



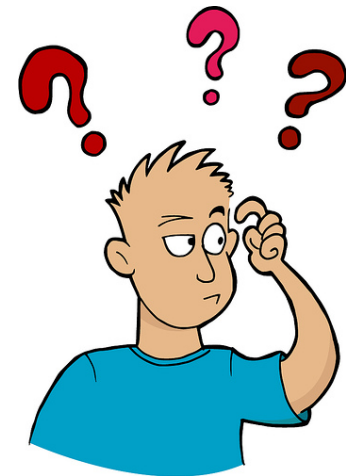
SISTEMAS INTELIGENTES

Aula 01 e 02 – Origem, Estado da Arte da IA.

Prof. Msc. Luiz Mário Lustosa Pascoal

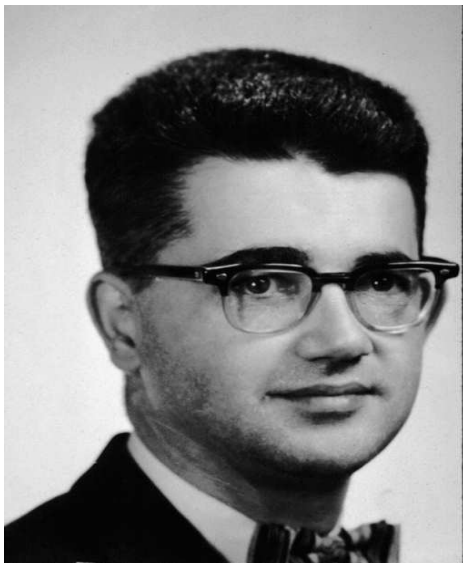
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

- O que é a IA?
- Será que eu vou precisar da Inteligência Artificial?
- Onde posso encontrar elementos da IA?
- O que é ser Inteligente?



ORIGEM DO TERMO IA

- O termo “Artificial Intelligence” foi cunhado por John McCarthy em 1956 durante o seminário de Dartmouth...



O QUE É A IA?

○ Inteligência?

- **Aurélio.** Faculdade de conhecer, de compreender: a inteligência distingue o homem do animal.
- **Michaelis.** Faculdade de entender, pensar, raciocinar e interpretar; entendimento, intelecto

○ O que é artificial?

- **Aurélio.** Que é produzido não pela natureza mas por uma técnica.
- **Michaelis.** Produzido por arte ou indústria do homem e não por causas naturais.

O QUE É A IA?

- Outras acepções de Inteligência.
 - *Filosofia*. Princípio espiritual e abstrato considerado como a fonte de toda a **intelectualidade**.
 - *Psicologia*. Capacidade de **resolver** situações novas com **rapidez** e êxito e de **aprender**, para que essas situações possam ser bem resolvidas.

DEFINIÇÃO DE IA

- **Michaelis.** Parte da ciência da computação que trata de sistemas inteligentes, capazes de se **adaptar** a novas situações, **raciocinar**, **compreender relações** entre fatos, descobrir **significados** e reconhecer a **verdade**.
- Projeto e desenvolvimento de programas de computador que tentam **imitar a inteligência humana** e funções de **tomada de decisão**, obtendo **raciocínio** e outras **características humanas**.

DEFINIÇÃO DE IA

- Barr & Feigenbaum (1981)
 - “IA é a parte da ciência da computação que se preocupa em desenvolver sistemas computacionais inteligentes, isto é, sistemas que exibem *características, as quais nós associamos com a inteligência no comportamento humano* - por exemplo, compreensão da linguagem, aprendizado, raciocínio, resolução de problemas, etc.”

DEFINIÇÃO DE IA

- Nils Nilsson (1982)
 - “Muitas *atividades mentais* -como escrever programas de computadores, matemática, raciocínio do senso comum, compreensão de línguas e até dirigir um automóvel - demandam “inteligência”. Nas últimas décadas, vários sistemas computacionais foram construídos para realizar estas tarefas. Dizemos que tais sistemas possuem algum grau de *Inteligência Artificial*.”

