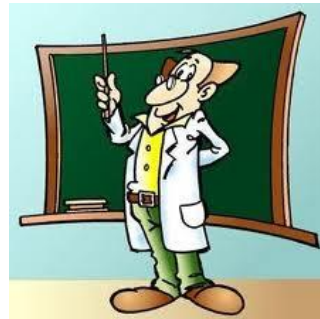




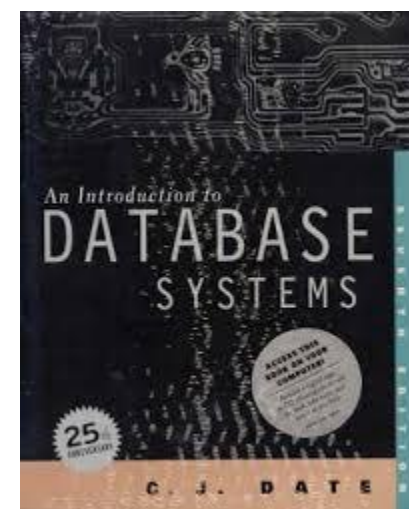
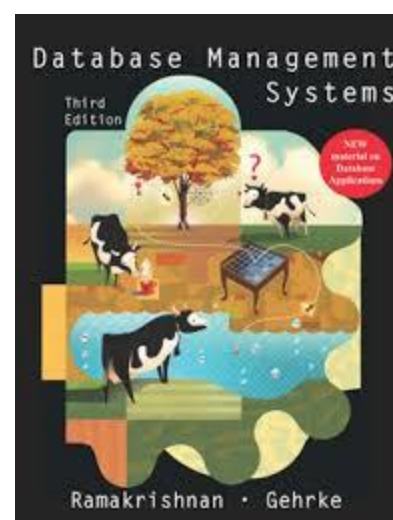
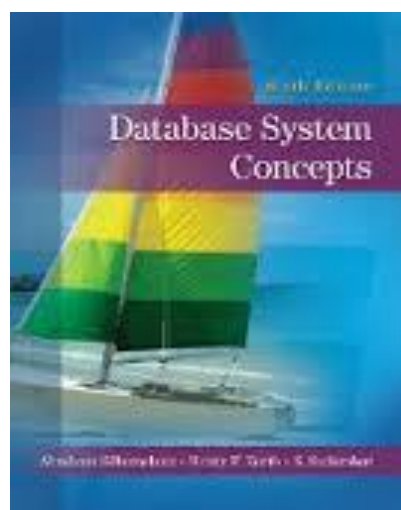
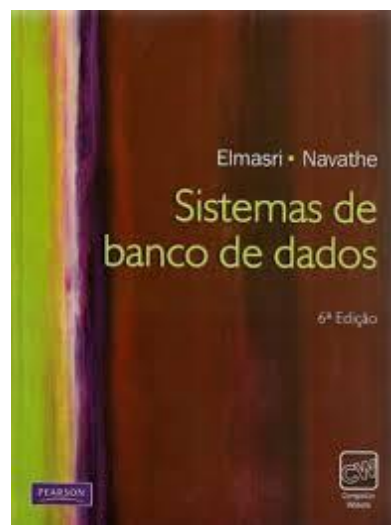
Unidade 2 – Arquitetura de Sistemas de Banco de Dados e Modelo Relacional



Prof. Aparecido V. de Freitas
Doutor em Engenharia
de Computação pela EPUSP
aparecidovfreitas@gmail.com



Bibliografia

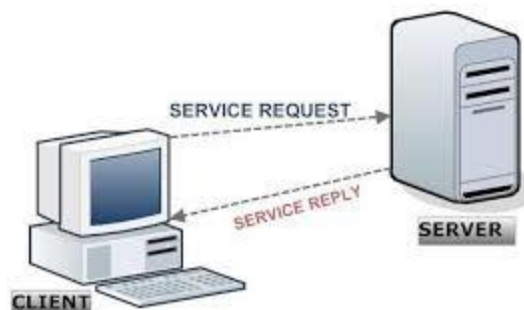




Introdução



- ◆ Primeiros **DBMS** eram monolíticos (Mainframe).
- ◆ Os mais modernos têm um projeto modular, com arquitetura **cliente/servidor**.
- ◆ Módulo **Cliente** se encarrega da interação com o usuário (**GUI**). Programas de aplicação e interfaces do usuário, em geral, executam no módulo cliente.
- ◆ Módulo **Server** é responsável pelo armazenamento de dados, acesso, pesquisa e outras funções.



