, Idade, Depto}**

{<Ari, 30, computação>,  
<Eva, 27, eletrônica>}

# Operações sobre Conjuntos

- **Diferença  $\rightarrow R - S$**

- resultado: tuplas que estão em R mas não estão em S
- convenção: relação resultado tem os nomes da atributos da primeira relação
  - é possível renomear
- operação não comutativa
- em SQL?

# Exemplo

Aluno = {Nome, Idade, Depto}

{<Zeca, 25, computação>,  
<Zico, 18, eletrônica>,  
<Juca, 21, odontologia>,  
<Tuca, 18, computação> }

Professor = {Nome, Idade, Depto}

{<Zeca, 25, computação>,  
<Ari, 30, computação>,  
<Eva, 27, eletrônica>}

## União Exclusiva

**Aluno  $\cup$  Professor = {Nome, Idade, Depto}**

{<Zico, 18, eletrônica>,  
<Juca, 21, odontologia>,  
<Tuca, 18, computação>,  
<Ari, 30, computação>,  
<Eva, 27, eletrônica>}

# Operações sobre Conjuntos

- **União Exclusiva  $\rightarrow R \cup | S$** 
  - resultado: tuplas que estão em S ou em R, mas não as tuplas que estão em ambas
  - convenção: relação resultado tem os nomes dos atributos da primeira relação
    - é possível renomear
  - operação comutativa



# Exemplo:

**Oferece** = **{Curso, DeptoO}**  
    {<Comp, SCC>,  
      <Comp, SMA>,  
      <Matem, SMA>}

**Disciplina** = **{Codigo, DeptoD}**  
    {<SCC182, SCC>,  
      <SCC181, SCC>}

## Produto Cartesiano

**Oferece X Disciplina = {Curso, DeptoO, Codigo, DeptoD}**

    {<Comp, SCC, SCC182, SCC >,  
      <Comp, SCC, SCC181, SCC >,  
      <Comp, SMA, SCC182, SCC >,  
      <Comp, SMA, SCC181, SCC >,  
      <Matem, SMA, SCC182, SCC >,  
      <Matem, SMA, SCC181, SCC >}

Exemplo:

**Oferece** = {Curso, DeptoO}  
{<Comp, SCC>,  
  <Comp, SMA>,  
  <Matem, SMA>}

**Disciplina** = {Codigo, DeptoD}  
{<SCC182, SCC>,  
  <SCC181, SCC>}

### Produto Cartesiano

**Oferece X Disciplina** = {Curso, DeptoO, Codigo, DeptoD}  
{<Comp, SCC, SCC182, SCC >,  
  <Comp, SCC, SCC181, SCC>,  
  <Comp, SMA, SCC182, SCC >,  
  <Comp, SMA, SCC181, SCC >,  
  <Matem, SMA, SCC182, SCC >,  
  <Matem, SMA, SCC181, SCC >}

**Em SQL:**

```
select * from Oferece, Disciplina
```

# Operações sobre Conjuntos

- **Produto Cartesiano  $\rightarrow R \times S$** 
  - resultado: relação que tem como atributos a **concatenação dos atributos** da relação R e da relação S
    - tuplas: todas as **combinações** possíveis de tuplas de R com tuplas de S
  - Relações devem ser Compatíveis em Domínio???

# Operações sobre Conjuntos

- **Operações sobre Conjuntos em SQL?**

**Exercício:** pesquise quais são e como usar os comandos em SQL correspondentes a operadores sobre conjuntos da Álgebra Relacional.

# Operações da Álgebra Relacional

- ***Assignment*** ( $\leftarrow$ )

- Atribuir um nome a uma relação que armazena resultados intermediários de uma expressão algébrica

- **Nome  $\leftarrow$  Expressão Algébrica Relacional**

- $A \leftarrow B \cup C$
- $E \leftarrow A \cup (C \times D)$
- $F \leftarrow E - (G \cap H)$

# Operações da Álgebra Relacional

- ***Assignment* ( $\leftarrow$ )**

- Renomear os atributos numa relação intermediária ou resultante de uma sequência de operações