DEFINIÇÃO DE IA

- Nilson & Genesereth (1987)
 - “IA é o estudo do *comportamento inteligente*. Seu objetivo final é uma *teoria da inteligência que explique o comportamento* das entidades inteligentes naturais e que guie a criação de entidades capazes de comportamento inteligente.”

DEFINIÇÃO DE IA

- Winston (1992)
 - “Inteligência Artificial é o estudo das computações que tornam possível *perceber, raciocinar e agir.*”

DEFINIÇÃO DE IA

- Luger & Stubblefield (1993)
 - “IA pode ser definida como o ramo da ciência da computação que se preocupa com a automação do *comportamento inteligente*.”
 - “IA é a coleção de problemas e metodologias estudadas pelos pesquisadores de IA.”

DEFINIÇÃO DE IA

- Enfim...
- **Silvio Lago (Professor IME - USP).**
 - É a área da Computação que estuda como simular comportamento inteligente usando métodos computacionais.

DEFINIÇÃO DE IA

- Como podemos perceber, não há consenso sobre o significado de inteligência;
- Definir precisamente o que é inteligência artificial é uma tarefa extremamente difícil;
- Podemos definir IA enquanto disciplina do conhecimento humano;
- Segundo **Russell & Norvig (2003)**, as definições de IA, encontradas na literatura científica, podem ser agrupadas em quatro categorias principais:

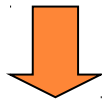
DEFINIÇÃO DE IA



(Russell e Norvig, 2003)

DEFINIÇÃO DE IA

Abordagem centrada nos seres humanos



Deve ser uma ciência empírica, envolvendo hipóteses e confirmação experimental.

Abordagem racionalista



Envolve uma combinação de matemática e engenharia.

(Russell e Norvig, 2003)

SISTEMAS DE IA

- **Objetivo Inicial:**

- Construir uma máquina (sistema) com comportamento inteligente igual ou superior ao do Homem.

- **Um Sistema de IA deve ser capaz de fazer 3 coisas:**

- Armazenar Conhecimento.
- Aplicar o Conhecimento Armazenado.
- Adquirir Novo Conhecimento.

