

SCC-240 Banco de Dados

Profa. Elaine Parros Machado de Sousa

Estagiários PAE:
Pedro Bugatti
Robson Cordeiro

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**

USP – ICMC – GBD

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 seqüência de operações
- **Consulta** \Rightarrow expressa como uma **expressão da álgebra relacional**

USP – ICMC – GBD

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

USP – ICMC – GBD

Operações da Álgebra Relacional

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

USP – ICMC – GBD

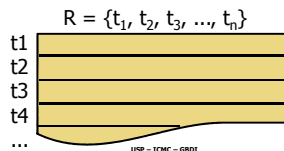
Operações da Álgebra Relacional

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

USP – ICMC – GBD

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

USP - ICHC - GBDI

Exemplo

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

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

{<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>}

USP - ICHC - GBDI

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 da atributos da primeira relação
 - é possível renomear
 - operação comutativa

USP - ICHC - GBDI

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 da atributos da primeira relação
 - é possível renomear
 - operação comutativa

USP - ICHC - GBDI

Exemplo

Aluno = {Nome, Idade, Depto} **Professor = {Nome, Idade, Depto}**
 {<Zeca, 25, computação>, <Zico, 18, eletrônica>, <Juca, 21, odontologia>, <Tuca, 18, computação> }
 {<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 → 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

USP - ICMC - GBD1

Exemplo

Aluno = {Nome, Idade, Depto} **Professor = {Nome, Idade, Depto}**
 {<Zeca, 25, computação>, <Zico, 18, eletrônica>, <Juca, 21, odontologia>, <Tuca, 18, computação> }
 {<Zeca, 25, computação>, <Ari, 30, computação>, <Eva, 27, eletrônica> }

União Exclusiva

Aluno ∪ | Professor = {Nome, Idade, Depto}
 {<Zico, 18, eletrônica>, <Juca, 21, odontologia>, <Tuca, 18, computação>, <Ari, 30, computação>, <Eva, 27, eletrônica> }

USP - ICMC - GBD1

Operações sobre Conjuntos

União Exclusiva → R ∪ | S

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

USP - ICMC - GBD1

Exemplo:

Oferece = {Curso, DeptoO} **Disciplina = {Codigo, DeptoD}**
 {<Comp, SCE>, <Comp, SMA>, <Matem, SMA> }
 {<SCE182, SCE>, <SCE181, SCE> }

Produto Cartesiano

Oferece X Disciplina = {Curso, DeptoO, Codigo, DeptoD}
 {<Comp, SCE, SCE182, SCE>, <Comp, SCE, SCE181, SCE>, <Comp, SMA, SCE182, SCE>, <Comp, SMA, SCE181, SCE>, <Matem, SMA, SCE182, SCE>, <Matem, SMA, SCE181, SCE> }

USP - ICMC - GBD1

Exemplo:

Oferece = {Curso, DeptoO} **Disciplina = {Codigo, DeptoD}**
 {<Comp, SCE>, <Comp, SMA>, <Matem, SMA> }
 {<SCE182, SCE>, <SCE181, SCE> }

Produto Cartesiano

Oferece X Disciplina = {Curso, DeptoO, Codigo, DeptoD}
 {<Comp, SCE, SCE182, SCE>, <Comp, SCE, SCE181, SCE>, <Comp, SMA, SCE182, SCE>, <Comp, SMA, SCE181, SCE>, <Matem, SMA, SCE182, SCE>, <Matem, SMA, SCE181, SCE> }

Em SQL:

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

USP - ICMC - GBD1

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???

USP - ICHC - GBDI

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.

