



# UNIDADE I: INTRODUÇÃO À APRENDIZAGEM AUTOMÁTICA

- Sumário:

- Introdução
- Conceito de aprendizagem
- Exemplos de aplicações da Aprendizagem Automática
- Perspectivas da Aprendizagem Automática
- Desenho de um sistema de aprendizagem



## Objectivos

- Adquirir a noção de aprendizagem automática
- Explicar alguns exemplos de aplicações da Aprendizagem Automática
- Adquirir uma noção acerca das diferentes questões relacionadas ao desenho de um sistema de aprendizagem
- Adquirir uma noção acerca das tarefas básicas de aprendizagem e dos diferentes tipos de problemas de aprendizagem

# Contextualização

A transferência da capacidade de aprendizagem para os computadores é uma meta há muito tempo almejada



"imaginem a computadores aprendendo através dos registos médicos que tratamentos são mais efectivos para novas doenças, casas aprendendo com a experiência a otimizar os custos de energia com base nos padrões de utilização particular dos seus ocupantes ou *software* de assistência pessoal aprendendo a evolução dos interesses dos seus utilizadores com o objectivo de destacar histórias particularmente relevantes constantes nos jornais matinais online"<sup>1</sup>

<sup>1</sup>T. M. Mitchell, Machine Learning, USA: McGraw - Hill, 1997

Fonte imagem: [http://2.bp.blogspot.com/-AY4QY1sRIMY/T2-Xul2Qhjl/AAAAAAAAAAs/dwnn4HjFIU8/s1600/computer\\_cartoon.gif](http://2.bp.blogspot.com/-AY4QY1sRIMY/T2-Xul2Qhjl/AAAAAAAAAAs/dwnn4HjFIU8/s1600/computer_cartoon.gif)

# Contextualização

Constitui uma tarefa complexa inclusive no caso de habilidades cuja aprendizagem nos parece trivial



"imaginem a computadores aprendendo através dos registos médicos que tratamentos são mais efectivos para novas doenças, casas aprendendo com a experiência a otimizar os custos de energia com base nos padrões de utilização particular dos seus ocupantes ou *software* de assistência pessoal aprendendo a evolução dos interesses dos seus utilizadores com o objectivo de destacar histórias particularmente relevantes constantes nos jornais matinais online"<sup>1</sup>

<sup>1</sup>T. M. Mitchell, Machine Learning, USA: McGraw - Hill, 1997

Fonte imagem: [http://2.bp.blogspot.com/\\_II5MISoRoAw/SqaxrF3xdhI/AAAAAAAAA DP4/Leo90-V3Y\\_M/s400/Computer-guy-thinking.jpg](http://2.bp.blogspot.com/_II5MISoRoAw/SqaxrF3xdhI/AAAAAAAAA DP4/Leo90-V3Y_M/s400/Computer-guy-thinking.jpg)



# Aprendizagem

“Aquisição de conhecimentos através da experiência ou do ensino”<sup>1</sup>

“Aquisição de novos comportamentos ou conhecimentos, resultante da necessidade psicológica ou fisiológica de adaptação ao meio”<sup>2</sup>

“Processo pelo qual as competências, habilidades, conhecimentos, comportamento ou valores são adquiridos ou modificados, como resultado de estudo, experiência, formação, raciocínio e observação”<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2013. Disponível em <http://www.infopedia.pt/pesquisa-global/aprendizagem>>.

<sup>2</sup>R. Mesquita e F. Duarte, Dicionário de Psicologia [Em linha]. Plátano Editora, S.A., 1996. Disponível em: <http://psicologiacademica.blogspot.com/2010/05/dicionario-de-psicologia.html>

<sup>3</sup>Wikipedia [Em linha]. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Aprendizagem>



# Aprendizagem Automática (*Machine Learning*)

“...uma máquina aprende sempre que esta altera a sua estrutura, programa ou dados (com base nos valores de entrada ou em resposta a informação externa) de forma tal que o seu desempenho futuro é melhorado...”<sup>1</sup>

“...um programa de computador aprende a partir da experiência  $E$  com respeito a certa classe de tarefas  $T$  e medida de desempenho  $P$  se o seu desempenho ao executar as tarefas contidas em  $T$ , medidas através de  $P$ , melhoram com a experiência  $E$ ...”<sup>2</sup>

<sup>1</sup>N. J. Nilsson, «Introduction to Machine Learning,» 19 Junho 2010. [Em linha]. Disponível em: <http://ai.stanford.edu/~nilsson/mlbook.html>. [Último acesso: 07 Março 2013]

<sup>2</sup>T. M. Mitchell, Machine Learning, USA: McGraw - Hill, 1997

# Aprendizagem automática

Definição inclui problemas diversos relacionados a diferentes áreas do conhecimento em cuja solução podemos encontrar diversos tipos de tarefas

AA

- Reconhecimento
- Diagnóstico
- Planeamento
- Desenho de robots autónomos
- Previsão
- ...