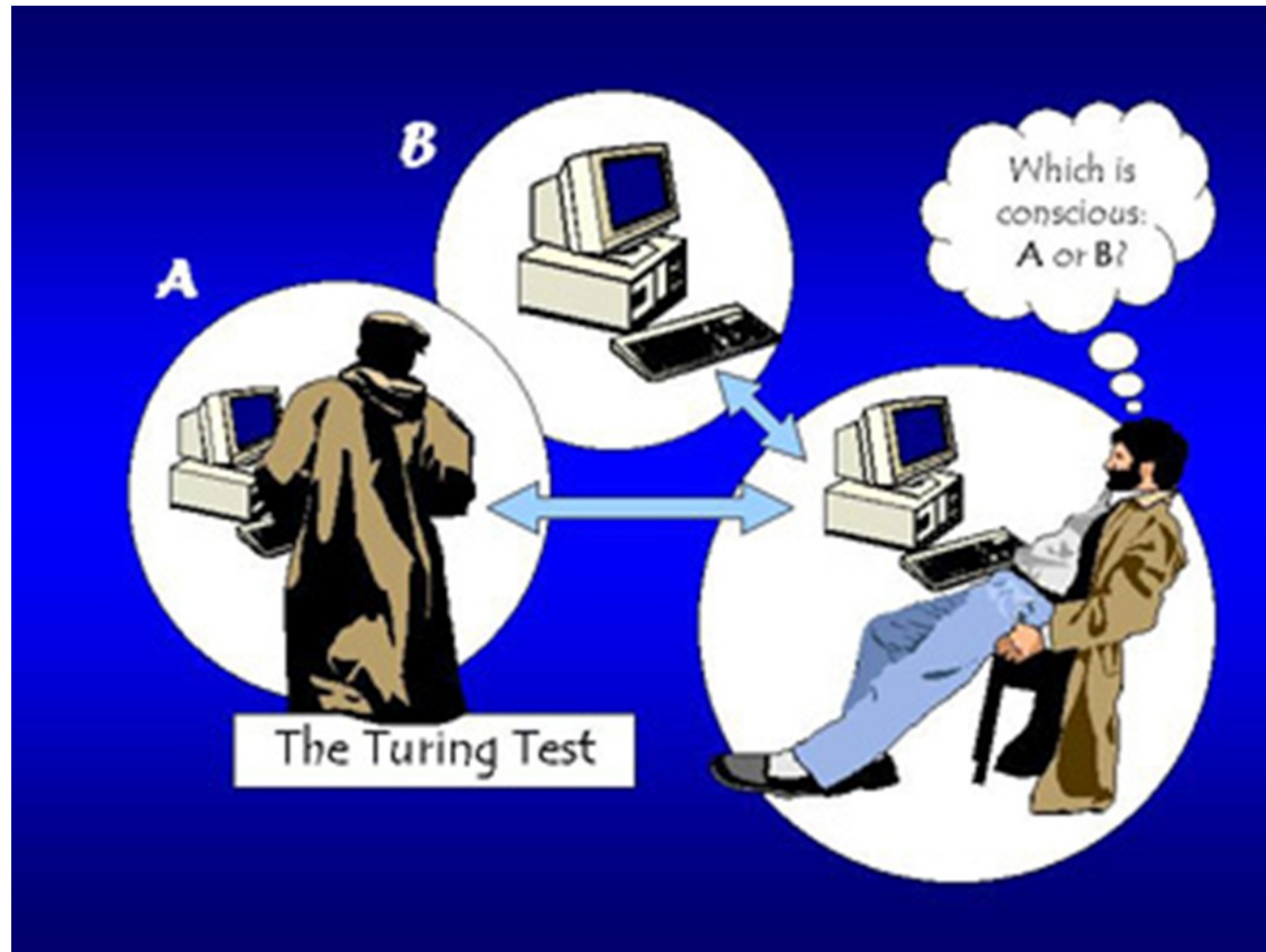
- **Foco da Área de IA:**

- Criação de um Ser Inteligente Não-Natural.

AGINDO COMO HUMANOS: O TESTE DE *TURING*

- Turing (1950): “*Computing Machinery and Intelligence*”
[<http://www.abelard.org/turpap/turpap.htm>]
- As máquinas podem pensar? As máquinas podem se comportar inteligentemente?
- Teste operacional para comportamento inteligente:
 - O JOGO DA IMITAÇÃO
- Previu que, em 2000, as máquinas teriam 30% de chance de enganar uma pessoa leiga por 5 minutos.
- Antecipou os principais argumentos contrários à IA dos próximos 50 anos;