USP - ICHC - GBDI

Operações da Álgebra Relacional

- **Assignment (\leftarrow)**
 - atribuição de um nome a uma relação que armazena resultados intermediários de uma expressão algébrica
 - **Nome \leftarrow Expressão Algébrica Relacional**
 - $A \leftarrow B \cup C$
 - $E \leftarrow A \cup (C \times D)$
 - $F \leftarrow E - (G \cap H)$

USP - ICHC - GBDI

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

USP - ICHC - GBDI

Operações da Álgebra Relacional

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

USP - ICHC - GBDI

Operações da Álgebra Relacional

- **RENAME (ρ)**

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

ρ Oferecimento(Curso, DeptoCurso, Disciplina, DeptoDisciplina)

novo nome da relação resultado

novos nomes dos atributos da relação resultado

USP - ICHC - GBDI

Exercício

Pesquise se há comandos SQL correspondentes às operações de *Assignment* e *Rename* e como usá-los

USP - ICHC - GBDI

Operações Relacionais Unárias

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

USP - ICHC - GBDI

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>}

USP - ICHC - GBDI

Seleção

Aluno = {Nome, Idade, CursoA}

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

Oferece = {CursoO, Depto}

{<comp, SCE>, <comp, SMA>, <matem, SMA>}

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

```
select *
from Aluno, Oferece
where CursoA = CursoO
```

USP - ICHC - GBDI

Seleção

Aluno = {Nome, Idade, CursoA}

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

Oferece = {CursoO, Depto}

{<comp, SCE>, <comp, SMA>, <matem, SMA>}

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

1 $\text{AlunoDepto} \leftarrow \text{Aluno} \times \text{Oferece}$

$\text{AlunoDepto} = \{\text{Nome}, \text{Idade}, \text{CursoA}, \text{CursoO}, \text{Depto}\}$

2 $\sigma_{(\text{CursoA} = \text{CursoO})} \text{AlunoDepto}$

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

USP - ICHC - GBDI

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

USP - ICHC - GBDI

Operações Relacionais Unárias

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

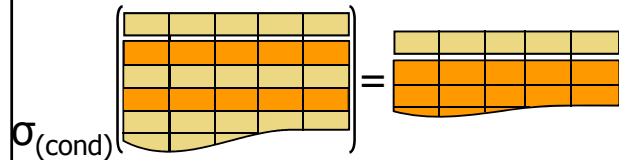
Ex:

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

USP - ICMC - GBDI

Seleção

- Seleção \Rightarrow **particionamento horizontal**
 - escolha de algumas "linhas" da tabela



USP - ICMC - GBDI

Seleção

- Operador **Seleção é Comutativo**
 - $\sigma_{(condição A)}(\sigma_{(condição B)}) = \sigma_{(condição B)}(\sigma_{(condição A)})$
- Uma sequência de seleções pode ser executada em qualquer ordem, ou pode ser transformada numa única seleção
 - $\sigma_{(condição 1)}(\sigma_{(condição 2)}(\dots(\sigma_{(condição n)}(R))))$
 - $\sigma_{((condição 1) \text{ AND } (condição 2) \text{ AND } \dots (condição n))}(R)$

USP - ICMC - GBDI

Seleção

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

USP - ICMC - GBDI

Projeção

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

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

`select Nome, Idade from Aluno`

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

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

USP - ICMC - GBDI

Projeção

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

Oferece = {CursoO, Depto}
 {<comp, SCE>, <comp, SMA>, <matem, SMA> }

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

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

\Rightarrow {<Zeca, sce>, <Zeca, sma>, <Tuca, sce>, <Tuca, sma> }

USP - ICMC - GBDI

Operações Relacionais Unárias

Projeção - $\pi_{\langle \text{atributos} \rangle} R$

- **resultado:** relação que tem apenas os atributos indicados na lista de $\langle \text{atributos} \rangle$
- $\langle \text{atributos} \rangle$: subconjunto do conjunto de atributos da relação

USP - ICMC - GBDI

Projeção

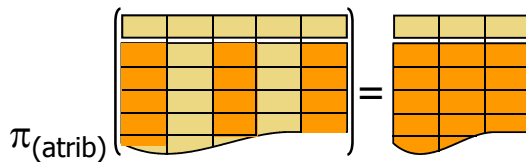
- O resultado de uma operação de projeção é uma relação \Rightarrow não devem existir tuplas repetidas
 - Se lista de $\langle \text{atributos} \rangle$ contém chave da relação \Rightarrow resultado não tem tuplas repetidas
 - Se lista de $\langle \text{atributos} \rangle$ não contém chave \Rightarrow possibilidade de tuplas repetidas

eliminação de repetições

USP - ICMC - GBDI

Projeção

- Projeção \Rightarrow **particionamento vertical**
 - escolha de algumas "Colunas" da tabela