Fonte: Sistemas de Banco de Dados – Elmasri & Navathe – 6ª edição – Editora Pearson

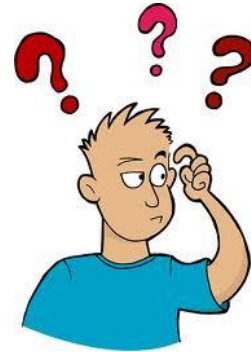


Abstração de dados

- ◆ **Abstração de dados** corresponde à supressão dos detalhes da organização e do armazenamento dos dados.
- ◆ Por meio da **abstração** de dados, destacam-se recursos essenciais para um melhor conhecimento dos dados.
- ◆ Por meio desse conceito, diferentes usuários podem perceber os dados em diferentes níveis de detalhe.
- ◆ Uma das principais características da abordagem de banco de dados é prover **abstração** de dados.



Como o DBMS provê a abstração de dados ?





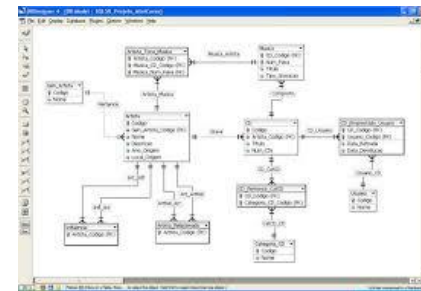
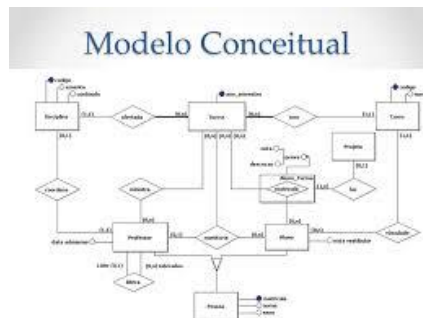
Modelo de dados

- ✓ O modelo de dados é um conceito usado para descrever a estrutura do banco de dados, oferecendo meios para se obter a abstração de dados.
- ✓ A estrutura de um banco de dados inclui os tipos, relacionamentos e restrições que se aplicam aos dados.



Categorias de Modelo de dados

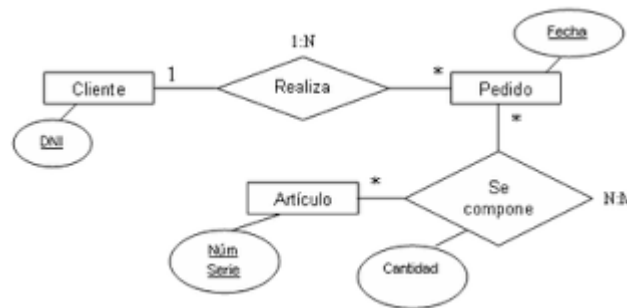
- ✓ Modelos de **Alto Nível** ou modelos **conceituais**. (Mais próximos da forma pela qual os usuários percebem os dados).
- ✓ Modelos de **Baixo Nível** ou modelos **físicos**. (Descrevem os detalhes de como os dados são armazenados no meio físico)
- ✓ Entre esses dois extremos está o **modelo lógico**. (Ocultam muitos detalhes de armazenamento de dados e estão associados ao SGBD particular, ex. Relacional -> tabelas, Hierárquico -> Árvore)





Modelo Conceitual

- ✓ Popularmente definido pelo Modelo Entidade-Relacionamento.
- ✓ Utilizam os conceitos de entidades, relacionamentos e atributos.
- ✓ **Entidades** representam objetos do mundo real.
- ✓ **Atributos** representam características dessas entidades.
- ✓ **Relacionamentos** representam associações entre entidades.