TESTE DE TURING

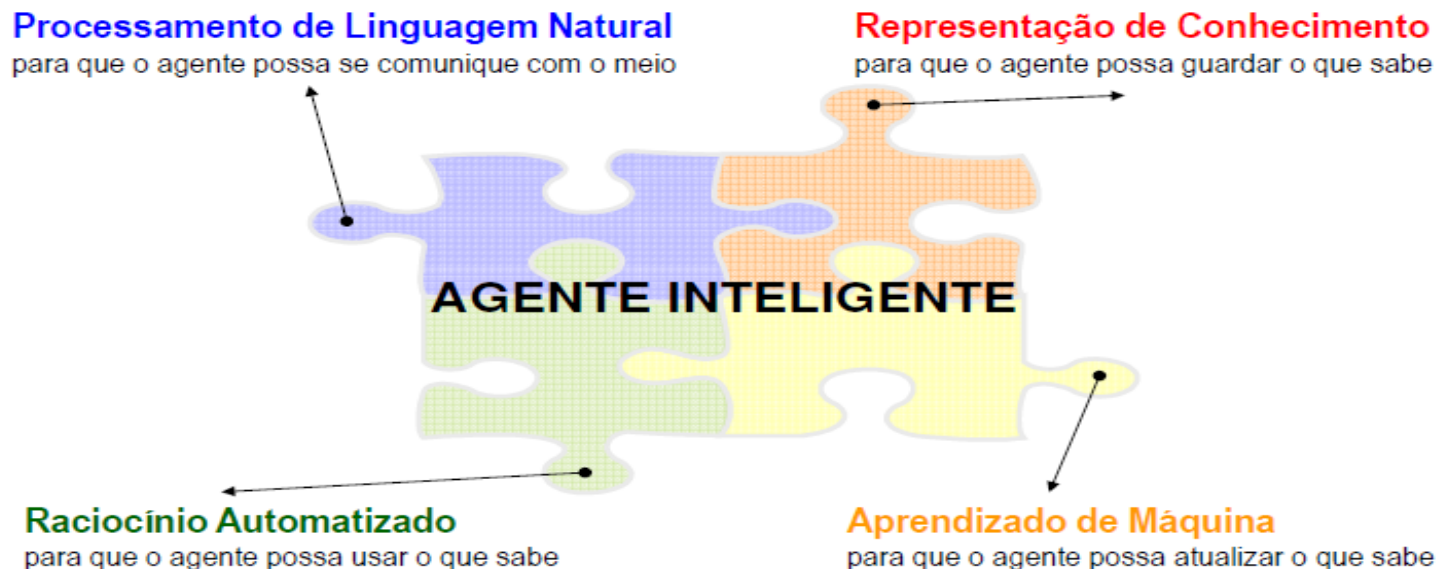


TESTE DE TURING

- Ela passaria no teste se o entrevistador não pudesse dizer se era uma máquina ou um ser humano que estava sendo entrevistado
- Mesmo sem uma definição precisa de inteligência, podemos assumir que o ser humano é inteligente.
- Portanto, se um programa consegue se passar por um ser humano, podemos dizer que ele apresenta algum tipo de inteligência que, neste caso, só pode ser artificial.

TESTE DE TURING

- Programar sistema de computador para passar no Teste de Turing é uma tarefa muito difícil.
- Capacidades exigidas no teste:



TESTE DE TURING TOTAL

- Inclui sinal de vídeo, possibilitando que o entrevistador possa testar habilidades de percepção de objetos.
- Para isso o sistema precisará de:
 - **Visão computacional:** para que o agente possa perceber objetos.
 - **Robótica:** para manipular objetos e movimentar-se.

PENSANDO COMO HUMANOS: MODELAGEM COGNITIVA

- Programas pensam como humanos => como os humanos pensam?
- Como a mente humana trabalha por dentro?
 - Através de introspecção
 - Através de experimentos psicológicos
- Uma teoria precisa do funcionamento da mente => possibilidade de expressar a teoria no computador

PENSANDO COMO HUMANOS: MODELAGEM COGNITIVA

- Newell e Simon (1961) – *General Problem Solver* (GPS)
 - Estavam preocupados em comparar as formas de seu raciocínio às formas do raciocínio humano para resolver os mesmos problemas
- **Ciência Cognitiva** – modelos computacionais da IA + técnicas experimentais da psicologia
 - Tentar construir teorias precisas e testáveis a respeito dos processos de funcionamento da mente humana
- IA e ciência cognitiva ajudam uma a outra, especialmente em áreas de visão computacional, linguagem natural e aprendizagem

PENSANDO RACIONALMENTE: AS LEIS DO PENSAMENTO

- Aristóteles \Rightarrow pensamento correto \Rightarrow silogismos
 - Silogismos = conclusões corretas para premissas corretas
- As leis do pensamento deveriam governar as operações da mente \Rightarrow início da lógica
- Desenvolvimento da lógica formal (séculos 19 e 20) \Rightarrow fornece uma notação precisa para declarar sobre todos os tipos de coisas do mundo e as relações entre elas

PENSANDO RACIONALMENTE: AS LEIS DO PENSAMENTO

- (1965) programas existentes
 - Entrada: descrição do problema em notação lógica + tempo e memória
 - Saída: a solução do problema, se ela existir

- Obstáculos da abordagem:
 - Dificuldade de passar conhecimento informal para termos formais (notação lógica) – principalmente quando o conhecimento é impreciso
 - Existe uma grande diferença entre ser capaz de resolver um problema e fazer isto na prática (recursos computacionais)

AGINDO RACIONALMENTE: O AGENTE RACIONAL

- Comportamento Racional → FAZER A COISA CERTA
- A coisa certa é → aquilo que maximiza o objetivo, dada a informação disponível
- Uma **agente** é uma entidade que percebe e age
- Leis do pensamento => inferências corretas
- Fazer inferências corretas é parte de uma agente racional
 - Agir racionalmente é raciocinar logicamente sobre o objetivo que uma dada ação irá alcançar, e então agir

ATUALMENTE...

