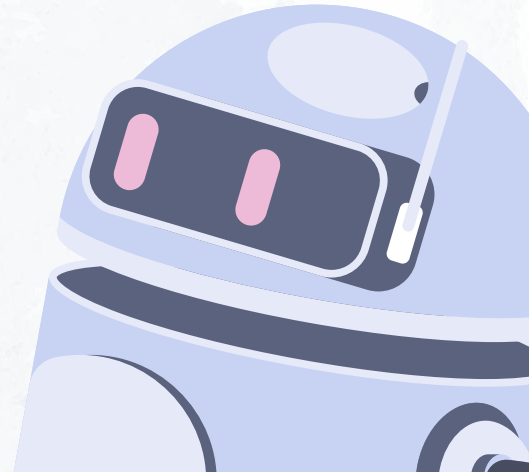


Introdução à Inteligência Artificial

João Paulo Aires

(IA)

Estes slides têm como base as aulas do
prof. Rodrigo Barros na cadeira
“Aprendizado de Máquina” (PUCRS)



Índice

01 → Recap!

02 → Introdução ao Aprendizado de Máquina

03 → Projetando um Sistema de Aprendizado

04 → Informações Úteis

01 →

Recap!

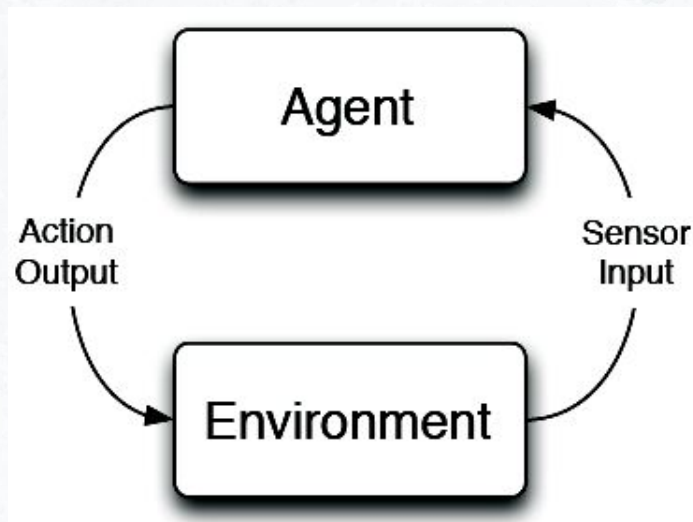
Recap

Tipos de Problemas

- **Determinístico, Totalmente Observável** → Problema de Estado-único
 - O agente sabe exatamente em que estado estará; solução é uma sequência.
- **Não observável** → Problema de Conformidade
 - O agente pode não ter ideia de onde está; solução (se houver) é uma sequência
- **Não Determinístico e/ou Parcialmente Observável** → Problema Contingente
 - percepções fornecem **novas** informações sobre o estado atual a solução é um **plano contingente** ou uma **política** frequentemente intercalada, busca, execução
- **Espaço de estados desconhecido** → Problema de exploração (“online”)