# Porquê a Aprendizagem Automática?

- Algumas tarefas não podem ser bem definidas excepto através de exemplos, ou seja, podemos ser capazes de especificar pares de entrada/saída mas não uma relação concisa entre os valores de entrada e as saídas desejadas
- O conhecimento existente acerca de certas tarefas pode ser excessivamente vasto para que possa ser codificado de forma explícita



N. J. Nilsson, «Introduction to Machine Learning,» 19 Junho 2010. [Em linha]. Disponível em: <http://ai.stanford.edu/~nilsson/mlbook.html>. [Último acesso: 07 Março 2013]

Imagem: Cortesia da NASA/JPL-Caltech



# Porquê a Aprendizagem Automática?

- Muitas vezes ocultos entre grandes quantidades de dados existem relacionamentos e correlações importantes
- Os desenhadores muitas vezes produzem máquinas que não funcionam tão bem quanto desejado nos ambientes para os quais foram criadas e necessitam de certo aperfeiçoamento à medida que forem sendo exploradas

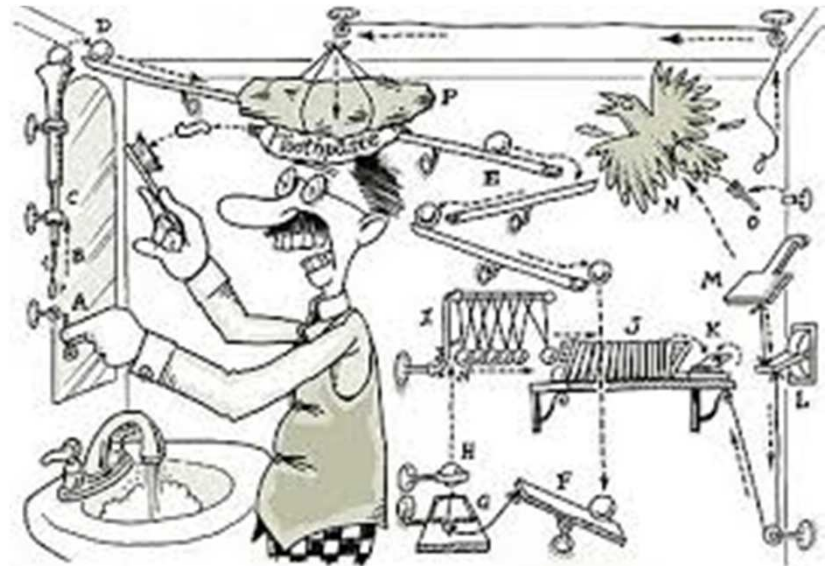


N. J. Nilsson, «Introduction to Machine Learning,» 19 Junho 2010. [Em linha]. Disponível em: <http://ai.stanford.edu/~nilsson/mlbook.html>. [Último acesso: 07 Março 2013]