- **NomeRelação ( $A_1, A_2, \dots$ )  $\leftarrow$  Expressão**

- $A (\text{NovoAtrib}_1, \text{NovoAtrib}_2) \leftarrow B \cup C$

Aluno = {Nome, Idade, Curso}

Professor = {Nome, Idade, Depto}

**Resultado (Nome, Idade, Curso/Depto)  $\leftarrow$  Aluno  $\cup$  Professor**

# Operações da Álgebra Relacional

- **RENAME ( $\rho$ )**

- permite renomear uma relação ou os atributos de uma relação
- dada uma relação  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ :
  - $\rho_{s(B_1, B_2, \dots, B_n)}(R)$
  - $\rho_s(R)$
  - $\rho_{(B_1, B_2, \dots, B_n)}(R)$

# Operações da Álgebra Relacional

- **RENAME ( $\rho$ )**

Oferece = {Curso, DeptoO}

Disciplina = {Codigo, DeptoD}

(Oferece X Disciplina)

$\rho$  Oferecimento(Curso, DeptoCurso, Disciplina, DeptoDisciplina)

novο nome da  
relação resultado

novos nomes dos atributos  
da relação resultado





# Exercício

Pesquise se há como fazer  
em SQL as operações de  
*Assignment* e *Rename*

# Operações Relacionais Unárias

- **Operações Unárias da Álgebra Relacional  $\Rightarrow$**  levam em conta a **estrutura** das relações
- Basicamente 2 operações:
  - Seleção
  - Projeção

# Seleção

**Aluno = {Nome, Idade, Curso}**

{<Zeca, 25, computação>,  
<Zico, 18, eletrônica>,  
<Juca, 21, odontologia>,  
<Tuca, 18, computação> }

- Exemplo:

- *"Selecione os dados dos alunos que fazem odontologia"*

```
select * from Aluno where Curso = 'odontologia'
```

$\sigma_{(\text{curso} = \text{'odontologia'})}$  Aluno

Resultado:

{<Juca, 21, odontologia>}

# Seleção

**Aluno = {Nome, Idade, CursoA}**

{<Zeca, 25, comp>,  
<Zico, 18, eletrônica>,  
<Juca, 21, odontologia>,  
<Tuca, 18, comp> }

**Oferece = {CursoO, Depto}**

{<comp, SCC>,  
<comp, SMA>,  
<mat, SMA>}

- Exemplo: *em quais departamentos cada aluno cumpre as disciplinas de seu curso?*

```
select *
```

```
from Aluno, Oferece
```

```
where CursoA = CursoO
```

①

②

# Seleção

**Aluno** = {Nome, Idade, CursoA}

{<Zeca, 25, comp>,  
<Zico, 18, eletrônica>,  
<Juca, 21, odontologia>,  
<Tuca, 18, comp> }

**Oferece** = {CursoO, Depto}

{<comp, SCC>,  
<comp, SMA>,  
<mat, SMA>}

- Exemplo: *em quais departamentos cada aluno cumpre as disciplinas de seu curso?*

1

AlunoDepto  $\leftarrow$  Aluno X Oferece

AlunoDepto = {Nome, Idade, CursoA, CursoO, Depto}

2

$\sigma_{(\text{CursoA} = \text{CursoO})}$  AlunoDepto

{<Zeca, 25, comp, comp, scc>,  
<Zeca, 25, comp, comp, sma>,  
<Tuca, 18, comp, comp, scc>,  
<Tuca, 18, comp, comp, sma>}

# Operações Relacionais Unárias

- **Seleção** -  $\sigma_{(\text{condição})}R$ 
  - resultado: subconjunto das tuplas de R que satisfazem à condição de seleção *<condição>*
  - condição de seleção: **operação de comparação** de um atributo da relação com:
    - uma constante
    - com outro atributo da própria relação  $\Rightarrow$  comparação de valores de atributos da mesma tupla

