

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**Faculdade do Gama**

**Sistemas de Banco de Dados 2**

**Tecnologias de Banco de Dados (TI-BD)**

**Bancos de dados dedutivos**

**João Robson Santos Martins – 15/0154003**

Brasília, DF

2019

## Definição

Um banco de dados dedutivos é um sistema capaz de realizar inferências a partir de fatos ou regras previamente armazenados, permitindo concluir fatos adicionais, que são, de maneira implícita, verdadeiros, mas não estão explicitamente representados na base de dados.

Esse tipo de sistema foi desenvolvido a fim de integrar os conceitos de programação lógica e bancos de dados relacionais, ambos bastante similares na representação dos dados a nível de linguagem declarativa. Essa integração levava em conta o caráter complementar dessas tecnologias, que juntas, uniriam o suporte a um formalismo e um poder expressivo grande, provido pelas linguagens de programação lógica, e características de bancos relacionais, como independência dos dados, acesso à memória secundária, como HD's, concorrência, recuperação de dados, segurança e integridade. (MENGCHI, Liu, 1999)

Nesse contexto, o Prolog, a linguagem de programação lógica mais conhecida e utilizada, apresenta-se como uma opção bastante útil e difundida no caso de bancos de dados dedutivos. Nele, a lógica é expressa em termos de predicados, fatos, regras e objetivos (MOREIRA, G., CHENNAF, K., 2017).

Predicados definem relações entre zero ou mais argumentos. Fazendo uma analogia com bancos relacionais, eles seriam equivalentes ao nome de uma tabela e relacionaria suas respectivas colunas. Com os predicados, no exemplo abaixo "person", podemos definir, fatos, como mostrado abaixo:

*person(einstein, 42).*

Esse fato seria como uma tupla de um tabela *person* de um banco relacional. Outra definição que pode ser feita é a de uma regra. Ela é constituída de duas partes, a cabeça (*head*) e o corpo (*body*). A cabeça corresponde a uma view

tradicional de uma base relacional e o corpo é composto de objetivos, que especificam os critérios da regra. Pode-se definir, então, a seguinte regra:

*wonNobelAtThisAgeOrLess(Name, Age) :- person(Name, Y), Y <= Age.*

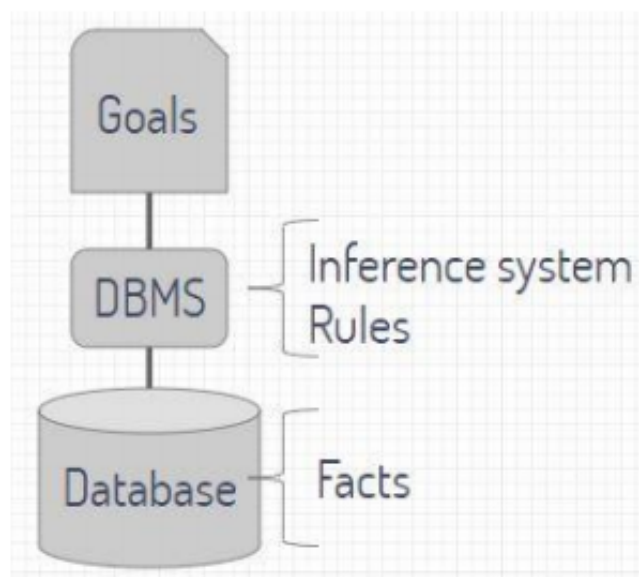
Nesse caso, os objetivos para se ter ganho um Nobel até uma certa idade é ser uma pessoa e ter uma idade inferior a um ano definido.

Podemos consultar essa regra, passando como parâmetro a pessoa definida anteriormente:

*wonNobelAtThisAgeOrLess(einstein, 45).*

E receberíamos como resultado *true*.

Por meio desses conceitos, que podem ser agrupados para formar regras extremamente complexas e utilizados em um contexto onde há uma grande quantidade de dados disponíveis, a arquitetura do banco pode ser definida, como mostrada abaixo:



*Figura 1: Arquitetura de uma base dedutiva*

Como mostra a figura, os dados armazenados em si seriam fatos. As regras e o sistema de inferência se localizam no sistema gerenciador. Por meio das regras, objetivos poderiam ser executados, trazendo informações derivadas dos dados armazenados.

## **Objetivos principais**

O principal objetivo de bases de dados dedutivas, além, é claro, de armazenar e permitir consultas sobre os dados, é a possibilidade de retirar conclusões ou inferir outros fatos a partir dos dados já armazenados. Nesse sentido, o problema que os bancos de dados dedutivos buscam solucionar envolvem um mecanismo que permita aplicar conceitos lógicos nos dados, explicitando informações que não estavam salvas em si na base.

Por meio de um sistema que armazena regras e tem a capacidade de raciocinar aplicando essas regras sobre os dados pré-existentes, entender e interpretar grandes quantidades de informação, que é um problema não tratado por base de dados tradicionais, se torna um ponto factível. Assim, questões como planejamentos de eventos futuros, como as grades horária a se seguir em um curso universitário ou o o trajeto de uma viagem, têm como ser analisados por meio de conclusões que a base dedutiva pode tirar. Ela pode, por exemplo, reconhecer como se dá a sequência de pré-requisitos das disciplinas cadastradas ou o trajeto de viagem viável tendo em vista o preço que o viajante está disposto a pagar, respectivamente.

