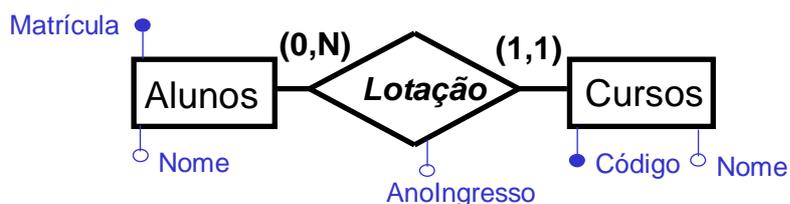


Modelo de Dados

- Modelo para organização dos dados de um BD
 - define um conjunto de conceitos para a representação de dados
 - exemplos: entidade, tabela, atributo, ...
 - existem modelos para diferentes níveis de abstração de representação de dados
 - modelos conceituais
 - modelos lógicos
 - modelos físicos
 - organização dos arquivos de dados em disco (organização seqüencial, uso de índices *hashing* ou *B-trees*, ...)
 - não são manipulados por usuários ou aplicações que acessam o BD
 - » decisões de implementação de cada SGBD

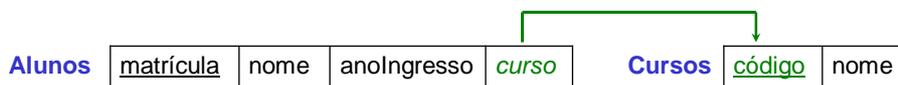
Modelos Conceituais

- Representação com alto nível de abstração
 - modela de forma mais natural os fatos do mundo real, suas propriedades e seus relacionamentos
 - independente de BD
 - preocupação com a semântica da aplicação
 - exemplo: modelo entidade-relacionamento



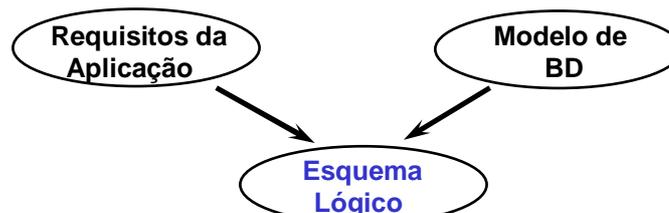
Modelos Lógicos

- Representam os dados em alguma estrutura (lógica) de armazenamento de dados
 - também chamados de modelos de BD
 - dependente de BD
 - exemplos
 - modelo relacional (tabelas)
 - modelos hierárquico e XML (árvore)
 - modelo orientado a objetos (classes - objetos complexos)



Modelos de BD (Lógicos)

- Suporte a métodos de acesso
 - especificação dos conceitos do modelo (DDL)
 - dados, seus domínios, relacionamentos e restrições
 - manipulação de conceitos modelados (DML)
- Esquema (lógico) de BD
 - resultado da especificação dos dados de um domínio de aplicação em um modelo de BD



Modelos de BD

- 1ª geração: Modelos pré-relacionais
 - modelos hierárquico e de rede
- 2ª geração: **Modelo relacional**
- 3ª geração: Modelos pós-relacionais
 - modelos orientado a objetos, objeto-relacional, temporal, geográfico, XML, ...

Modelo Relacional

- Definido em 1970 (E. Codd – IBM/Califórnia)
- Modelo com uma sólida base formal
 - teoria dos conjuntos
- Modelo simples
 - estruturas tabulares
 - poucos conceitos
- Linguagens declarativas para a manipulação de dados
 - álgebra relacional e cálculo relacional (formais)
 - SQL (comercial)

Modelo Relacional - Características

- Organização dos dados
 - conceitos do modelo
 - atributo, relação, chave, ...
- Integridade
 - restrições básicas para dados e relacionamentos
- Manipulação
 - linguagens formais e SQL

Modelo Relacional - Organização

- O modelo apresenta cinco conceitos:
 - *domínio*
 - *atributo*
 - *tupla*
 - *relação*
 - *chave*

Domínio

- Conjunto de valores permitidos para um dado
- Exemplos
 - *inteiro*, *string* (domínios básicos)
 - *data*, *hora* (domínios compostos)
 - $[0, 120]$, ('M', 'F') (domínios definidos)
- Para um domínio existem operações válidas
 - *inteiro* (somar, dividir, i_1 maior que i_2 , ...)
 - *data* (extrair dia, extrair mês, d_1 anterior a d_2 , ...)
- Definição de domínios de dados
 - DDL (+RIs)

Atributo

- Um item de dado do BD
- Possui um nome e um domínio
- Exemplos
 - nome: *string*
 - idade: $[0,120]$

Tupla

- Um conjunto de pares (*atributo, valor*)
 - define uma ocorrência de um fato do mundo real ou de um relacionamento entre fatos
- Valor de um atributo
 - definido no momento da criação de uma tupla
 - deve ser
 - compatível com o domínio OU *NULL* (valor inexistente ou indeterminado)
 - atômico (indivisível: não-estruturado e monovalorado)
- Exemplo
 - aluno: {(nome, 'João'), (idade, 34), (matrícula, 03167034), ...}