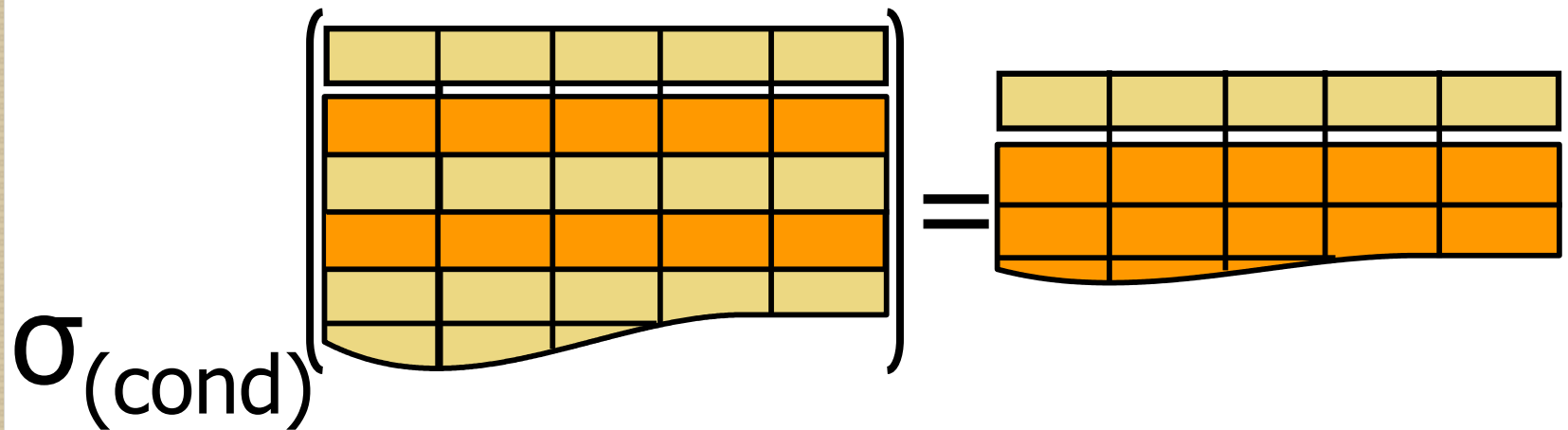
# Operações Relacionais Unárias

- Seleção pode combinar várias condições concatenadas por operadores lógicos **AND** e **OR**
  - Ex:

$\sigma_{((\text{curso} = \text{'odontologia'}) \textbf{OR} (\text{idade} < 25))}$  Aluno

# Seleção

- Seleção  $\Rightarrow$  **particionamento horizontal**
  - escolha de algumas “linhas” da tabela





# Seleção

- Operador **Seleção** é **Comutativo**

- $\sigma_{(\text{condição A})}(\sigma_{(\text{condição B})}) = \sigma_{(\text{condição B})}(\sigma_{(\text{condição A})})$

- Uma sequência de seleções pode ser executada em qualquer ordem, ou pode ser transformada numa única seleção

- $\sigma_{(\text{condição 1})}(\sigma_{(\text{condição 2})}(\dots(\sigma_{(\text{condição n})}(R))))$

- $\sigma_{((\text{condição 1}) \textbf{ AND } (\text{condição 2}) \textbf{ AND } \dots (\text{condição n}))}(R)$

# Seleção

- Operador **Seleção**
  - aplicado a cada tupla
  - (grau de  $\sigma_{\text{(condição)}}(R)$ ) = (grau de R)
  - **seletividade** da condição de seleção:  
fração de tuplas selecionadas
    - $|\sigma_{\text{(condição)}}(R)| \leq |R|$

# Projeção

**Aluno = {Nome, Idade, Curso}**

{<Zeca, 25, computação>,  
<Zico, 18, eletrônica>,  
<Juca, 21, odontologia>,  
<Tuca, 18, computação> }

- **Consulta:** *Selecione nome e idade dos Alunos*

select Nome, Idade from Aluno

$\pi_{(\text{Nome}, \text{Idade})}$  Aluno



{<Zeca, 25>,  
<Zico, 18>,  
<Juca, 21>,  
<Tuca, 18> }

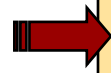
# Projeção

Aluno = {Nome, Idade, CursoA}  
{<Zeca, 25, comp>,  
<Zico, 18, eletrônica>,  
<Juca, 21, odontologia>,  
<Tuca, 18, comp> }

Oferece = {CursoO, Depto}  
{<comp, SCC>,  
<comp, SMA>,  
<mat, SMA>}

- Exemplo: "*selecione nomes dos alunos e dos departamentos em que cada aluno cumpre as disciplinas de seu curso*"

$\pi_{(\text{Nome}, \text{Depto})} \sigma_{(\text{CursoA} = \text{CursoO})} (\text{Aluno X Oferece})$