Fonte imagem: <http://courses.essex.ac.uk/ce/ce802/Data%20Mining%20Cartoon.jpg>

# Porquê a Aprendizagem Automática?

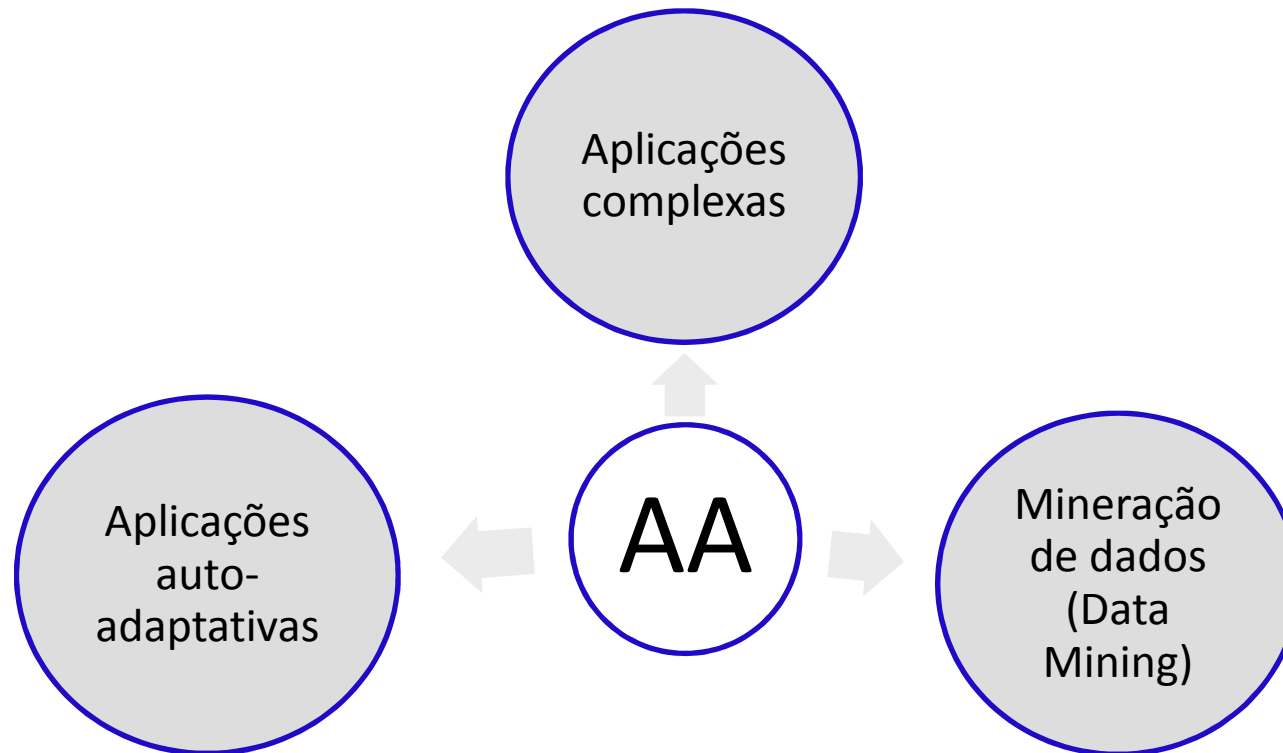
- Os ambientes de funcionamento podem alterar-se com o tempo pondo de relevância a necessidade de auto-adaptação das máquinas
- Ocorre de forma contínua a descoberta de novos conhecimentos acerca das tarefas, o que torna impraticável a constante redefinição dos sistemas de inteligência artificial



N. J. Nilsson, «Introduction to Machine Learning,» 19 Junho 2010. [Em linha]. Disponível em: <http://ai.stanford.edu/~nilsson/mlbook.html>. [Último acesso: 07 Março 2013]  
Fonte imagem: <http://www.vedicsciences.net/intelligent/rube-goldberg.jpg>



# Nichos da Aprendizagem Automática



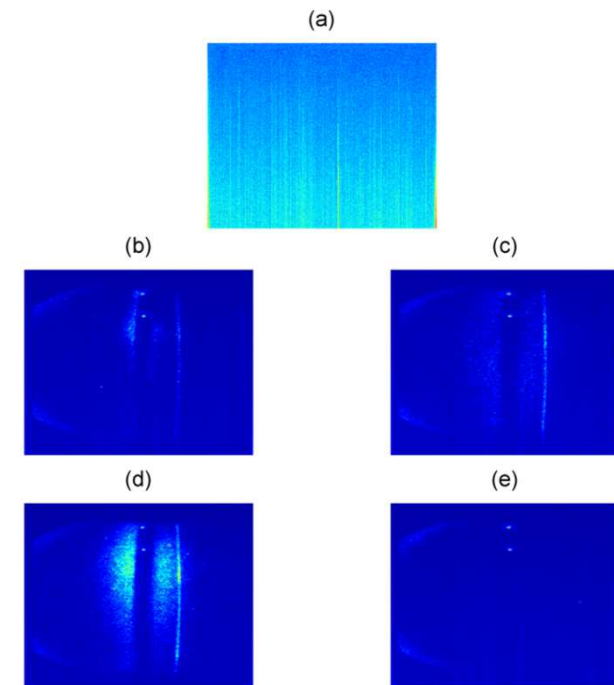
T. M. Mitchell, "The Discipline of Machine Learning," School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA, 2006