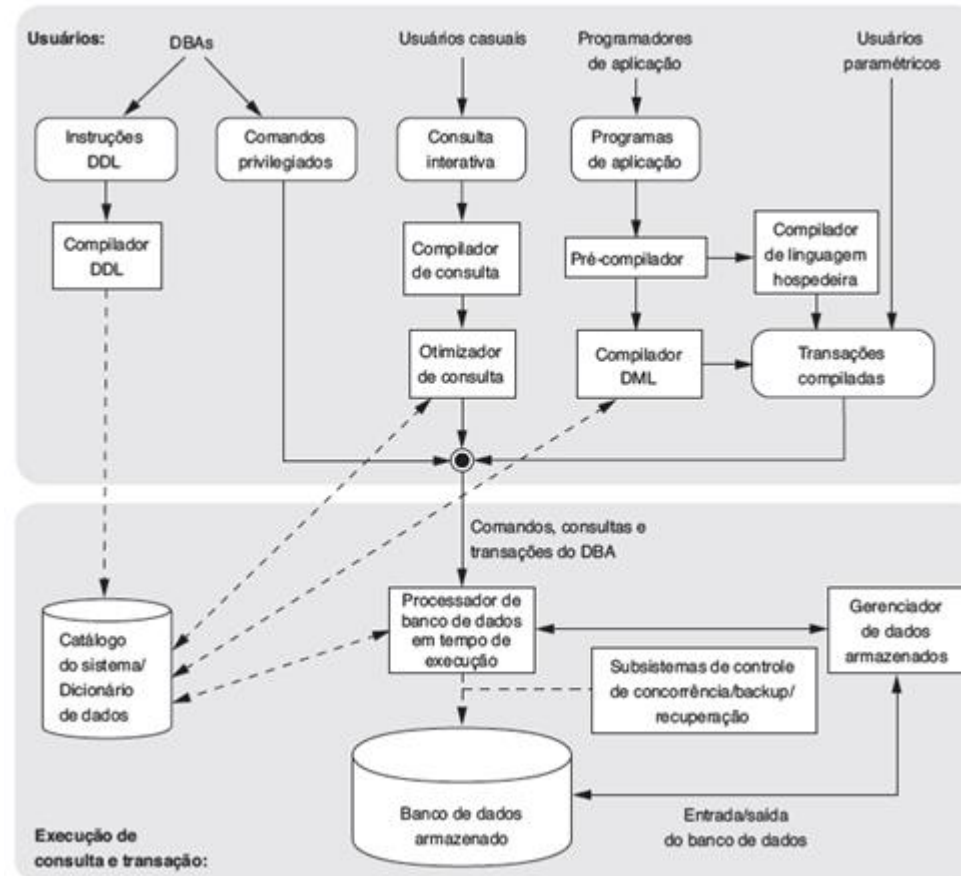


Instância

- ✓ Os dados reais armazenados em um banco de dados podem mudar com muita frequência.
- ✓ Os dados em um determinado instante são chamados de estado do banco de dados ou instância do banco de dados.
- ✓ Quando definimos um novo banco de dados, especificamos seu esquema. Nesse ponto, o estado do banco de dados é vazio, sem dados.
- ✓ Obtem-se o estado inicial quando o banco de dados é populado ou carregado com dados iniciais.



Ambiente de Sistema de Banco de Dados



Fonte: Sistemas de Banco de Dados – Elmasri & Navathe – 6ª edição – Editora Pearson



Ambiente de Sistema de Banco de Dados

✓ Módulos Componentes de um DBMS

- ✓ Processador de banco em tempo de execução
- ✓ Catálogo do Sistema
- ✓ Sistema de Controle de Concorrência
- ✓ Sistema de Backup e Recuperação

✓ Utilitários e ambientes de execução do DBMS

- ✓ Load (Carga de dados existentes)
- ✓ Backup (Cópia de segurança dos bancos de dados)
- ✓ Reorg (Para reorganização dos arquivos de banco de dados)
- ✓ Monitoração de Desempenho (Coleta de dados para estatística)
- ✓ Ferramentas CASE
- ✓ Ambientes de Desenvolvimento de aplicações



O Modelo de Dados Relacional



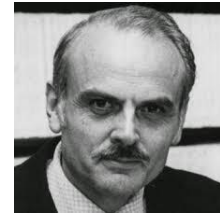
Father of the
Relational Database:
Edgar F. Codd

A British computer scientist, Codd made important contributions to the theory of relational databases. While working for IBM, he created the relational model for database management.





Modelo Relacional



- ◆ Desenvolvimento por **Tedd Codd**, IBM por volta dos anos 70.
- ◆ Usa o conceito de **relação matemática** (parecido com um tabela de valores) e sua base teórica reside na teoria de Conjuntos e Lógica de Predicados de Primeira Ordem.
- ◆ As primeiras implementações comerciais foram disponibilizadas a partir de 1980.
- ◆ Implantado em uma grande quantidade de sistemas comerciais (**SQL/DS**, **DB2**, **Oracle**, **Informix**, **Sybase**, **SQL Server**, **MySQL**, **PostgreSQL**).
- ◆ Modelos Hierárquicos e de Rede precederam o modelo relacional.





Modelo Relacional – Conceitos

- ◆ No modelo relacional, o banco de dados é representado por um conjunto de relações (informalmente semelhante à uma tabela de valores).
- ◆ Cada **linha** representa uma coleção de valores relacionados.
- ◆ Os nomes da tabela e de coluna ajudam a interpretar o significado.