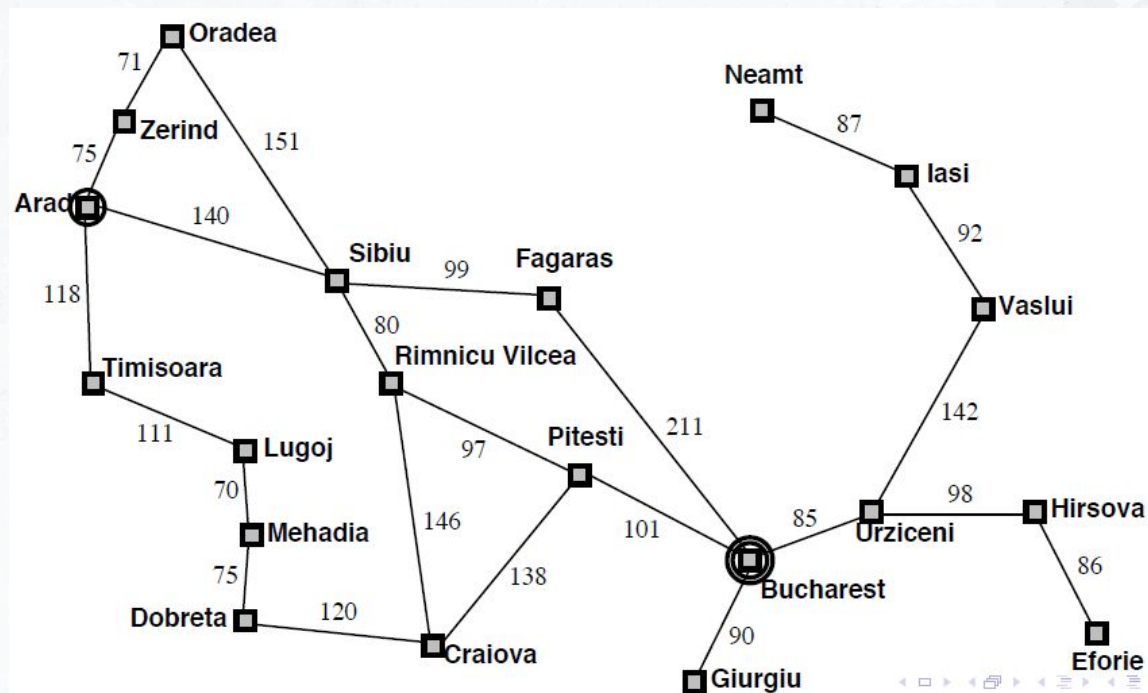
Recap

Agentes



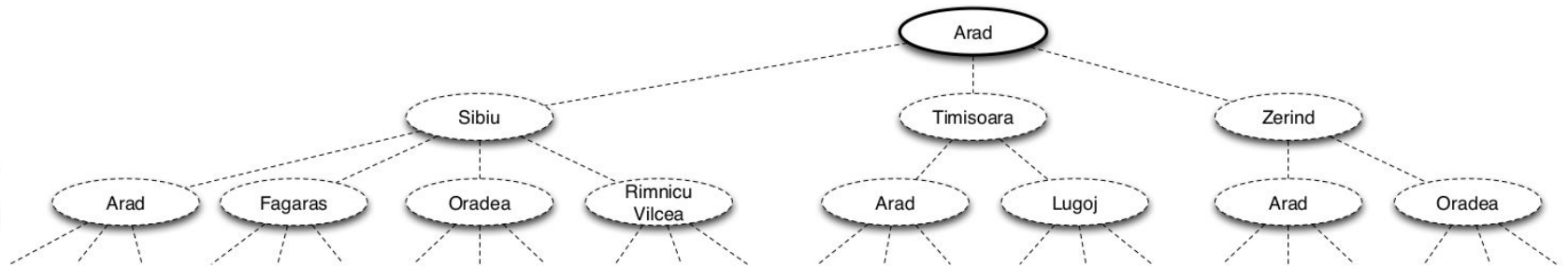
Recap

Formulação de um Problema



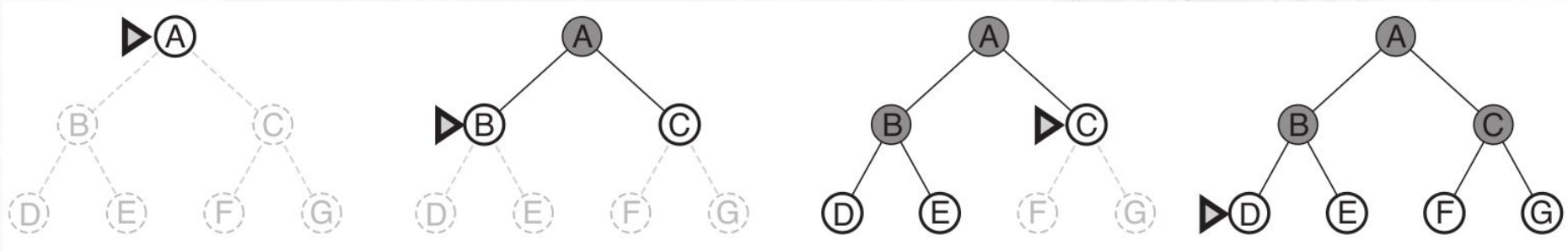
Recap

Busca em Árvore



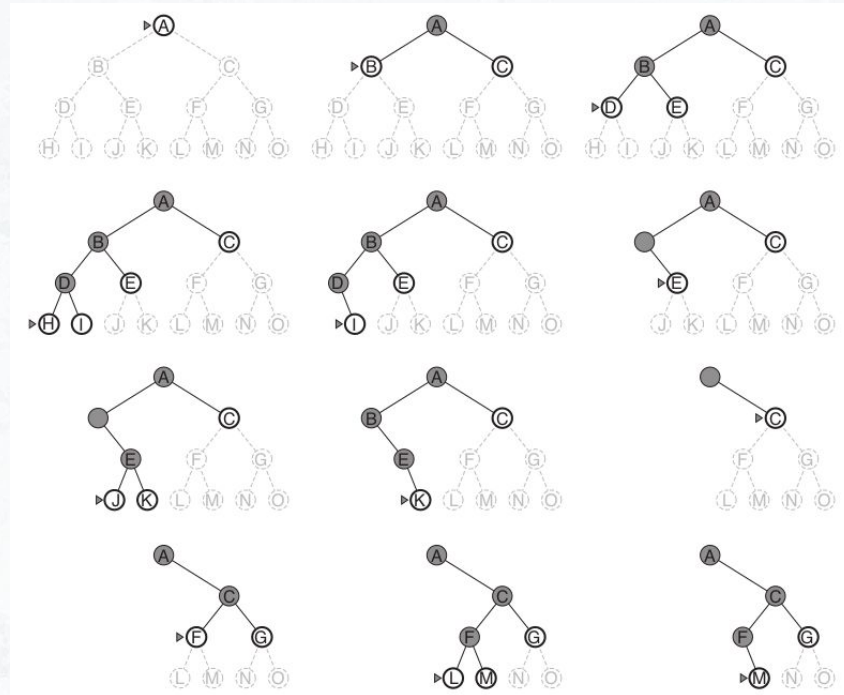
Recap

[Desinformada] Busca Breadth-First



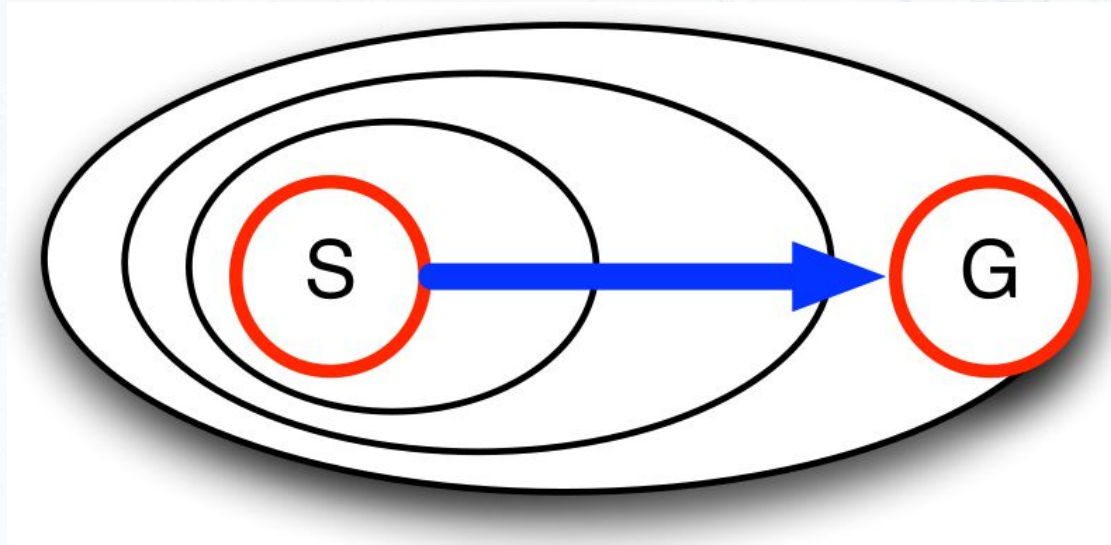
Recap

[Desinformada] Busca Depth-First



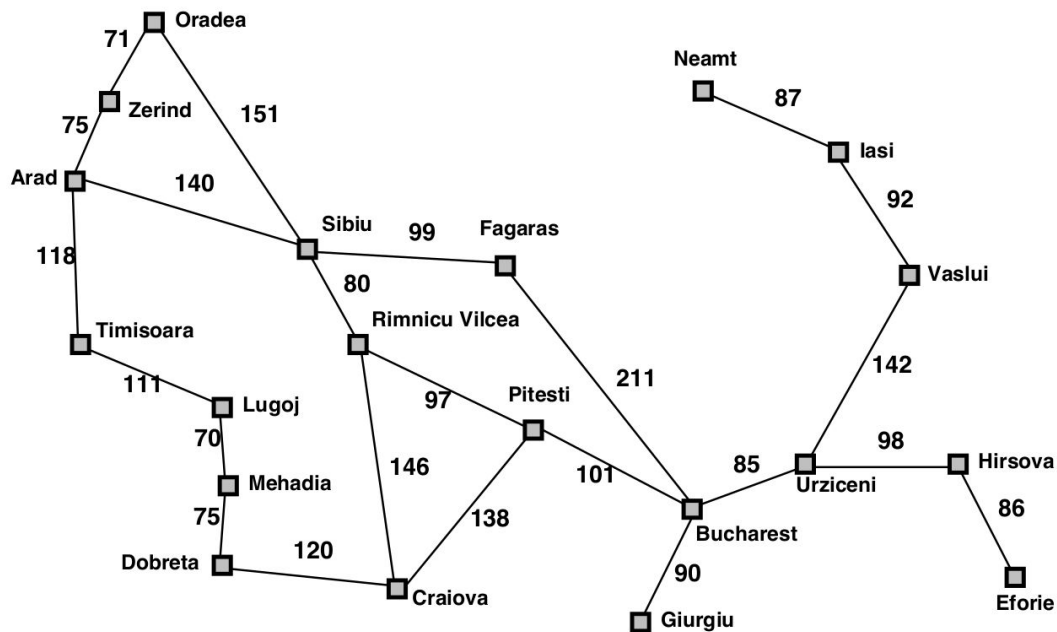
Recap

[Informada] Busca Greedy



Recap

[Informada] Busca A*

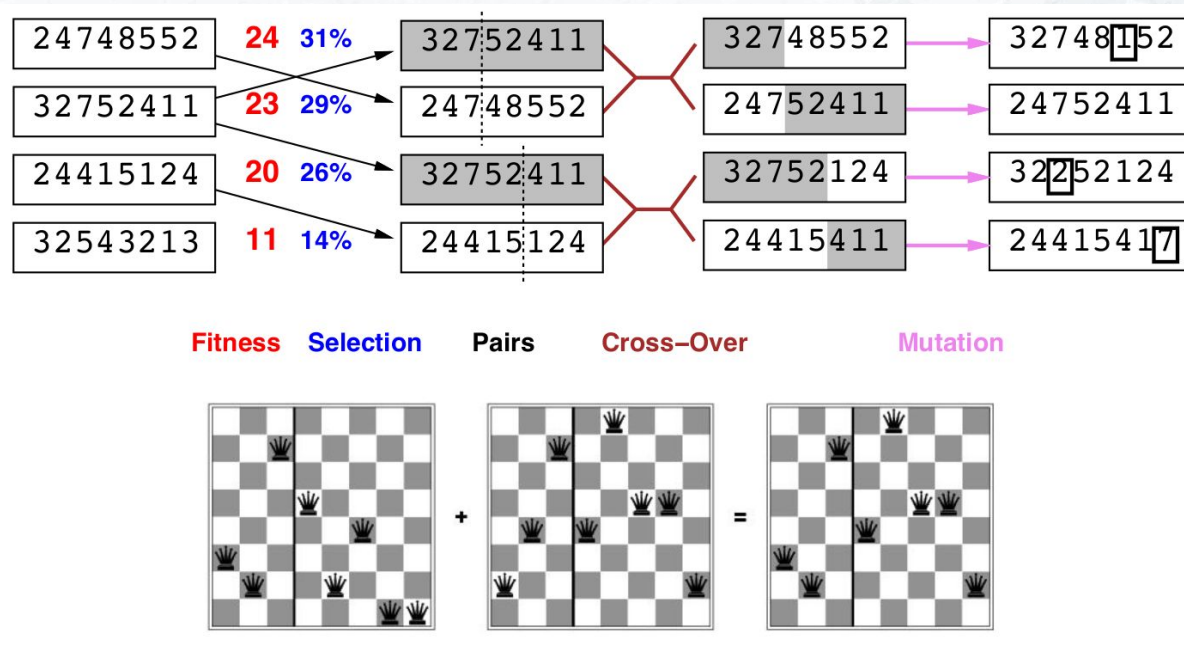


Straight-line distance
to Bucharest

Arad	366
Bucharest	0
Craiova	160
Dobreta	242
Eforie	161
Fagaras	178
Giurgiu	77
Hirsova	151
Iasi	226
Lugoj	244
Mehadia	241