▣ Ramos da IA

- Sistemas especialistas
- Processamento de linguagem natural
- Robótica
- Aprendizado de Máquina
- Reconhecimento de Padrões
- ...

SISTEMA INTELIGENTE

□ Definição segundo Turing (1950):

“Um sistema é inteligente se e somente se ele produz a mesma saída simbólica que um ser humano produziria, dada a mesma entrada simbólica”

□ Características

- Heurísticas ao invés de algoritmos pré-determinados
- Problemas diferentes, soluções diferentes
- A solução tem que ser construída

HEURÍSTICA X ALGORITMO

- Metodologia empregada para resolver problemas de IA
 - Mais heurística do que sistemática, algorítmica

- Algoritmo
 - Regra
 - Premissas conhecida => resultados esperados
 - Solução lógica, verdade, regra matemática (resolver eq. de 2º)
 - Verificável

- Heurística
 - Não é verificável – matematicamente provável
 - Solução obtida através de tentativas e erros
 - Regras práticas desenvolvidas através da experiência

SUCESSOS DE IA

- 1977: Deviser - NASA
 - Programa de IA que calcula a melhor sequência de preparação o lançamento de um ônibus espacial;
 - Área da IA: Planejamento
- 1997: Deep Blue – IBM
 - Venceu campeão mundial de xadrez Kasparov
 - Área da IA: Busca orientada pela heurística

FANTÁSTICO ROBÔ DA HONDA ASIMO

- Asimo enfrenta **várias superfícies irregulares** sem cair e ganhou **novos sensores**, que dão **maior sensibilidade aos dedos** para que o robô abra até uma garrafa térmica;

<http://www.youtube.com/watch?v=0tRo6a4VhvU>



EMPRESA DE RH USA IA

- Empresa de consultoria usa técnicas de inteligência artificial em jogos que permitem mapear as competências dos profissionais.
- Os jogos podem ser usados para motivar, analisar ou treinar os colaboradores de uma companhia.
- A desenvolvedora afirma que os games simulam a vivência empresarial desde os processos operacionais até as estratégias de mercado.

<http://info.abril.com.br/noticias/carreira/empresa-usa-inteligencia-artificial-em-jogos-de-rh-12122011-4.shl>



EM SÃO CARLOS - SP



- Veículo elétrico autônomo
- Projeto desenvolvido na USP São Carlos
- <http://www.youtube.com/watch?v=X6q-tszwS4A>

VISÃO COMPUTACIONAL

- Veículo elétrico autônomo – identifica obstáculos a partir das imagens gravadas pela câmera de vídeo



CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- **Histórico e estado da arte em Inteligência Artificial:** O que é a IA? Fundamentos teóricos sobre a IA; Teste de Turing; Histórico da IA e sua importância para os problemas atuais. Classe de Problemas P e NP.
- **Resolução de Problemas:** Tipos de Problemas; Representação dos Problemas; Mecanismos de busca; Problemas clássicos de busca; Agentes Inteligentes; Formas de Raciocínio Artificial;
- **Computação Evolutiva:** Algoritmos Genéticos: Histórico, Características Gerais dos AGs, Operadores Genéticos, Parâmetros Genéticos e Aplicações.
- **Redes Neurais:** Histórico das Redes Neurais; Funcionamento do Neurônio Biológico; Conceitos e Definições das Redes Neurais; Tipos de Redes Neurais; Projeto de uma Rede Neural.

CLASSE DE PROBLEMAS P E NP

- Existem muitos problemas para os quais não se conhece solução eficiente e para muitos não sabemos nem ao menos dizer se existe esta solução. Estes problemas são bastante comuns.