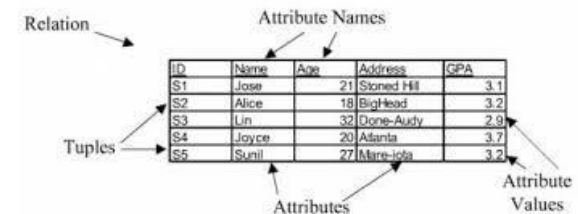




Tabela – Modelo Relacional

ALUNO

Nome	Numero_aluno	Tipo_aluno	Curso
Silva	17	1	CC
Braga	8	2	CC

DISCIPLINA

Nome_disciplina	Numero_disciplina	Creditos	Departamento
Introd. à ciência da computação	CC1310	4	CC
Estruturas de dados	CC3320	4	CC
Matemática discreta	MAT2410	3	MAT
Banco de dados	CC3380	3	CC

TURMA

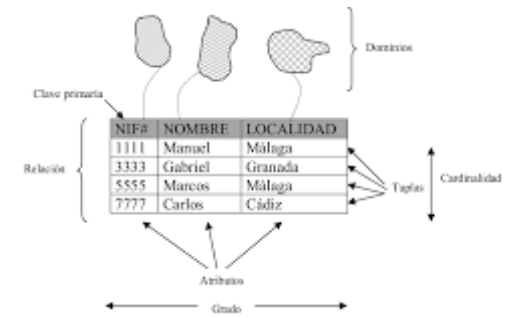
Identificacao_turma	Numero_disciplina	Semestre	Ano	Professor
85	MAT2410	Segundo	07	Kleber
92	CC1310	Segundo	07	Anderson
102	CC3320	Primeiro	08	Carlos
112	MAT2410	Segundo	08	Chang
119	CC1310	Segundo	08	Anderson
135	CC3380	Segundo	08	Santos

- ◆ A primeira tabela chama-se ALUNO pois cada linha representa os **fatos** de uma entidade particular de aluno.
- ◆ Os nomes de coluna – Nome, Numero_Aluno, Tipo_Aluno e Curso especificam os valores de dados em cada linha.
- ◆ Todos os valores em uma coluna **são do mesmo tipo**.



Terminologia Formal

- ◆ Uma linha em uma tabela é chamada de **TUPLA**.
- ◆ Um cabeçalho da coluna é chamado de **ATRIBUTO**.
- ◆ A tabela é chamada de **RELAÇÃO**.
- ◆ O tipo de dado que descreve os tipos de valores que podem aparecer em cada coluna é representado por um **DOMÍNIO** de valores possíveis.



Domínio: { }

↓

PRODUTO		
CODIGO	PRECO	DESCRICAO
3456	2300.00	Celular
9872	1500.00	Placa de Vídeo
1890	4.500,00	Notebook

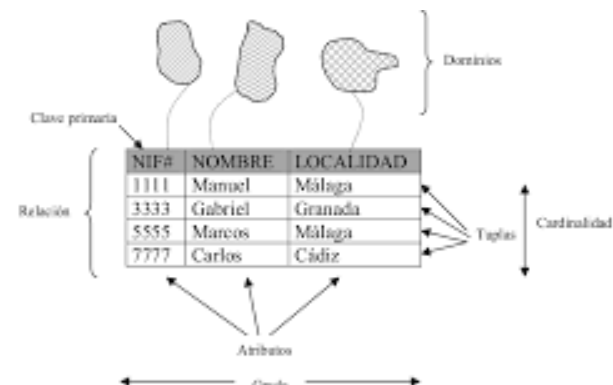
Atributos →

Tuplas



Domínios, Atributos, Tuplas e Relações

- ◆ **Domínio**: Conjunto de valores atômicos.
- ◆ **Atômico**: Cada valor é indivisível.
- ◆ **Domínio** é especificado por um tipo de dado.



Nome da relação

ALUNO

Atributos

Nome

Cpf

Telefone_residencial

Endereco

Telefone_comercial

Idade

Media

Tuplas

Bruno Braga

305.610.243-51

(17)3783-1616

Rua das Paineiras, 2018

NULL

19

3,21

Carlos Kim

381.620.124-45

(17)3785-4409

Rua das Goiabeiras, 125

NULL

18

2,89

Daniel Davidson

422.111.232-70

NULL

Avenida da Paz, 3452

(17)4749-1253

25

3,53

Roberta Passos

489.220.110-08

(17)3476-9821

Rua da Consolação, 265

(17)3749-6492

28

3,93

Barbara Benson

533.690.123-80

(17)3239-8461

Rua Jardim, 7384

NULL

19

3,25



Esquema Relacional R

- ◆ Um esquema relacional **R**, indicado por $R(A_1, A_2, A_3, \dots, A_n)$ é composto por um nome de relação R e uma lista de atributos: $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$.
- ◆ Os valores de cada atributo A_i , no esquema relacional **R**, pertencem ao domínio de A_i , e é indicado por $D(A_i)$.
- ◆ A descrição de uma relação é feita por meio do esquema relacional.
- ◆ O **grau** (ou **aridade**) de uma relação é o número de **atributos n** dessa relação. Por exemplo, uma relação de grau **7**, teria **sete atributos**.