Neamt	234
Oradea	380
Pitesti	98
Rimnicu Vilcea	193
Sibiu	253
Timisoara	329
Urziceni	80
Vaslui	199
Zerind	374

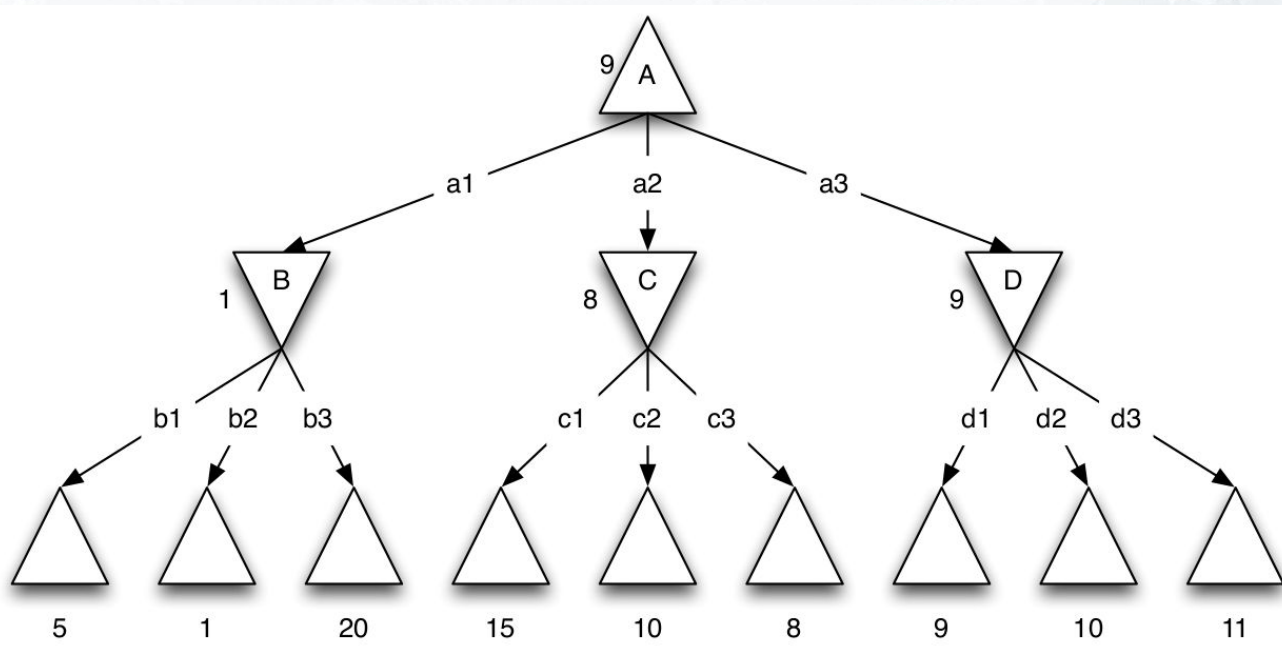
Recap

Algoritmos Genéticos



Recap

Busca Adversária



02 →

Introdução ao Aprendizado de Máquina

Bibliografia

- FACELI, K., LORENA, A.C., GAMA, J., CARVALHO, A.C.P.L.F.

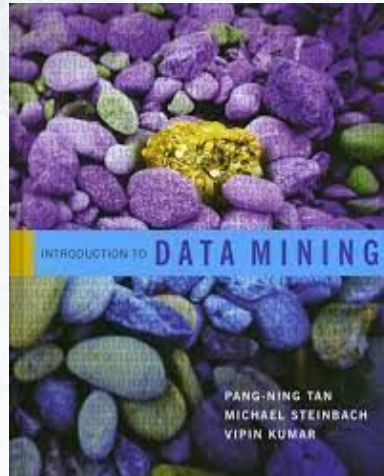
Inteligência Artificial: Uma Abordagem em Aprendizado de Máquina. Rio de Janeiro: LTC, 2011.



Bibliografia

- TAN, P. N., STEINBACH, M., KUMAR, V.

Introduction to Data Mining. Addison-Wesley, 2005.



Bibliografia

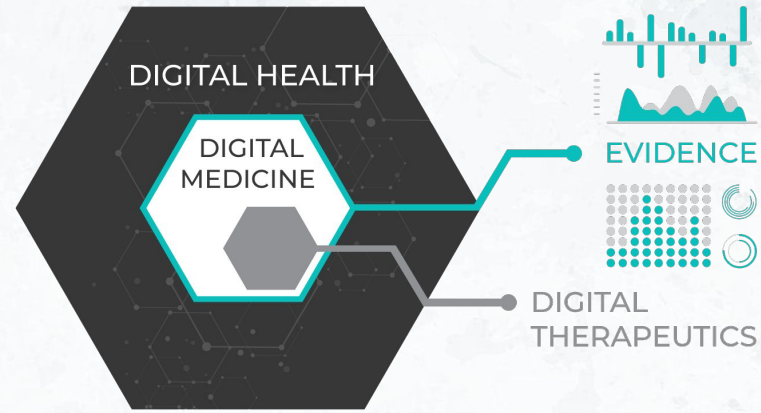
- MITCHELL, T.

Machine Learning. McGraw-Hill, 1997.