USP - ICMC - GBDI

Projeção

Operador de Projeção

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

USP - ICMC - GBDI

Exemplo

Matricula = $\{\text{NomeA}, \text{Disciplina}, \text{Nota}\}$

$\{ \langle \text{Zeca}, \text{SCE-125}, 8.5 \rangle, \langle \text{Zeca}, \text{SCE-148}, 8.0 \rangle, \langle \text{Zeca}, \text{SCE-180}, 7.5 \rangle, \langle \text{Zico}, \text{SCE-148}, 5.2 \rangle, \langle \text{Juca}, \text{SCE-125}, 6.0 \rangle, \langle \text{Juca}, \text{SCE-148}, 7.0 \rangle \}$

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

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

$\{ \langle \text{Zeca}, \text{SCE-125}, 8.5 \rangle, \langle \text{Juca}, \text{SCE-125}, 6.0 \rangle \}$

$\{ \langle \text{Zeca}, 8.5 \rangle, \langle \text{Juca}, 6.0 \rangle \}$

Exemplo

Aluno = $\{\text{Nome}, \text{Idade}, \text{Disciplina}\}$

$\{ \langle \text{Zeca}, 25, \text{computação} \rangle, \langle \text{Zico}, 18, \text{eletrônica} \rangle, \langle \text{Juca}, 21, \text{odontologia} \rangle, \langle \text{Tuca}, 18, \text{computação} \rangle \}$

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

Professor = $\{\text{Nome}, \text{Idade}, \text{Depto}\}$

$\{ \langle \text{Zeca}, 25, \text{computação} \rangle, \langle \text{Ari}, 30, \text{computação} \rangle, \langle \text{Eva}, 27, \text{eletrônica} \rangle \}$

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

$\{ \langle \text{Zeca}, 25 \rangle, \langle \text{Zico}, 18 \rangle, \langle \text{Juca}, 21 \rangle, \langle \text{Tuca}, 18 \rangle, \langle \text{Ari}, 30 \rangle, \langle \text{Eva}, 27 \rangle \}$

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, SCE-125, 8.5>,
<Zico, SCE-148, 5.2>,
<Juca, SCE-125, 6.0>,
<Juca, SCE-148, 7.0> }

"Listar as disciplinas em
que os alunos de
computação se
matrícularam"

π (Disciplina) (σ (curso='computação') (σ (nome=nomeA) (Aluno x Matricula))))

USP - ICMC - GBD1

Exemplo_(cont.): passos intermediários

X = {Nome, Idade, Curso, NomeA, Disciplina, Nota}

{<Zeca, 25, computação, Zeca, SCE-125, 8.5>,
<Zico, 18, eletrônica, Zeca, SCE-125, 8.5>,
<Juca, 21, odontologia, Zeca, SCE-125, 8.5>,
<Tuca, 18, computação, Zeca, SCE-125, 8.5>,
<Zeca, 25, computação, Zico, SCE-148, 5.2>,
<Zico, 18, eletrônica, Zico, SCE-148, 5.2>,
<Juca, 21, odontologia, Zico, SCE-148, 5.2>,
<Tuca, 18, computação, Zico, SCE-148, 5.2>,
<Zeca, 25, computação, Juca, SCE-125, 6.0>,
<Zico, 18, eletrônica, Juca, SCE-125, 6.0>,
<Juca, 21, odontologia, Juca, SCE-125, 6.0>,
<Tuca, 18, computação, Juca, SCE-125, 6.0>,
<Zeca, 25, computação, Juca, SCE-148, 7.0>,
<Zico, 18, eletrônica, Juca, SCE-148, 7.0>,
<Juca, 21, odontologia, Juca, SCE-148, 7.0>,
<Tuca, 18, computação, Juca, SCE-148, 7.0> }