## **Tecnologias que utilizam bancos de dados dedutivos**

- Datascript (Base de dados imutável e engine de query baseada em Datalog, uma linguagem de consulta para bancos dedutivos baseada em Prolog, para Clojure, ClojureScript e JavaScript);
- Crux (Base de dados de documentos com consultas bitemporais, ou seja, a capacidade de popular o banco com informações do passado e do futuro independentemente da ordem na qual a informação chega e corrigir e consultar registros do passado sem complexidades no design ou impacto na performance. Crux provê uma interface de consulta baseada em Datalog, que pode ser usada para expressar uma número abrangente de operações similares ao join do SQL assim como travessias recursivas de grafos);
- Cascalog (Linguagem de consulta baseada em Clojure e inspirada pelo Datalog).

## Uso em empresas

Tomando como base as tecnologias citadas anteriormente, pode-se destacar, por exemplo, a base de dados em memória Datascript, que em seu repositório (<https://github.com/tonsky/datascript>) lista vários projetos e empresas que utilizam a ferramenta, como a LigthMesh, uma companhia de gerência de datacenters, ou o PartsBox, um software para gerenciar um inventário de peças eletrônicas.

A linguagem de consulta Cascalog também possui diversos casos de uso exemplificando o sucesso dela como ferramenta de consulta. Na Harvard School of Public Health, por exemplo, “Cascalog é usado para consultar grandes datasets gerados por sequenciamento de Nova Geração (NGS, na sigla em inglês). Como um grupo pequeno que trabalha em vários projetos simultaneamente, eficiência é um ponto crucial, pois eles qualquer código em desenvolvimento pode potencialmente se tornar parte das pipelines de processamento. Nesse contexto, Cascalog também torna a codificação do Hadoop (plataforma para computação distribuída) muito mais fácil, permitindo o grupo focar em consultas e interpretação dos dados si, contribuindo também para a inteligibilidade do código.” (Who’s using Cascalog, 2013)

## **Vantagens dos bancos de dados dedutivos**

- A habilidade de definir e executar expressões recursivas mais facilmente, já que esse tipo de estrutura é inerente às linguagens de programação lógica. Esse fator permite incrementar o poder expressivo em relação aos bancos de dados relacionais tradicionais;
- Sintaxe e estrutura mais intuitiva, facilitando a manutenção do código, se comparado com SQL;
- A capacidade inerente de retirar conclusões por meio de inferência de grandes quantidades de dados, sem a necessidade de um sistema auxiliar ou um modelo estatístico externo, o que geralmente é feito em bancos de dados relacionais.

## **Desvantagens dos bancos de dados dedutivos**

- Tecnologia pouco difundida, muito restrita ainda ao universo teórico ou usada em contextos bastante específicos, diferente de bancos relacionais, que ainda que não sejam a opção mais adequada em todos os casos de uso, tem uma capacidade adaptativa maior, por se tratar de uma solução de caráter mais amplo;
- Membros integrantes da comunidade são em número muito inferior se comparado com os bancos SQL tradicionais, dificultando a difusão e o suporte aos bancos dedutivos;
- Documentação escassa, tanto pelos dois pontos citados acima quanto pela quantidade inferior de sistemas de bancos de dados que utilizam do conceito de bancos dedutivos ou linguagens lógicas, como ocorre com SQL, que é utilizado em dezenas de plataformas diferentes;
- Capacidade expressiva e conjunto de funcionalidades mais rígido em relação às linguagens lógicas em si. Em Prolog, por exemplo, pode-se interferir na ordem de avaliação procedural do programa com predicados especiais como o “cut”, o que não é permitido em bancos dedutivos.

## Referências Bibliográficas

GENESERETH, Michael. A Brief Introduction to Deductive Databases. Disponível em <<http://ggp.stanford.edu/notes/ddb.html>>. Acesso em 08/09/2019.

MENGCHI, Liu. Deductive Database Languages: Problems and Solutions. Disponível em <<http://people.scs.carleton.ca/~mengchi/papers/ddb-CS99.pdf>>. Acesso em 08/09/2019.

MOREIRA, G.; CHENNAF, K. Deductive Databases and XSB. INFO-H-415: Advanced Databases, Université Libre de Bruxelles, 2018. Disponível em: <[http://cs.ulb.ac.be/public/\\_media/teaching/infoh415/student\\_projects/2019/xsb.pdf](http://cs.ulb.ac.be/public/_media/teaching/infoh415/student_projects/2019/xsb.pdf)>. Acesso em 08/09/2019.

RAMAKRISHNAN, R.; GEHRKE, J. Database Management Systems: 2. ed., 2000.

Datascript. Disponível em <<https://github.com/tonsky/datascript>>. Acesso em 09/09/2019.

Crux. Disponível em <<https://github.com/juxt/crux>>. Acesso em 09/09/2019.

What is Crux? Disponível em <<https://juxt.pro/crux/docs/index.html>>. Acesso em 09/09/2019.

RAMAMOCHANARAO, K; HARLAND, J. An Introduction to Deductive Database Languages and Systems. VLDB Journal. 1994. Disponível em <<http://www.vldb.org/journal/VLDBJ3/P107.pdf>>. Acesso em 09/09/2019.