{<Zeca, scc>,  
<Zeca, sma>,  
<Tuca, scc>,  
<Tuca, sma>}

# Operações Relacionais Unárias

- **Projeção** -  $\pi_{(\text{atributos})} R$ 
  - resultado: relação que tem apenas os atributos indicados na lista de *<atributos>*
  - *<atributos>*: subconjunto do conjunto de atributos da relação

# Projeção

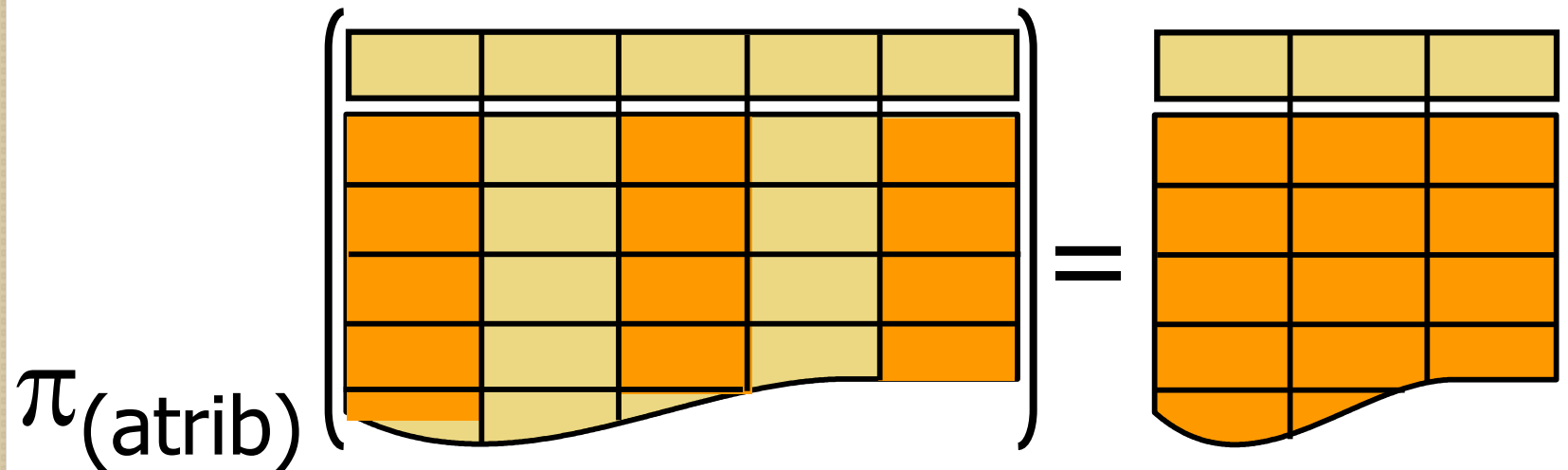
- O resultado de uma operação de projeção é uma relação  $\Rightarrow$  não devem existir tuplas repetidas
  - Se lista de <atributos> contém chave da relação  $\Rightarrow$  resultado não tem tuplas repetidas
  - Se lista de <atributos> não contém chave  $\Rightarrow$  possibilidade de tuplas repetidas



**eliminação de repetições**

# Projeção

- **Projeção  $\Rightarrow$  particionamento vertical**
  - escolha de algumas “Colunas” da tabela



# Projeção

- Operador de **Projeção**
  - **não é Comutativo**
  - se  $\langle lista\ B \rangle$  contém  $\langle lista\ A \rangle$ , então vale a igualdade:
    - $\pi_{\langle lista\ A \rangle}(\pi_{\langle lista\ B \rangle}(R)) = \pi_{\langle lista\ A \rangle}(R)$
  - **(grau de  $\pi_{\langle lista \rangle}(R)$ ) =  $|\langle lista \rangle|$**
  - $|\pi_{\langle lista \rangle}(R)| \leq |R|$



# Exemplo

Matricula= {NomeA, Disciplina, Nota}

{<Zeca, SCC-125, 8.5>,  
<Zeca, SCC-148, 8.0>,  
<Zeca, SCC-180, 7.5>,  
<Zico, SCC-148, 5.2>,  
<Juca, SCC-125, 6.0>,  
<Juca, SCC-148, 7.0>}

*"Listar as notas que os alunos tiraram na disciplina SCC-125"*



$\pi_{(\text{nome}, \text{nota})}(\sigma_{(\text{disciplina} = \text{'SCC-125'})}(\text{Matricula}))$