π (Disciplina) (σ (curso='computação') (σ (nome=nomeA) (Aluno x Matricula))))

Exemplo_(cont.): passos intermediários

X = {Nome, Idade, Curso, NomeA, Disciplina, Nota}

{<Zeca, 25, computação, Zeca, SCE-125, 8.5>,
<Zico, 18, eletrônica, Zeca, SCE-125, 8.5>,
<Juca, 21, odontologia, Zeca, SCE-125, 8.5>,
<Tuca, 18, computação, Zeca, SCE-125, 8.5>,
<Zeca, 25, computação, Zico, SCE-148, 5.2>,
<Zico, 18, eletrônica, Zico, SCE-148, 5.2>,
<Juca, 21, odontologia, Zico, SCE-148, 5.2>,
<Tuca, 18, computação, Zico, SCE-148, 5.2>,
<Zeca, 25, computação, Juca, SCE-125, 6.0>,
<Zico, 18, eletrônica, Juca, SCE-125, 6.0>,
<Juca, 21, odontologia, Juca, SCE-125, 6.0>,
<Tuca, 18, computação, Juca, SCE-125, 6.0>,
<Zeca, 25, computação, Juca, SCE-148, 7.0>,
<Zico, 18, eletrônica, Juca, SCE-148, 7.0>,
<Juca, 21, odontologia, Juca, SCE-148, 7.0>,
<Tuca, 18, computação, Juca, SCE-148, 7.0> }

π (Disciplina) (σ (curso='computação') (σ (nome=nomeA) (Aluno x Matricula))))

Exemplo_(cont.): passos intermediários

X = {Nome, Idade, Curso, NomeA, Disciplina, Nota}

{<Zeca, 25, computação, Zeca, SCE-125, 8.5>,
<Zico, 18, eletrônica, Zeca, SCE-125, 8.5>,
<Juca, 21, odontologia, Zeca, SCE-125, 8.5>,
<Tuca, 18, computação, Zeca, SCE-125, 8.5>,
<Zeca, 25, computação, Zico, SCE-148, 5.2>,
<Zico, 18, eletrônica, Zico, SCE-148, 5.2>,
<Juca, 21, odontologia, Zico, SCE-148, 5.2>,
<Tuca, 18, computação, Zico, SCE-148, 5.2>,
<Zeca, 25, computação, Juca, SCE-125, 6.0>,
<Zico, 18, eletrônica, Juca, SCE-125, 6.0>,
<Juca, 21, odontologia, Juca, SCE-125, 6.0>,
<Tuca, 18, computação, Juca, SCE-125, 6.0>,
<Zeca, 25, computação, Juca, SCE-148, 7.0>,
<Zico, 18, eletrônica, Juca, SCE-148, 7.0>,
<Juca, 21, odontologia, Juca, SCE-148, 7.0>,
<Tuca, 18, computação, Juca, SCE-148, 7.0> }

π (Disciplina) (σ (curso='computação') (σ (nome=nomeA) (Aluno x Matricula))))

Exemplo_(cont.): passos intermediários

X = {Nome, Idade, Curso, NomeA, Disciplina, Nota}

{<Zeca, 25, computação, Zeca, SCE-125, 8.5>,
<Zico, 18, eletrônica, Zico, SCE-148, 5.2>,
<Juca, 21, odontologia, Juca, SCE-125, 6.0>,
<Juca, 21, odontologia, Juca, SCE-148, 7.0> }

{<Zeca, 25, computação, Zeca, SCE-125, 8.5> }

π (Disciplina) (σ (curso='computação') (σ (nome=nomeA) (Aluno x Matricula))))

USP - ICMC - GBD1

Exemplo_(cont.): passos intermediários

X = {Nome, Idade, Curso, NomeA, Disciplina, Nota}

{<Zeca, 25, computação, Zeca, SCE-125, 8.5> }

{<SCE-125> }

Ineficiente!!!

π (Disciplina) (σ (curso='computação') (σ (nome=nomeA) (Aluno x Matricula))))

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