Relação ou Estado de Relação

- Uma relação ou estado de relação **r** de um esquema relacional **R**($A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$), também indicado por **r(R)**, é o conjunto de **n** tuplas $r = \{ t_1, t_2, t_3, \dots, t_n \}$.
- Cada tupla t_i é uma lista ordenada de n valores $t_i = \{ v_1, v_2, v_3, \dots, v_n \}$ no qual cada valor v_i é um elemento de $\text{dom}(A_i)$ ou é um valor especial chamado **NULL**.
- Valores **NULL** representam atributos cujos valores são desconhecidos ou não existem para alguma tupla.

Nome da relação		Atributos						
ALUNO		Nome	Cpf	Telefone_residencial	Endereco	Telefone_comercial	Idade	Media
Tuplas		Bruno Braga	305.610.243-51	(17)3783-1616	Rua das Paineiras, 2918	NULL	19	3,21
		Carlos Kim	381.620.124-45	(17)3785-4409	Rua das Goiabeiras, 125	NULL	18	2,89
		Daniel Davidson	422.111.232-70	NULL	Avenida da Paz, 3452	(17)4749-1253	25	3,53
		Roberta Passos	489.220.110-08	(17)3476-9821	Rua da Consolação, 265	(17)3749-6492	28	3,93
		Barbara Benson	533.690.123-80	(17)3239-8461	Rua Jardim, 7384	NULL	19	3,25



Definição à luz da Teoria dos Conjuntos

- ◆ Uma relação ou estado de relação **r**, é uma relação matemática de grau n sobre os domínios $\text{dom}(A_1)$, $\text{dom}(A_2)$, $\text{dom}(A_3)$, $\text{dom}(A_n)$, que é um subconjunto do produto cartesiano indicado (por X) dos domínios que definem R.:

$$r(R) \subseteq (\text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_n))$$

- ◆ O produto cartesiano especifica todas as combinações possíveis dos valores dos domínios subjacentes.
- ◆ Assim, se indicarmos a **CARDINALIDADE** (número total de valores em um domínio D) como $|D|$, considerando que todos os domínios são finitos, o número total de tuplas no produto cartesiano será:

$$\text{Numero_Total_Tuplas}(r) = |\text{dom}(A_1)| \times |\text{dom}(A_2)| \times |\text{dom}(A_3)| \times \dots \times |\text{dom}(A_n)|$$



Observações – Modelo Relacional

- É possível que vários atributos tenham o mesmo domínio. Ex. Telefone Comercial, Telefone Celular, Telefone Residencial.
- Uma relação é definida como um conjunto de tuplas. Matematicamente, os elementos de um conjunto não possuem ordem entre si. Assim, uma relação não é sensível à ordenação de tuplas. Exemplo: as relações abaixo são idênticas:

ALUNO

Nome	Cpf	Telefone_ residencial	Endereco	Telefone_ comercial	Idade	Media
Daniel Davidson	422.111.232-70	NULL	Avenida da Paz, 3452	(17)4749-1253	25	3,53
Barbara Benson	533.690.123-80	(17)3239-8461	Rua Jardim, 7384	NULL	19	3,25
Roberta Passos	489.220.110-08	(17)3476-9821	Rua da Consolação, 265	(17)3749-6492	28	3,93
Carlos Kim	381.620.124-45	(17)3785-4409	Rua das Goiabeiras, 125	NULL	18	2,89
Bruno Braga	305.610.243-51	(17)3783-1616	Rua das Paineiras, 2918	NULL	19	3,21

ALUNO

Nome	Cpf	Telefone_residencial	Endereco	Telefone_comercial	Idade	Media
Bruno Braga	305.610.243-51	(17)3783-1616	Rua das Paineiras, 2918	NULL	19	3,21
Carlos Kim	381.620.124-45	(17)3785-4409	Rua das Goiabeiras, 125	NULL	18	2,89
Daniel Davidson	422.111.232-70	NULL	Avenida da Paz, 3452	(17)4749-1253	25	3,53
Roberta Passos	489.220.110-08	(17)3476-9821	Rua da Consolação, 265	(17)3749-6492	28	3,93
Barbara Benson	533.690.123-80	(17)3239-8461	Rua Jardim, 7384	NULL	19	3,25



Observações – Modelo Relacional

- ◆ Cada valor em uma tupla é um valor atômico. Assim, atributos multivalorados não são permitidos. Esse pressuposto é chamado PRIMEIRA FORMA NORMAL.
- ◆ Atributos multivalorados possuem um ou mais valores para o mesmo atributo. Por exemplo, o atributo idioma de uma entidade ALUNO pode conter os valores inglês e francês. Para um outro aluno poderia conter apenas um valor - espanhol. Para um terceiro aluno, poderíamos ter 3 valores para este atributo.
- ◆ Atributos multivalorados são representados por relações separadas.