{<Zeca, SCC-125, 8.5>,  
<Juca, SCC-125, 6.0>}

**{<Zeca, 8.5>,  
<Juca, 6.0>}**

# Exemplo

Aluno = {Nome, Idade, Disciplina}  
{<Zeca, 25, computação>,  
<Zico, 18, eletrônica>,  
<Juca, 21, odontologia>,  
<Tuca, 18, computação> }

*"Listar a idade e o nome dos alunos e professores "*

Professor = {Nome, Idade, Depto}  
{<Zeca, 25, computação>,  
<Ari, 30, computação>,  
<Eva, 27, eletrônica> }

Aux1  $\leftarrow \pi_{(\text{Nome}, \text{Idade})}(\text{Aluno})$   
Aux2  $\leftarrow \pi_{(\text{Nome}, \text{Idade})}(\text{Professor})$   
Pessoas  $\leftarrow \text{Aux1} \cup \text{Aux2}$

{<Zeca,25>, <Zico,18>,  
<Juca,21>, <Tuca,18>,  
<Ari,30>, <Eva,27> }

**Outra maneira de representar a mesma consulta?**

# Exemplo

Aluno = {Nome, Idade, Curso}

{<Zeca, 25, computação>,  
<Zico, 18, eletrônica>,  
<Juca, 21, odontologia>,  
<Tuca, 18, computação> }

Matricula = {NomeA, Disciplina, Nota}

{<Zeca, SCC-125, 8.5>,  
<Zico, SCC-148, 5.2>,  
<Juca, SCC-125, 6.0>,  
<Juca, SCC-148, 7.0>}

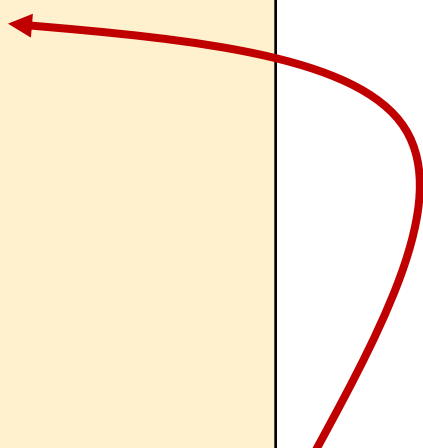
*"Listar as disciplinas em  
que os alunos de  
computação se  
matricularam"*

$\pi_{(Disciplina)}(\sigma_{(curso='computação')}(\sigma_{(nome=nomeA)}(Aluno \times Matricula)))$

**Em SQL?**

# Exemplo<sub>(cont.)</sub>: passos intermediários

$X = \{\text{Nome, Idade, Curso, NomeA, Disciplina, Nota}\}$   
 $\{ \langle \text{Zeca, 25, computação, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Zico, 18, eletrônica, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Juca, 21, odontologia, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Tuca, 18, computação, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle,$   
 $\langle \text{Zeca, 25, computação, Zico, SCC-148, 5.2} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Zico, 18, eletrônica, Zico, SCC-148, 5.2} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Juca, 21, odontologia, Zico, SCC-148, 5.2} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Tuca, 18, computação, Zico, SCC-148, 5.2} \rangle,$   
 $\langle \text{Zeca, 25, computação, Juca, SCC-125, 6.0} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Zico, 18, eletrônica, Juca, SCC-125, 6.0} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Juca, 21, odontologia, Juca, SCC-125, 6.0} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Tuca, 18, computação, Juca, SCC-125, 6.0} \rangle,$   
 $\langle \text{Zeca, 25, computação, Juca, SCC-148, 7.0} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Zico, 18, eletrônica, Juca, SCC-148, 7.0} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Juca, 21, odontologia, Juca, SCC-148, 7.0} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Tuca, 18, computação, Juca, SCC-148, 7.0} \rangle \}$



$\pi_{(\text{Disciplina})}(\sigma_{(\text{curso}=\text{'computação'})}(\sigma_{(\text{nome}=\text{nomeA})}(\text{Aluno x Matricula})))$