T. M. Mitchell, "Does Machine Learning Really Works?," *Artificial Intelligence Magazine*, vol. Fall, pp. 11 - 20, 1997b

# Aplicações difíceis de programar

Sistema de classificação de imagens do Diagnóstico Thompson Scattering do TJ - II

Reconhece as imagens do plasma de fusão termonuclear e as enquadra numa de 5 possíveis classes permitindo a execução autónoma de diferentes peças de software em função do tipo de imagem



L. Makili et al., «Upgrade of the Automatic Analysis System in the TJ-II Thomson Scattering Diagnostic: New Image Recognition Classifier and Fault Condition Detection,» *Fusion Engineering and Design*, vol. 85, pp. 415 - 418, 2010



# Mineração de dados

## SKICAT - *Sky Image Cataloging and Analysis Tool*

Processamento dos dados obtidos durante o segundo levantamento de objectos estelares, levado a cabo durante seis anos pelo Observatório Astronómico de Palomar (San Diego, Califórnia)

Permitiu a catalogação e classificação de cerca de 3 TB de dados em forma de imagens



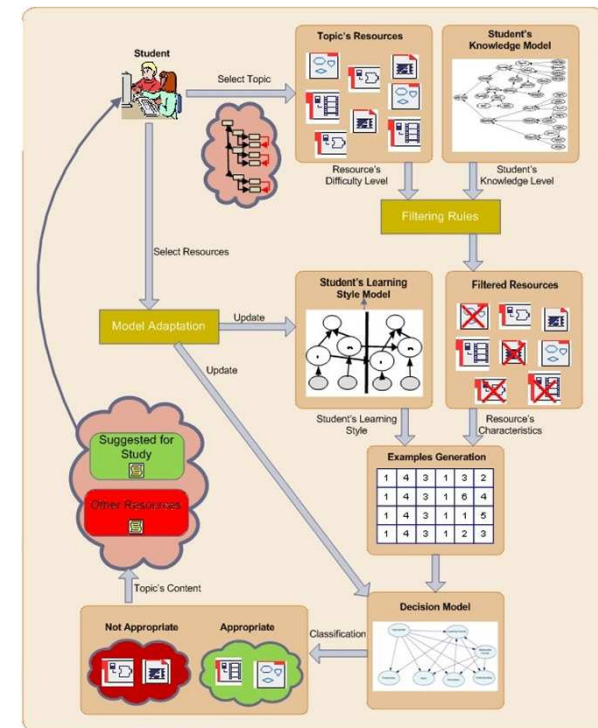
N. Weir, U. Fayyad e S. Djorgovski, "Automated Star/Galaxy Classification for Digitized POSS-II," *The Astronomical Journal*, vol. 109, n.º 6, pp. 2401 - 2414, 1995

Fonte imagem: <http://www.spacetelescope.org/static/archives/images/screen/opo0210h.jpg>

# Sistemas adaptativos

## Sistema de recomendação para *e-learning*

Permite personalizar a apresentação dos recursos educacionais de acordo ao perfil de aprendizagem e preferências de utilização dos estudantes