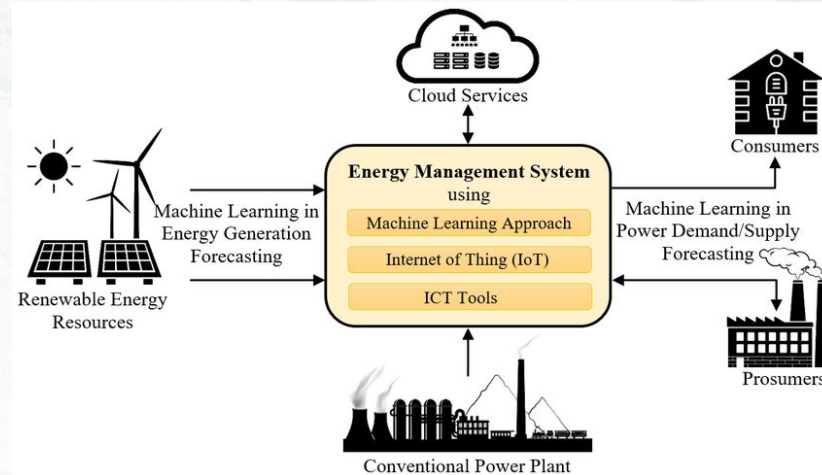
Motivação

Definir tratamentos mais eficazes para determinadas doenças/perfis de pacientes.



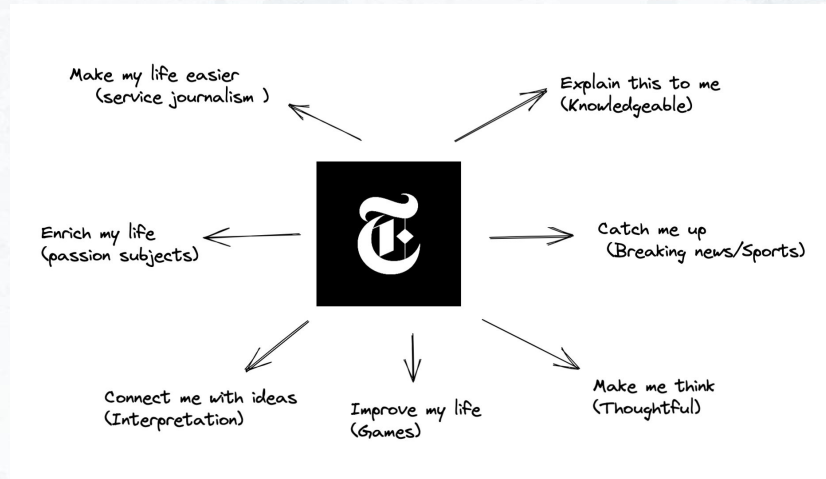
Motivação

Otimizar o consumo de energia elétrica visando redução de gastos e/ou aumento de conforto.



Motivação

Otimizar as notícias apresentadas em um jornal eletrônico de acordo com o perfil do usuário



Motivação

Dirigir veículos sem qualquer necessidade de supervisão humana



Motivação

“Na medida que os computadores se tornam mais sofisticados, parece inevitável que o Aprendizado de Máquina exerça um papel central em Ciência da Computação e tecnologia de computadores”

Tom Mitchell

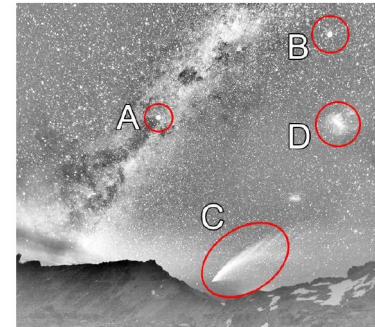
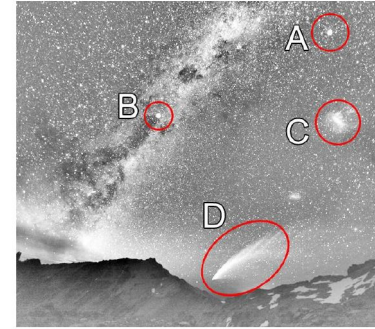
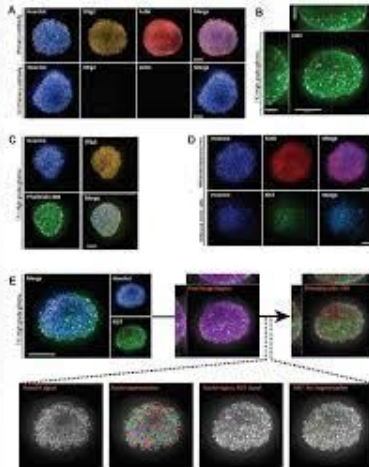
Aplicações de AM

Identificar genes associados a determinadas doenças



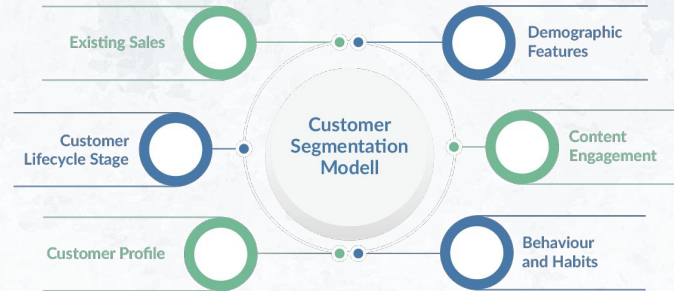
Aplicações de AM

Discriminar tecidos (saudáveis/doentes);
objetos celestiais



Aplicações de AM

Identificar nichos de mercado



Aplicações de AM

Detectar uso fraudulento de cartões de crédito



Aplicações de AM

Reconhecimento facial, de voz e assinaturas



(a)



(b)

Exemplo: ALVINN

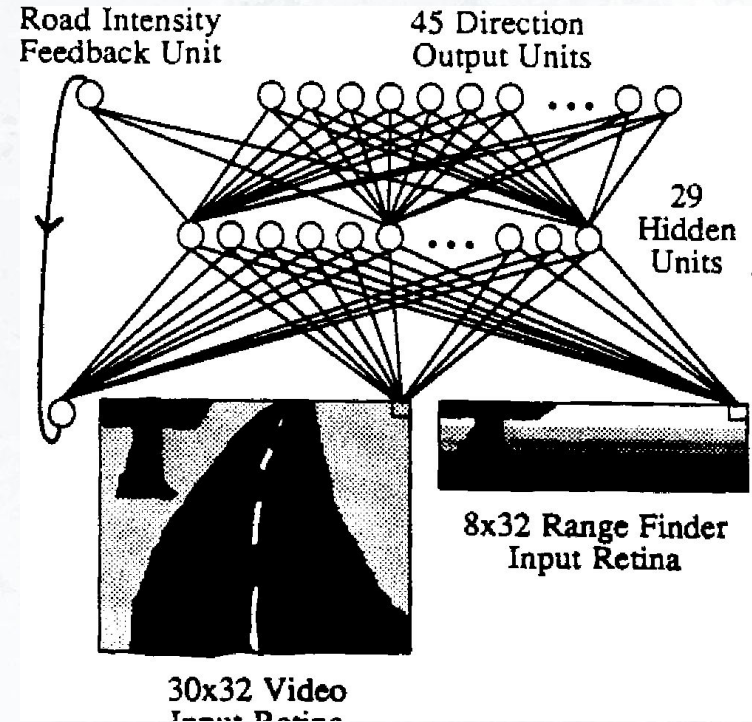


ALVINN

- **Sistema automático de navegação para automóveis**
 - Baseado em imagens de uma câmara *onboard*
 - Dirigiu a 110km/h em rodovia pública americana
 - De costa a costa em 1989 por 2850 milhas