# Exemplo<sub>(cont.)</sub>: passos intermediários

$X = \{\text{Nome, Idade, Curso, NomeA, Disciplina, Nota}\}$

$\{ \langle \text{Zeca, 25, computação, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle, \langle \text{Zico, 18, eletrônica, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle, \langle \text{Juca, 21, odontologia, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle, \langle \text{Tuca, 18, computação, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle, \langle \text{Zeca, 25, computação, Zico, SCC-148, 5.2} \rangle, \langle \text{Zico, 18, eletrônica, Zico, SCC-148, 5.2} \rangle, \langle \text{Juca, 21, odontologia, Zico, SCC-148, 5.2} \rangle, \langle \text{Tuca, 18, computação, Zico, SCC-148, 5.2} \rangle, \langle \text{Zeca, 25, computação, Juca, SCC-125, 6.0} \rangle, \langle \text{Zico, 18, eletrônica, Juca, SCC-125, 6.0} \rangle, \langle \text{Juca, 21, odontologia, Juca, SCC-125, 6.0} \rangle, \langle \text{Tuca, 18, computação, Juca, SCC-125, 6.0} \rangle, \langle \text{Zeca, 25, computação, Juca, SCC-148, 7.0} \rangle, \langle \text{Zico, 18, eletrônica, Juca, SCC-148, 7.0} \rangle, \langle \text{Juca, 21, odontologia, Juca, SCC-148, 7.0} \rangle, \langle \text{Tuca, 18, computação, Juca, SCC-148, 7.0} \rangle \}$

$\pi_{(\text{Disciplina})}(\sigma_{(\text{curso}='computação')}(\sigma_{(\text{nome}=\text{nomeA})}(\text{Aluno x Matricula))))$

# Exemplo<sub>(cont.)</sub>: passos intermediários

$X = \{\text{Nome, Idade, Curso, NomeA, Disciplina, Nota}\}$   
 $\{ \langle \text{Zeca, 25, computação, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Zico, 18, eletrônica, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Juca, 21, odontologia, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Tuca, 18, computação, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Zeca, 25, computação, Zico, SCC-148, 5.2} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Zico, 18, eletrônica, Zico, SCC-148, 5.2} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Juca, 21, odontologia, Zico, SCC-148, 5.2} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Tuca, 18, computação, Zico, SCC-148, 5.2} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Zeca, 25, computação, Juca, SCC-125, 6.0} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Zico, 18, eletrônica, Juca, SCC-125, 6.0} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Juca, 21, odontologia, Juca, SCC-125, 6.0} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Tuca, 18, computação, Juca, SCC-125, 6.0} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Zeca, 25, computação, Juca, SCC-148, 7.0} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Zico, 18, eletrônica, Juca, SCC-148, 7.0} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Juca, 21, odontologia, Juca, SCC-148, 7.0} \rangle,$   
 $\quad \langle \text{Tuca, 18, computação, Juca, SCC-148, 7.0} \rangle \}$

$\pi_{(\text{Disciplina})}(\sigma_{(\text{curso}='computação')}(\sigma_{(\text{nome}=\text{nomeA})}(\text{Aluno x Matricula))))$

# Exemplo<sub>(cont.)</sub>: passos intermediários

$X = \{\text{Nome, Idade, Curso, NomeA, Disciplina, Nota}\}$

$\{ \langle \text{Zeca, 25, computação, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle, \\ \langle \text{Zico, 18, eletrônica, Zico, SCC-148, 5.2} \rangle, \\ \langle \text{Juca, 21, odontologia, Juca, SCC-125, 6.0} \rangle, \\ \langle \text{Juca, 21, odontologia, Juca, SCC-148, 7.0} \rangle, \}$

$\{ \langle \text{Zeca, 25, computação, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle \}$

$\pi_{(\text{Disciplina})}(\sigma_{(\text{curso}='computação')}(\sigma_{(\text{nome}=\text{nomeA})}(\text{Aluno x Matricula})))$

# Exemplo<sub>(cont.)</sub>: passos intermediários

$X = \{\text{Nome, Idade, Curso, NomeA, Disciplina, Nota}\}$   
 $\{ \langle \text{Zeca, 25, computação, Zeca, SCC-125, 8.5} \rangle \}$

$\{ \langle \text{SCC-125} \rangle \}$

**Ineficiente!!!**

$\pi_{(\text{Disciplina})}(\sigma_{(\text{curso}=\text{'computação'})}(\sigma_{(\text{nome}=\text{nomeA})}(\text{Aluno x Matricula})))$

**Como representar a mesma consulta, usando produto cartesiano, de maneira mais eficiente?**