Domínio: { }

↓

Atributos →

ALUNO		
CODIGO	NOME	IDIOMA
3456	Paulo de Souza Alves	Inglês
9872	Francisco Silva	Inglês, Francês
1890	Ana Clara de Almeida	Inglês, Francês e Italiano

} Tuplas

Note: The entire table is crossed out with a large red 'X'.



Observações – Modelo Relacional

- ◆ Atributos **compostos** são atributos que podem ser divididos em partes menores, ou subpartes, os quais representariam atributos básicos mais simples com significados independentes.
- ◆ Por exemplo, um atributo **ENDERECO** pode ser subdividido em rua, cidade, estado. Atributos deste tipo formam uma hierarquia.

Domínio: { }

↓

ALUNO		
CODIGO	NOME	ENDERECO
3456	Paulo de Souza Alves	Av. Brasil, 200 - SP
9872	Francisco Silva	Av. Goiás, 78 – SP
1890	Ana Clara de Almeida	Rua México, 45 - RJ

Atributos →

} Tuplas



Observações – Modelo Relacional

- ◆ Valores **NULL** representam valores que não se aplicam à uma tupla ou são desconhecidos.
- ◆ Comparação de valores **NULL** pode levar à ambiguidades. Por exemplo, se os clientes **A** e **B** têm endereços **NULL**, isso não significa que eles têm o mesmo endereço. Durante o projeto de banco de dados, é conveniente **evitar-se** o uso de valores **NULL**.

Domínio: { }

↓

Atributos →

ALUNO		
CODIGO	NOME	TELEFONE COMERCIAL
3456	Paulo de Souza Alves	NULL
9872	Francisco Silva	(11) 4389-0076
1890	Ana Clara de Almeida	NULL

} Tuplas



Observações – Modelo Relacional

- ◆ Uma interpretação alternativa de uma relação ou estado de relação é como um predicado.
- ◆ Nesse caso, os valores em cada tupla são interpretados como valores que satisfazem o predicado, representando desse modo fatos da vida real.
- ◆ Essa interpretação é muito útil no contexto das linguagens lógicas de programação, como **PROLOG**, pois permite que o modelo relacional seja usado nessas linguagens.

Domínio: { }

↓

Atributos →	ALUNO		
	CODIGO	NOME	TELEFONE COMERCIAL
	3456	Paulo de Souza Alves	NULL
	9872	Francisco Silva	(11) 4389-0076
	1890	Ana Clara de Almeida	NULL

} Predicados



Restrições de Domínio

- ◆ Especificam os valores de cada atributo dentro do domínio.

Domínio: { }

Atributos →

ALUNO		
CODIGO	NOME	NOTA
3456	Paulo de Souza Alves	8.5
9872	Francisco Silva	7.5
1890	Ana Clara de Almeida	9.5

Restrição de Domínio

0 ≤ NOTA ≤ 10



Restrições de Chaves

- ◆ Duas tuplas não podem ter a mesma combinação de valores para todos os seus atributos.
- ◆ Ou seja, todos os elementos de um conjunto devem ser distintos.
- ◆ No entanto, normalmente existem subconjuntos de atributos de um esquema de relação R, com a propriedade de que duas tuplas em qualquer estado da relação r de R não deverão ter a mesma combinação de valores para esses atributos. Qualquer subconjunto de atributos desse tipo é chamado **SUPERCHAVE** do esquema de relação R.

Atributos →

ALUNO			
CODIGO	NOME	Curso	CPF
3456	Paulo de Souza Alves	EC	109.098.340-12
9872	Francisco Silva	CC	239-345-986-12
1890	Francisco Silva	CC	234.876.456-45



Superchaves

- ◆ Considerando o estado da relação abaixo, quais as superchaves da Relação ?

Atributos →

ALUNO			
CODIGO	NOME	CURSO	CPF
3456	Paulo de Souza Alves	EC	109.098.340-12
9872	Francisco Silva	CC	239-345-986-12
1890	Francisco Silva	CC	234.876.456-45





Superchave Mínima

- ◆ Uma superchave pode ter atributos redundantes. Assim, o conceito mais útil é o de uma superchave que não tenha redundância.
- ◆ Uma chave de um esquema de relação R é uma superchave de R com a propriedade adicional de que a remoção de qualquer atributo A não mais caracteriza uma superchave.
- ◆ Portanto, a **chave** é uma **superchave mínima**.

Atributos →

ALUNO			
CODIGO	NOME	CURSO	CPF
3456	Paulo de Souza Alves	EC	109.098.340-12
9872	Francisco Silva	CC	239-345-986-12
1890	Francisco Silva	CC	234.876.456-45



Chave

- ◆ Considerando o estado da relação abaixo, quais as chaves da Relação ?