ALVINN

- Utiliza uma Rede Neural
 - 960 entradas
 - Matriz 30x32 derivada dos píxeis da imagem
 - 29 neurônios intermediários
 - 45 neurônios de saída
 - Cada um representando um comando de direção



Tesla Self-Driving Car



Captura do Estilo de Pintores Famosos

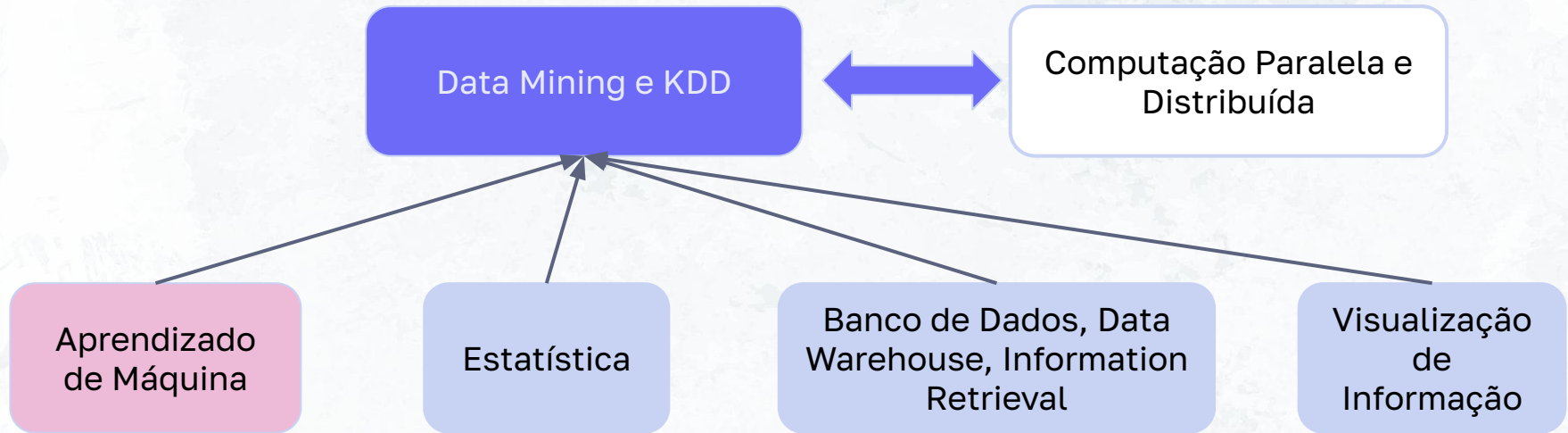


Aplicações de AM

- Uma das áreas de aplicação mais importantes de AM têm sido descoberta de conhecimento em bases de dados (KDD)
 - Mineração de Dados (Data Mining - DM)
 - Exemplos:
 - Registros de compras em grandes supermercados
 - Registros de empréstimos financeiros
 - Registros de transações financeiras
 - Registros médicos
 - Projeto genoma
 - ...

AM, DM, KDD

- Os termos Aprendizado de Máquina e Data Mining são muitas vezes utilizados de maneira indiscriminada, porém, se referem a conceitos diferentes:



- DM é geralmente feita utilizando AM (mas nem sempre!)

Por que estudar AM?

- **Esse é o momento!**

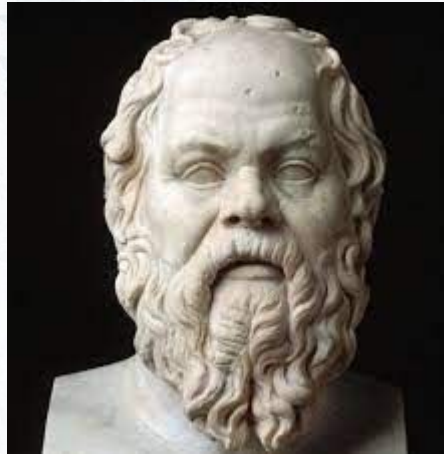
- Vários algoritmos efetivos e eficientes estão disponíveis;
- Grande quantidade de dados disponíveis online;
- Elevada capacidade de recursos computacionais disponíveis;
- *Data scientist is the sexiest job of the 21th Century!*
(<https://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century>)

Definições

- **Definições relacionadas a aprendizado e AM**
 - Uma máquina de aprendizado, definida de maneira ampla, é qualquer dispositivo cujas ações são influenciadas por **experiências anteriores**. (Nilsson, 1965)
 - Qualquer mudança em um sistema que o permite ter um melhor desempenho na segunda vez em que ele **repete uma mesma tarefa** (Simon, 1983)
 - Modificação de uma tendência comportamental por meio de **experiência** (Webster, 1984)
 - Uma melhoria na capacidade de processar informação a partir da **atividade** de processar informação (Tanimoto, 1990)

Definição de Aprendizado

- **Sócrates:** Aprender é **Recordar** (Diálogos de Platão)



Aprendizado de Máquina

- Definição clássica (Mitchell, 1997)
 - “Um programa de computador é dito **aprender** a partir de uma experiência ***E*** com respeito a alguma classe de tarefas ***T*** e medida de desempenho ***P***, se seu desempenho em tarefas ***T***, medido por ***P***, melhora com a experiência ***E***.”

Aprendizado de Máquina

- Exemplo 1:
 - Tarefa **T**: jogar xadrez
 - Medida de desempenho **P**: percentagem de jogos vencidos contra adversários
 - Experiência de treinamento **E**: praticar jogando contra si próprio ou contra adversários humanos (ex., pela internet)

Aprendizado de Máquina

- Exemplo 2: Filtrar SPAMs
 - Tarefa ***T***:
 - Medida de desempenho ***P***:
 - Experiência de treinamento ***E***:



Aprendizado de Máquina

- Exemplo 2: Filtrar SPAMs
 - Tarefa **T**: categorizar mensagens de e-mail como *spam* ou legítima
 - Medida de desempenho **P**:
 - Experiência de treinamento **E**:



Aprendizado de Máquina



- Exemplo 2: Filtrar SPAMs
 - Tarefa **T**: categorizar mensagens de e-mail como *spam* ou legítima
 - Medida de desempenho **P**: percentagem de mensagens corretamente classificadas
 - Experiência de treinamento **E**:

Aprendizado de Máquina



- Exemplo 2: Filtrar SPAMs
 - Tarefa **T**: categorizar mensagens de e-mail como *spam* ou legítima
 - Medida de desempenho **P**: percentagem de mensagens corretamente classificadas
 - Experiência de treinamento **E**: conjunto de e-mails manualmente rotulados por seres humanos

Aprendizado de Máquina

- Exercício 1: Problema de reconhecimento de escrita manual
 - Tarefa ***T***:
 - Medida de desempenho ***P***:
 - Experiência de treinamento ***E***:

Aprendizado de Máquina

- Exercício 2: Problema do Veículo Autônomo
 - Tarefa ***T***:
 - Medida de desempenho ***P***:
 - Experiência de treinamento ***E***:

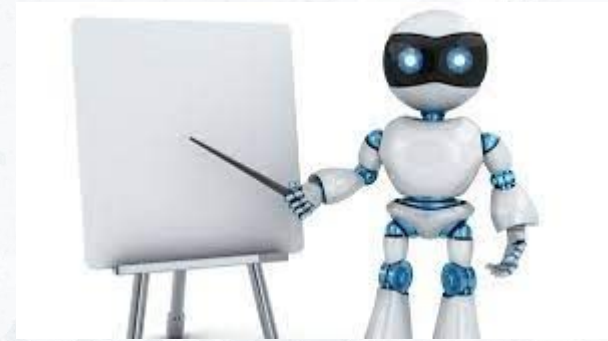
Aprendizado de Máquina

- Exercício 3: Diagnóstico Médico
 - Tarefa ***T***:
 - Medida de desempenho ***P***:
 - Experiência de treinamento ***E***:

Paradigmas de AM

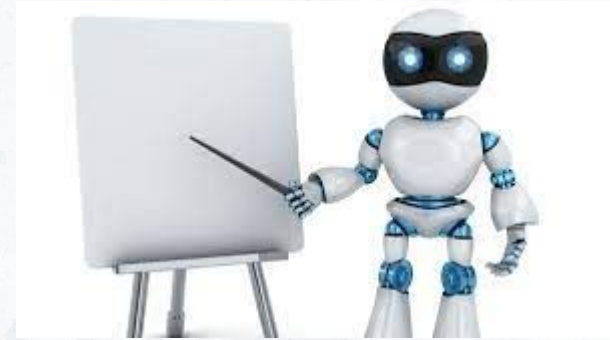
- O treinamento de um sistema de aprendizado pode ser:
 - Supervisionado
 - Semi-Supervisionado
 - Self-Supervisionado
 - Não Supervisionado
 - Por Reforço

Aprendizado Supervisionado



- Guiado por “professor” externo
 - Professor possui conhecimento sobre a tarefa
 - Representado por conjuntos de pares (\mathbf{x}, y)
 - Algoritmo de AM gera modelo de busca **reproduzir comportamento do professor**
 - Parâmetros do modelo são ajustados por apresentações sucessivas dos pares (\mathbf{x}, y) : **fase de treinamento**
 - Após o treinamento, o desempenho do sistema deve ser testado com dados não vistos: **fase de teste**

Aprendizado Supervisionado

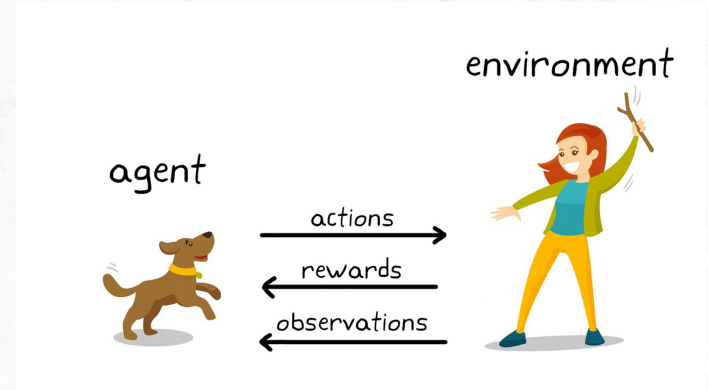


- Exemplos de tarefas supervisionadas
 - Classificação de padrões
 - Categorizar objetos
 - Regressão
 - Previsão de valores contínuos



Aprendizado por Reforço

- Guiado por um “crítico” externo
 - Processo de tentativa e erro
 - Procura maximizar sinal de reforço
- Se ação tomada por sistema é seguida por estado satisfatório, o sistema é fortalecido. Caso contrário, o sistema é enfraquecido (Lei de Thorndike)
- Tipos de reforço
 - Positivo = recompensa
 - Negativo = punição
 - Nulo

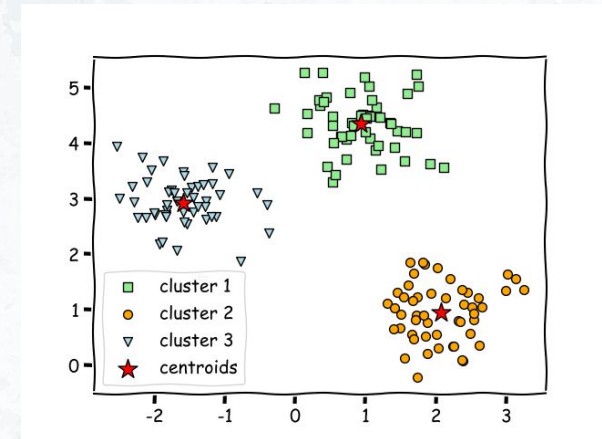


Supervisionado x Reforço

Treinamento Supervisionado	Treinamento por Reforço
Professor	Crítico
Sistema de Feedback	Sistema de Feedback
É dito o que fazer	Faz e vê o que acontece
Mais rápido	Mais lento

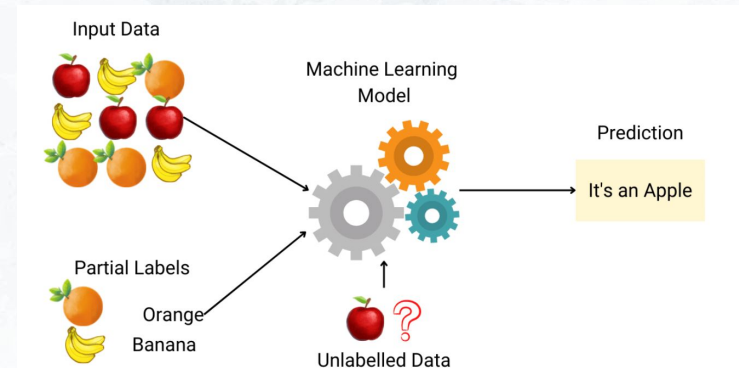
Aprendizado Não Supervisionado

- Não tem “crítico” ou “professor” externo
- Exemplos:
 - *Clustering*: descobre categorias automaticamente
 - Associação: descobre relacionamentos entre variáveis;
 - Quantização: sumariza dados em grãos automaticamente;
 - Redução de dimensionalidade.



Aprendizado Semi-Supervisionado

- Professor externo apenas para parte dos exemplos de treinamento.
- Exemplo:
 - *Web mining*: Usuários podem rotular páginas como pertencentes a determinadas categorias, mas apenas uma parcela ínfima de webpages teria essa informação associada.