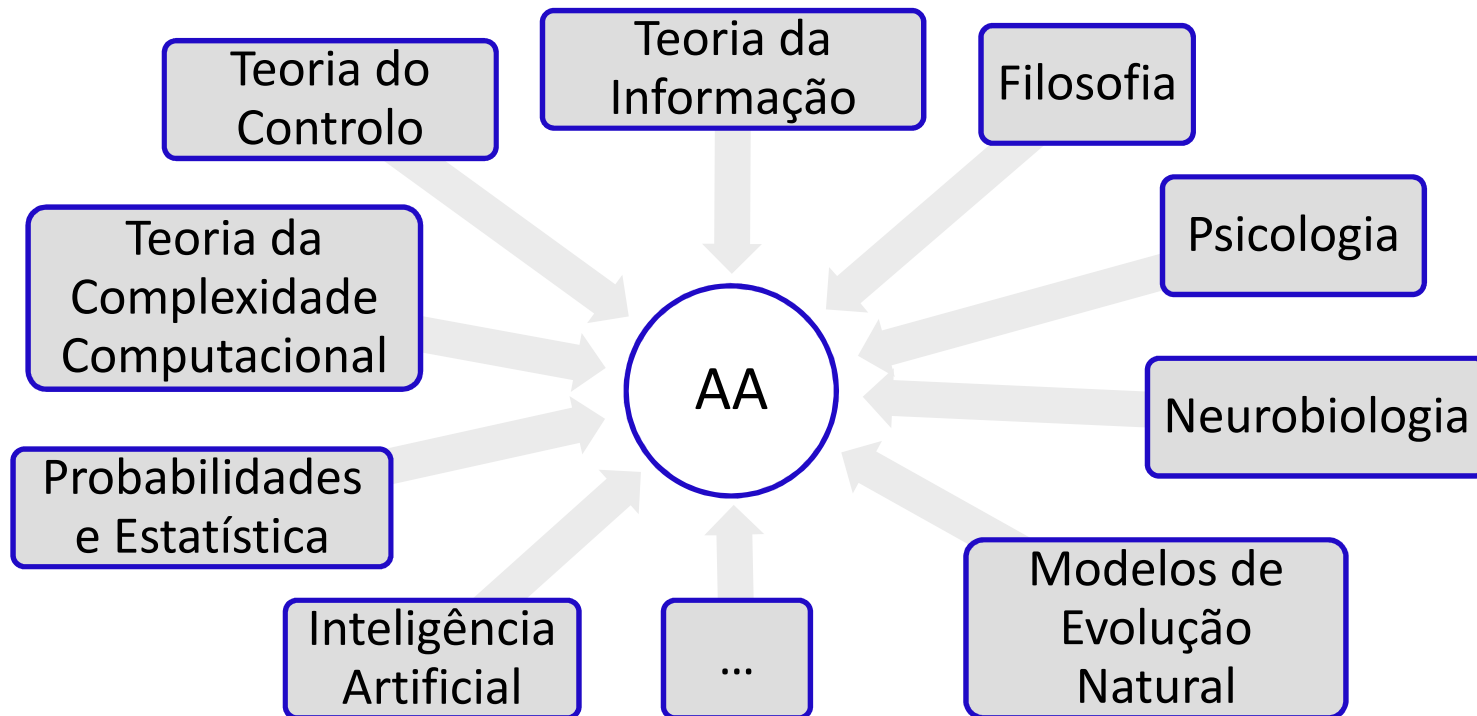
C. Carmona, G. Castillo e E. Millán, "Discovering Student Preferences in E-Learning," em *Proceedings of the International Workshop on Applying Data Mining in e-Learning*, 2007

Fonte imagem: G. Castillo, "Introduction to Data Mining and Machine Learning" (Acetatos)



# Áreas relacionadas

Área multidisciplinar; convergem na mesma influências provenientes de diferentes fontes





# Perspectivas da Aprendizagem Automática

- Biológica
  - Centrada nos mecanismos de adaptação dos seres vivos (evolução e aprendizagem)
- Computacional
  - Novo paradigma de programação
- Busca
  - Obtenção da descrição de conceitos em grandes espaços de estados
- Inferencial
  - Centrada no tipo de inferência utilizado ao aprender (indução, dedução, transdução...)





# Desenho de um sistema de aprendizagem

- De onde aprender? (experiência)
  - Utilizar exemplos etiquetados ou não etiquetados?
  - Que nível de controlo tem o sistema sobre a sequência dos exemplos utilizados?
  - Existe uma quantidade suficiente de exemplos?
  - São representativos dos exemplos a utilizar no futuro?
- O quê aprender? (função objectivo ou alvo)
  - Representa o tipo de conhecimento a ser adquirido na tarefa proposta
  - Ex.: Agrupar os alunos em duas classes: os que fracassarão nos estudos e os que não
- Como representar o conhecimento?
  - Modelo utilizado para representar a f. o. (árvores de decisão, redes neuronais...)
- Que algoritmo implementar para aproximar a função objectivo?
  - Escolha entre vários algoritmos disponíveis para um modelo dado



## Tarefas de aprendizagem

- Classificação (reconhecimento de padrões)
- Regressão
- Agrupamento (*clustering*)
- Aprendizagem de associações



# Tipos de problemas de aprendizagem

- Aprendizagem supervisionada
- Aprendizagem não supervisionada
- Aprendizagem por reforço



## Bibliografia

- Alpaydin, capítulo introdutório
- Mitchell, capítulo 1
- Leitura da semana
  - Mitchell, T., *The Discipline of Machine Learning*