Relação

- Composto por um *cabeçalho* e um *corpo*
- Cabeçalho
 - número fixo de atributos (*grau da relação*)
 - atributos não-ambíguos
- Corpo
 - número variável de tuplas (*cardinalidade da relação*)
 - ordem não é relevante
 - na teoria, uma relação é um conjunto de tuplas
 - na prática, uma relação é uma coleção de tuplas
 - neste caso, uma relação é chamada *tabela*

Chave

- Conjunto de um ou mais atributos de uma relação
- Tipos de chaves
 - chave primária
 - atributo(s) cujo (combinação de) valor(es) **identifica(m) unicamente** uma tupla em uma relação
 - conceitos associados
 - chaves candidatas e chaves alternativas
 - exemplos
 - alunos: matrícula
 - cidades: (nome, estado)

Chave

- Tipos de chaves
 - chave estrangeira
 - atributo(s) de uma relação R_1 que estabelece(m) uma **equivalência de valor** com a chave primária de uma relação R_2
 - se fk é uma chave estrangeira em R_1 que faz referência à chave primária pk de R_2 então:
$$\text{domínio}(fk) = \text{domínio}(pk)$$
 - R_1 e R_2 podem ser a mesma relação
 - exemplos
 - alunos: curso (referência a um código de curso)
 - cursos: código

Modelo Relacional - Integridade

- Consistências básicas
 - identificação para os dados
 - garantia de acesso a todos os dados sem ambigüidade
 - Regra de Integridade de Entidade (RIE)
 - garantia de relacionamentos válidos
 - Regra de Integridade Referencial (RIR)

Regra de Integridade de Entidade

- Dada uma tupla t_i de uma relação R
 - o valor de cada atributo que compõe a chave primária de t_i deve ser diferente de NULL
 - não pode existir uma outra tupla t_j em R com mesmo valor da chave primária de t_i

Regra de Integridade Referencial

- Dada uma tupla t_i e uma chave estrangeira ch_e em t_i
 - o valor de ch_e pode ser igual a NULL se e somente se os atributos de ch_e não fazem parte da chave primária de t_i
 - o valor de ch_e pode ser diferente de NULL se e somente se existir uma tupla t_k na relação referenciada tal que a chave primária de t_k possui o mesmo valor da ch_e de t_i

Implicações da RIE

- Dada uma tupla t de uma relação R
 - se ocorre inclusão (I) ou atualização (A) de t
 - se algum atributo da chave primária de t for NULL OU se existe outra tupla em R com o mesmo valor da chave primária de t
 - então IMPEDIMENTO
 - senão EFETIVAÇÃO;
 - se ocorre exclusão (E) de t
 - nenhuma consistência a ser feita

Implicações da RIR

- Dadas duas relações (R_1 e R_2) e uma chave estrangeira ch_e em R_1 que faz referência à chave primária de R_2 , três ações podem ser tomadas
 - IMPEDIMENTO
 - a operação de atualização não é efetivada
 - CASCATA
 - se ocorre **E** de uma tupla t de R_2 , então **E** toda tupla de R_1 tal que ch_e faça referência à chave primária de t
 - se ocorre **A** da chave primária de uma tupla t de R_2 , então **A** o valor da ch_e de toda tupla de R_1 que faça referência ao valor antigo da chave primária de t para o novo valor da chave primária de t

Implicações da RIR

- Dadas duas relações (R_1 e R_2) e uma chave estrangeira ch_e em R_1 que faz referência à chave primária de R_2 , três ações podem ser tomadas
 - ANULAÇÃO
 - se ocorre **E** ou **A** de uma tupla t de R_2 , então para toda tupla de R_1 tal que ch_e faça referência à chave primária de t faça $ch_e = \text{NULL}$

Implicações da RIR

- Situação 1: operações sobre R_1 (onde está ch_e)
 - I ou A de uma tupla t
 - se ch_e de t for NULL então
 - se ch_e faz parte da chave primária de R_1
 - então IMPEDIMENTO
 - senão EFETIVAÇÃO
 - senão
 - se não existe tupla k de R_2 tal que o valor de ch_e seja igual ao valor da chave primária de k então
 - se ch_e faz parte da chave primária de R_1
 - então IMPEDIMENTO
 - senão IMPEDIMENTO ou ANULAÇÃO
 - senão EFETIVAÇÃO
 - E de uma tupla t
 - nenhuma consistência a ser feita

Implicações da RIR

- Situação 2: operações sobre R_2
 - E de uma tupla t ou A da sua chave primária para toda tupla k de R_1 cuja chave estrangeira ch_e faça referência à chave primária de t faça
 - se ch_e faz parte da chave primária de R_1
 - então IMPEDIMENTO ou CASCATA
 - senão IMPEDIMENTO ou CASCATA ou ANULAÇÃO
 - I de uma tupla t
 - nenhuma consistência a ser feita