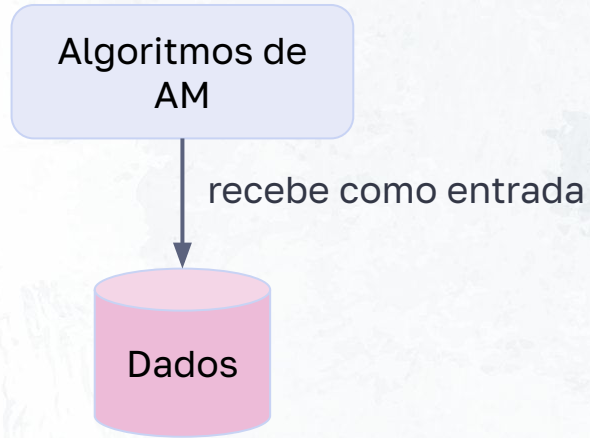
03 →

Projetando um Sistema de Aprendizado

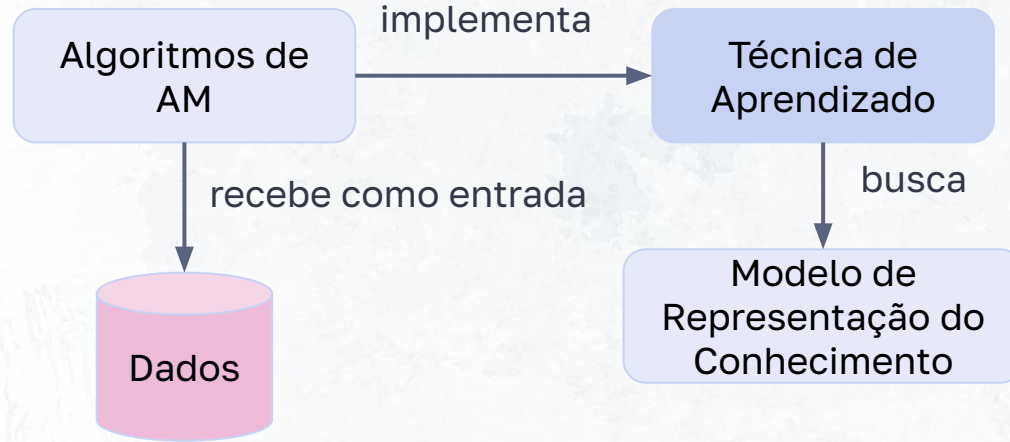
Projetando um Sistema de Aprendizado

Algoritmos de
AM

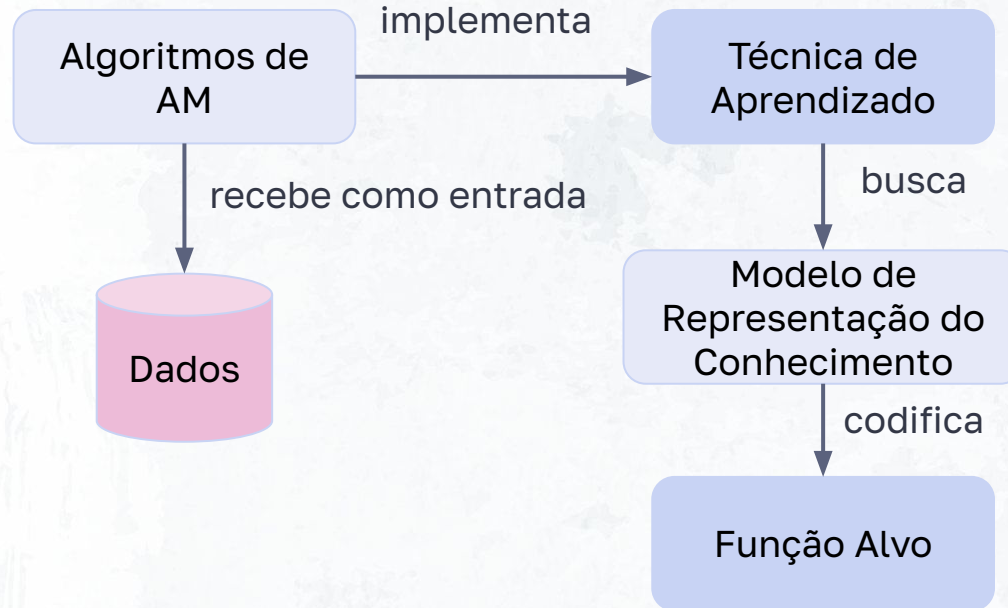
Projetando um Sistema de Aprendizado



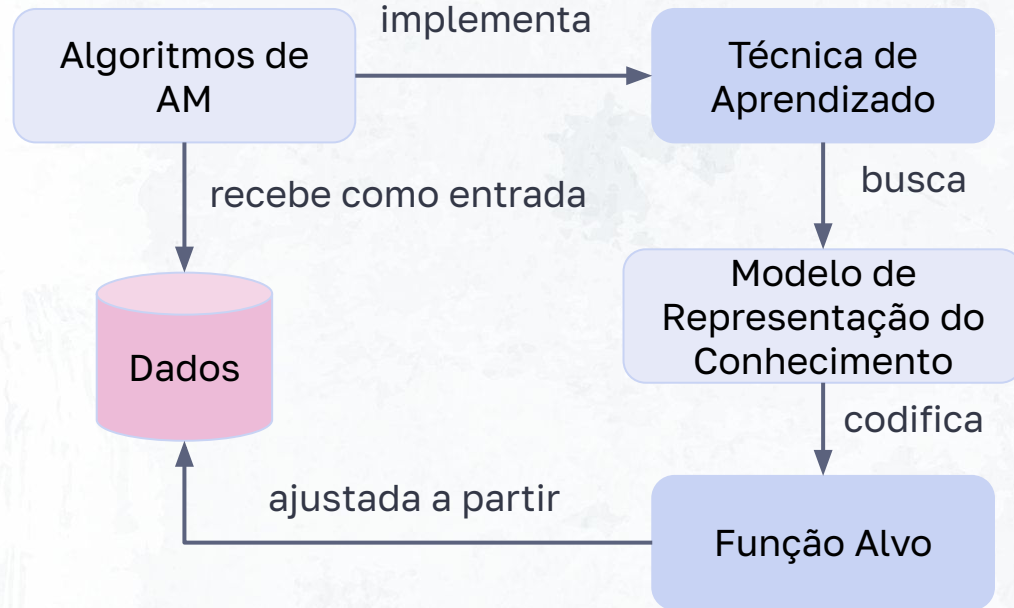
Projetando um Sistema de Aprendizado



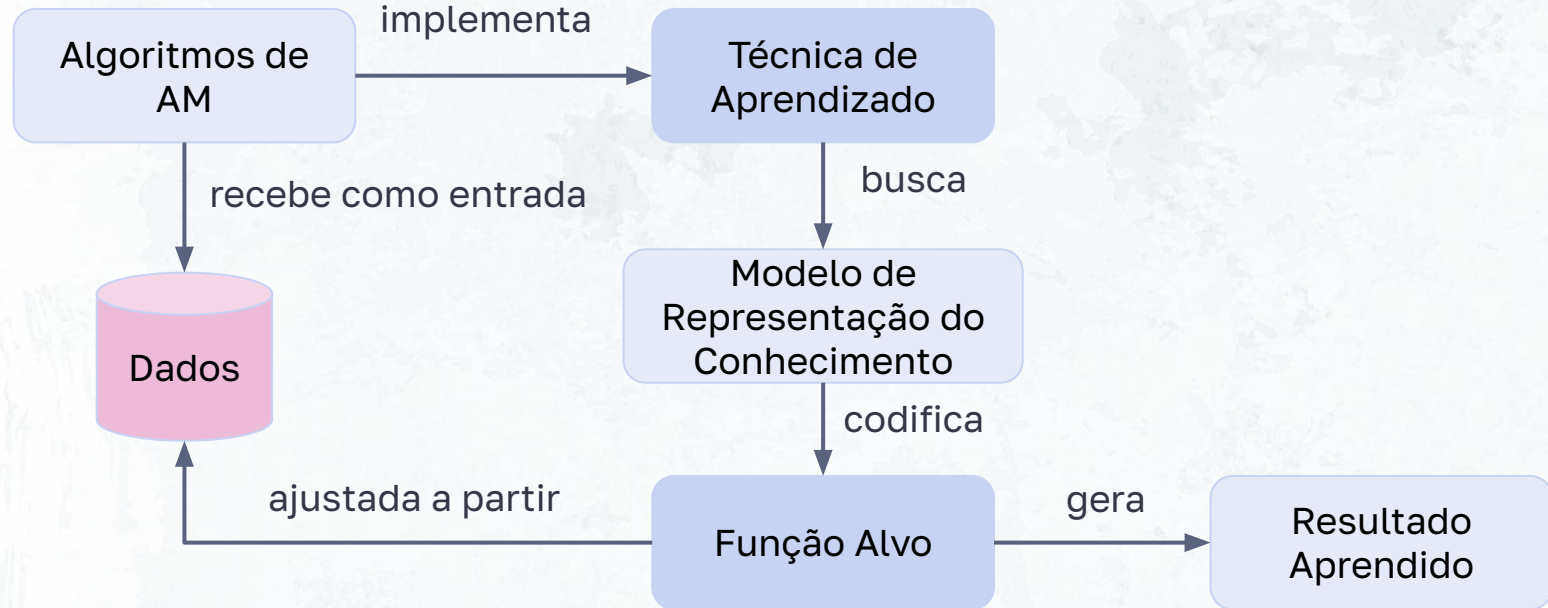
Projetando um Sistema de Aprendizado



Projetando um Sistema de Aprendizado



Projetando um Sistema de Aprendizado



Função Alvo

- Exemplo:
 - Aprender a diagnosticar paciente de diabetes
 - Função = mapeamento das características dos pacientes para os valores (classes) “diabético” e “não diabético”;
 - Como aprender a função?
 - Ajustá-la aos dados disponíveis
 - Como determinar o desempenho da função aprendida?
 - Verificar quantos pacientes ela diagnostica corretamente.