Problemas Algorítmicos:

- existe estrutura S que satisfaça propriedades P ? (Decisão)
- encontre estrutura S que satisfaça propriedades P
- encontre estrutura S que satisfaça os critérios de otimização

CLASSE DE PROBLEMAS P E NP

- Algoritmos que possuem resolução em tempo polinomial* são chamados de **Algoritmos eficientes** e dizemos que este é um **problema tratável**.
- *Tempo de execução polinomial:
 - funciona para n 's grandes;
 - no dia-a-dia nos deparamos na grande maioria das vezes com problemas com tempo de execução $O(n)$, $O(n^2)$;
 - da mesma forma, por conveniência, assumimos que $O(n \log n)$ é um tempo de execução polinomial.

Tratabilidade de P e NP

14/08/2018

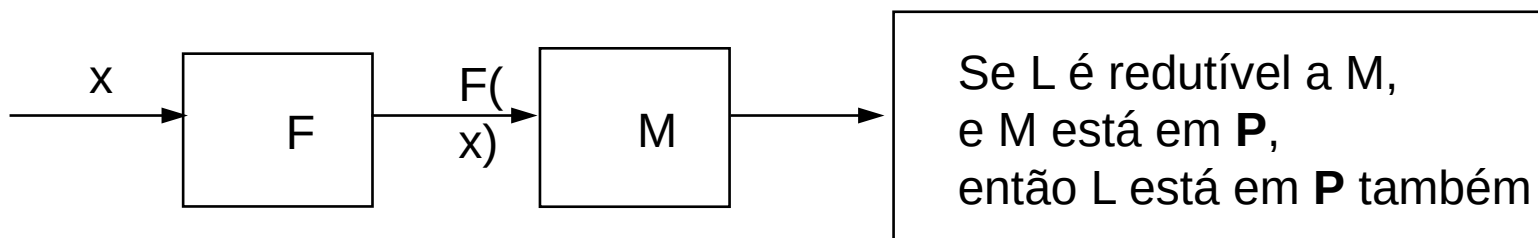
- Definição informal (J. Edmonds, 1965)
 - Um problema é tratável se pode ser resolvido num número de passos limitado por uma função polinomial no tamanho da entrada
- Requer formalização de
 - Problema
 - reduz-se a problema de decisão
 - procurar valor mínimo de função \Rightarrow provar que existe valor $< k$
 - Entrada
 - codifica-se em cadeia de 0's e 1's, tamanho é n^o de bits
 - Resolver problema
 - aceitar ou rejeitar uma entrada (decisão)
 - Número de passos
 - usa-se modelo de computação universal (máquina de Turing)

P: conjunto de problemas de decisão solúveis em tempo polinomial

Problemas em P

14/08/2018

- Um problema L é da **classe P** se existe um algoritmo A tal que
 - A aceita todas as entradas de L
 - A rejeita todas as entradas que não são de L
 - Há um **polinómio** f tal que, para qualquer entrada x , A termina antes de $f(|x|)$ passos
- Redução em tempo polinomial
 - Um problema de decisão L é redutível a um problema de decisão M se existe uma função polinomial computável F de strings em strings tal que x é aceite por L se e só se $F(x)$ é aceite por M
 - Nestas condições, diz-se que M é pelo menos tão geral como L (pelo menos tão difícil como L)



Problema da satisfação Booleana

14/08/2018

- Variáveis proposicionais: A, B, C, \dots
- Literais: $A, \sim A, B, \sim B, \dots$
- Cláusulas: $A \vee \sim B \vee \sim D \vee \sim F$
- Forma Normal Conjuntiva (CNF): conjunção de cláusulas
 $(A \vee \sim B \vee \sim D \vee \sim F) \wedge (C \vee B \vee \sim D) \wedge (\sim A \vee F \vee D) \wedge \dots$
- Fórmula CNF é satisfazível se
 - existe uma atribuição de valores lógicos às variáveis que torna a fórmula verdadeira
- Exemplo:
 $(A \vee \sim B \vee \sim D \vee \sim F) \wedge (C \vee B \vee \sim D) \wedge (\sim A \vee F \vee D)$
atribuindo o valor V às variáveis A, B, F
e o valor F às variáveis C, D a fórmula é verdadeira.