Atributos →

ALUNO			
CODIGO	NOME	CURSO	CPF
3456	Paulo de Souza Alves	EC	109.098.340-12
9872	Francisco Silva	CC	239-345-986-12
1890	Francisco Silva	CC	234.876.456-45





Chave Candidata

- ◆ Toda chave também é uma superchave, mas não o contrário.
- ◆ Em geral, qualquer superchave formada por apenas um atributo também é chave.
- ◆ Em geral, um esquema de relação pode ter mais de uma chave.
- ◆ Nesse caso, cada uma das chaves é chamada CHAVE CANDIDATA.



Chave Primária e Chave Única

- ◆ Na modelagem relacional, designa-se uma das chaves candidatas como **chave primária** (**PK** = primary key).
- ◆ A escolha da chave primária é arbitrária, porém prefere-se escolher uma chave primária com um único atributo.
- ◆ Valores **NULL** não são permitidos para chaves primárias.
- ◆ No esquema de relação, indica-se a **PK** com sublinhado.
- ◆ As outras chaves candidatas são chamadas **Chaves Únicas** (UK = Unique Key)



Chave primária e Chave única

- ◆ Considerando o estado da relação abaixo, quais as chaves poderiam ser chaves primárias e chaves únicas ?

Atributos →

ALUNO			
CODIGO	NOME	CURSO	CPF
3456	Paulo de Souza Alves	EC	109.098.340-12
9872	Francisco Silva	CC	239-345-986-12
1890	Francisco Silva	CC	234.876.456-45





Exemplo

CARRO

<u>Placa</u>	Numero_chassi	Marca	Modelo	Ano
Itatiaia ABC-7039	A6935207586	Volkswagen	Gol	02
Itu TVP-3470	B4369668697	Chevrolet	Corsa	05
Santos MPO-2902	X8355447376	Fiat	Uno	01
Itanhaem TFY-6858	C4374268458	Chevrolet	Celta	99
Itatiba RSK-6279	Y8293586758	Renault	Clio	04
Atibaia RSK-6298	U0283657858	Volkswagen	Parati	04

Relação CARRO, com duas chaves candidatas: Placa e Numero_Chassi



Esquema de Banco de Dados Relacional

- ✓ Conjunto de esquemas de relação $S = \{R_1, R_2, \dots, R_m\}$
- ✓ Conjunto de restrições de integridade RI.

FUNCIONARIO

Pnome	Minicial	Unome	<u>Cpf</u>	Datanasc	Endereco	Sexo	Salario	Cpf_supervisor	Dnr
-------	----------	-------	------------	----------	----------	------	---------	----------------	-----

DEPARTAMENTO

Dnome	<u>Dnumero</u>	Cpf_gerente	Data_inicio_gerente
-------	----------------	-------------	---------------------

LOCALIZACAO_DEP

<u>Dnumero</u>	<u>Dlocal</u>
----------------	---------------

PROJETO

Projnome	<u>Projnumero</u>	Projlocal	Dnum
----------	-------------------	-----------	------

TRABALHA_EM

<u>Fcpf</u>	<u>Pnr</u>	Horas
-------------	------------	-------

DEPENDENTE

<u>Fcpf</u>	<u>Nome_dependente</u>	Sexo	Datanasc	Parentesco
-------------	------------------------	------	----------	------------



Estado do Banco de Dados Relacional

- ✓ Conjunto de estados de relação $DB = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$
- ✓ Cada r_i é um estado de R_i , tal que os estados de relação r_i satisfazem as restrições de integridade especificadas em RI.
- ✓ Estado **Válido**: Satisfaz todas as restrições no conjunto de restrições de integridade RI.
- ✓ Estado **Inválido**: Não obedece à todas as restrições de integridade.



Estado do Banco de Dados Relacional

FUNCIONARIO

Prnome	Minicial	Unome	Cpf	Datanasc	Endereco	Sexo	Salario	Cpf_supervisor	Dnr
João	B	Silva	12345678966	09-01-1965	Rua das Flores, 751, São Paulo, SP	M	30.000	33344555587	5
Fernando	T	Wong	33344555587	06-12-1955	Rua da Lapa, 34, São Paulo, SP	M	40.000	88866555576	5
Alice	J	Zelaya	99988777767	19-01-1968	Rua Souza Lima, 35, Curitiba, PR	F	25.000	98765432168	4
Jennifer	S	Souza	98765432168	20-08-1941	Av. Arthur de Lima, 54, Santo André, SP	F	43.000	88866555576	4
Ronaldo	K	Lima	66688444476	15-09-1962	Rua Rebouças, 65, Piracicaba, SP	M	38.000	33344555587	5
Joice	A	Leite	45345345376	31-07-1972	Av. Lucas Obeo, 74, São Paulo, SP	F	25.000	33344555587	5
André	V	Pereira	98798798733	29-03-1969	Rua Timbira, 35, São Paulo, SP	M	25.000	98765432168	4
Jorge	E	Brito	88866555576	10-11-1937	Rua do Horto, 35, São Paulo, SP	M	55.000	NULL	1