Modelo de Representação do Conhecimento

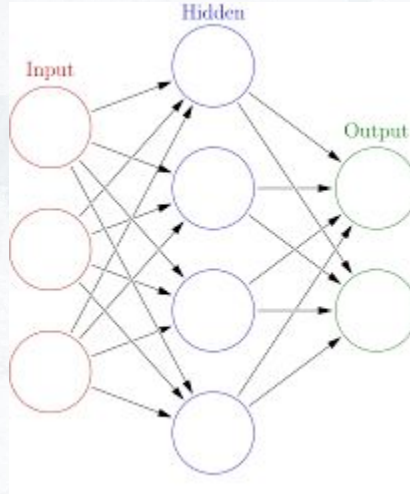
- Modelos Matemáticos:
 - Regressão linear / logística
 - Redes Neurais
 - Máquinas de Vetores de Suporte
- Modelos Simbólicos
 - Árvores de Decisão
 - Regras em lógica proposicional ou de 1a ordem
 - Redes Semânticas

Modelo de Representação do Conhecimento

- Modelos “*Lazy*”:
 - k -NN
 - Raciocínio Baseado em Casos (CBR),
 - ...
- Modelos Probabilísticos
 - Naïve Bayes
 - Redes Bayesianas
 - Misturas de Gaussianas
 - Modelos Ocultos de Markov (HMMs),
 - ...

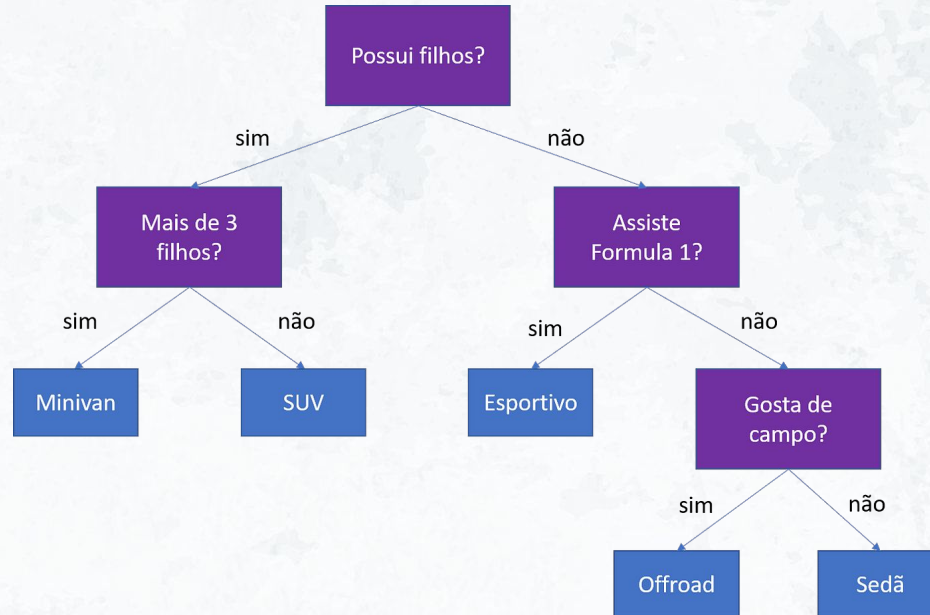
Exemplos de Modelos

Rede Neural



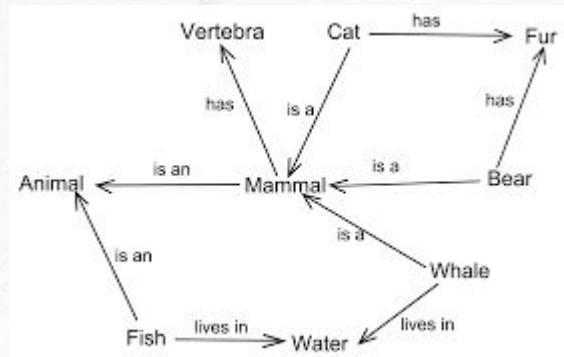
Exemplos de Modelos

Árvores de Decisão



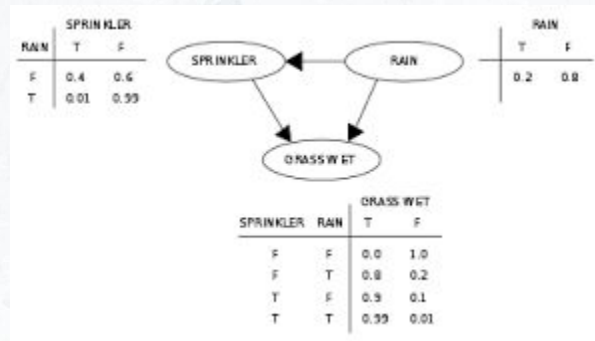
Exemplos de Modelos

Rede Semântica



Exemplos de Modelos

Rede Bayesiana



Técnicas de Aprendizado

- Dado um tipo de modelo, uma função alvo e um conjunto de objetos de treinamento, é preciso algum mecanismo para obter um modelo específico que represente bem a função alvo.
 - Esse mecanismo consiste fundamentalmente de uma **técnica de busca**;
 - Busca-se, no espaço de modelos plausíveis de um determinado tipo, aquele que melhor represente a função



Técnicas de Aprendizado

- Algoritmos Baseados em Otimização via Gradiente Descendente
 - Regressão linear/logística, redes neurais, ...
- Algoritmos Baseados em Programação Dinâmica
 - HMMs, ...
- Algoritmos Baseados em Divisão e Conquista;
 - Indução de árvores e regras de decisão
- Algoritmos baseados em Probabilidades
 - Naïve Bayes, Redes Bayesianas, ...



Modelos, Técnicas e Bias Indutivo

- Cada tipo de modelo é mais apropriado para determinada classe de problemas (no free-lunch)
 - É parte **importante** do estudo de AM aprender a identificar os cenários mais apropriados para cada modelo e técnica de aprendizado
- O modelo e a técnica estabelecem algo **fundamental** em Aprendizado de Máquina:
 - **Bias Indutivo**

Bias Indutivo

- Informalmente, o bias indutivo de um sistema de AM é uma **tendência a privilegiar** um dado conjunto de hipóteses em detrimento a outras
 - Assuma que “hipótese” nesse caso se refere a uma realização (ou instanciação) particular de um modelo para aproximar uma determinada função alvo.

Informações Úteis

- Repositório de Dados na Web
 - UCI data repository
 - <https://archive.ics.uci.edu/>
 - Kaggle
 - <https://www.kaggle.com/>
- MOOCs
 - Machine Learning (Coursera - Andrew Ng)
 - <https://www.coursera.org/learn/machine-learning>
 - Introduction to Machine Learning (Udacity)
 - <https://www.udacity.com/course/intro-to-machine-learning--ud120>