DEPARTAMENTO

Dnome	Dnumero	Cpf_gerente	Data_inicio_gerente
Pesquisa	5	33344555587	22-05-1988
Administração	4	98765432168	01-01-1995
Matriz	1	88866555576	19-06-1981

LOCALIZACAO_DEP

Dnumero	Dlocal
1	São Paulo
4	Mauá
5	Santo André
5	Itu
5	São Paulo

TRABALHA_EM

Fcpf	Pnr	Horas
12345678966	1	32,5
12345678966	2	7,5
66688444476	3	40,0
45345345376	1	20,0
45345345376	2	20,0
33344555587	2	10,0
33344555587	3	10,0
33344555587	10	10,0
33344555587	20	10,0
99988777767	30	30,0
99988777767	10	10,0
98798798733	10	35,0
98798798733	30	5,0
98765432168	30	20,0
98765432168	20	15,0
88866555576	20	NULL

PROJETO

Projnome	Projnumero	Projlocal	Dnum
ProdutoX	1	Santo André	5
ProdutoY	2	Itu	5
ProdutoZ	3	São Paulo	5
Informatização	10	Mauá	4
Reorganização	20	São Paulo	1
Novosbenefícios	30	Mauá	4

DEPENDENTE

Fcpf	Nome_dependente	Sexo	Datanasc	Parentesco
33344555587	Alicia	F	05-04-1966	Filha
33344555587	Tiago	M	25-10-1983	Filho
33344555587	Janaina	F	03-06-1968	Esposa
98765432168	Antonio	M	28-02-1942	Marido
12345678966	Michael	M	04-01-1988	Filho
12345678966	Alicia	F	30-12-1988	Filha
12345678966	Elizabeth	F	05-05-1967	Esposa



Restrições de Integridade

- ✓ Restrição de Integridade de Entidade: Nenhum valor de chave primária pode ser **NULL**.
- ✓ Restrição de Integridade Referencial: Especificada entre duas relações. Mantém a consistência entre tuplas nas duas relações. Informalmente, a restrição de integridade referencial afirma que uma tupla em uma relação que referencia outra relação precisa se referir a uma tupla existente nessa relação.



Regra de Chave Estrangeira (Foreign Key)

- ✓ A chave estrangeira ocorre quando um atributo de uma relação (**FK**) for chave primária em outra relação (**PK**).
- ✓ Em outras palavras, sempre que houver o relacionamento 1:N entre duas tabelas, a tabela 1 receberá a chave primária e a tabela N receberá a chave estrangeira.
- ✓ Os atributos de **FK** e **PK** têm o mesmo domínio. Um valor de **FK** deve existir em **PK**, ou ser **NULL**.

DEPARTAMENTO

PK

<u>DEPT</u>	NOME_DEPT
10	COMPRAS
20	ENGENHARIA
40	VENDAS
55	FINANCEIRO

FUNCIONARIO

FK

<u>COD_FUNC</u>	NOME_FUNC	CPF	DEPT
3456	Paulo de Souza Alves	345.987.123-98	10
9872	José da Silva	987.243.098.01	10
1890	Pedro Rangel de Souza	112.872.340-81	
4680	Angela Silva Medeiros	567.982.045-27	40





Restrições Semânticas

- ✓ Correspondem à regras de negócio.
- ✓ Não são expressas nos esquemas do modelo de dados, e, portanto, são expressas e impostas por programas de aplicação.
- ✓ Exemplo: O máximo de horas que um funcionário pode trabalhar em um projeto por semana é 50 horas.
- ✓ Exemplo: O salário do funcionário não pode ser superior ao salário do gerente.





Operações de Mudança de Estado

- ✓ **Inserir, Excluir e Alterar** (ou Modificar)
- ✓ Se a operação de inserir violar alguma restrição, o DBMS deve rejeitar a inserção.
- ✓ A operação de excluir pode violar a integridade referencial, quando a tupla que está sendo excluída for referenciada por chaves estrangeiras.
- ✓ Pode-se ter a seguinte situação:
 - ✓ **Restrict**: rejeita a exclusão.
 - ✓ **Cascade**: propaga a exclusão, excluindo tuplas que referenciam a que está sendo excluída.
 - ✓ **Set Null** ou **Set Default**: modifica os valores de atributo que referenciam a causa da violação.



Transação



- ✓ Programa em execução.
- ✓ Inclui algumas operações de banco de dados.
- ✓ Garante que o banco de dados permanece em estado consistente após a execução da transação.
- ✓ As operações executadas por uma transação são atômicas, para garantir a consistência do banco de dados.