Classe NP

14/08/2018

❑ **Classe NP** (algoritmo não determinístico de verificação polinomial)

- classe de problemas de decisão que podem ser verificados em tempo polinomial
(intuição: solução pode ser difícil de encontrar, mas é fácil verificar que satisfaz o problema)
- máquina não determinística tem uma escolha de passos seguintes e faz sempre a escolha ótima (adivinha!) — característica poderosa mas limitada: não serve para resolver problemas indecidíveis
- descoberta uma solução, a sua verificação é **polinomial**

Ex: dado um ciclo Hamiltoniano é fácil confirmar

❑ **Formalmente (R. Karp):**

- Um problema de decisão L está em NP se e só se existe um algoritmo de decisão polinomial A tal que x está em L se e só se existe uma testemunha y , de tamanho limitado por um polinómio no comprimento de x , tal que A aceita o par (x, y)

Problemas NP-completos

Um problema é NP-completo se qualquer problema em NP puder ser reduzido àquele em tempo polinomial

- ❑ São os mais difíceis da classe; podem ser usados como subrotinas para a solução dos outros (reduz-se problema P1 a problema P2 que é NP-completo, resolve-se este e reconverte-se a solução)
- ❑ Se se descobrir uma solução polinomial para um deles, fica descoberta para todos, pois a conversão é polinomial
- ❑ Suponhamos P1 NP-completo e P2 em NP; além disso existe uma redução polinomial de P1 a P2; como qualquer problema em NP se reduz polinomialmente a P1, também se reduz a P2; então P2 é NP-completo
- ❑ Teorema de Cook (1971): Satisfação Booleana é NP-completo
 - ❑ Prova: problemas de NP podem ser resolvidos em tempo polinomial por uma máquina não determinística; funcionamento desta pode ser descrito por uma expressão Booleana; obter resposta para um problema reduz-se a satisfazer a expressão.

Ciclo Hamiltoniano → Caixeiro Viajante

❑ Problema do caixeiro-viajante:

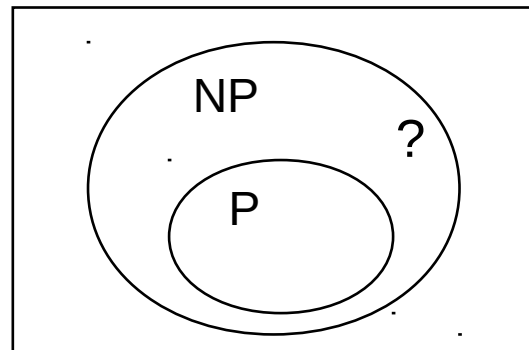
Dado um grafo completo com custos nas arestas e um inteiro K existe um ciclo simples que visite todos os vértices e tenha um custo total $\leq K$?

- aplicação: posicionamento de um furador de circuitos impressos para encaixar componentes (deslocar é que demora, não é furar)

- ❑ Assumindo que o problema do ciclo Hamiltoniano é já sabido ser NP-completo
- ❑ reduz-se ciclo Hamiltoniano ao do caixeiro viajante:
 - ❑ um grafo G é convertido num grafo completo G' com os mesmos vértices
 - ❑ aresta de G' tem peso 1 se pertencer a G e 2 caso contrário
 - ❑ K igual ao número de vértices
- ❑ G tem um ciclo Hamiltoniano sse G' tiver um percurso de caixeiro viajante de custo total K

P=NP ?

- ❑ Mais importante problema em aberto na Ciência da Computação
 - ❑ Se L é NP-completo: **L está em P se e só se $P = NP$**
 - ❑ Não se conseguiu ainda encontrar nenhum problema NP que se prove não ter solução polinomial
 - é muito difícil provar limites inferiores exponenciais
- portanto o não-determinismo pode não ser um avanço importante!
- ❑ Nem todos os problemas decidíveis estão em NP
 - determinar se um grafo **não possui ciclos Hamiltonianos** — enumerar todos os ciclos? Não se sabe se está em NP.



Decidível

Conclusão

- ❑ Problema NP-completo: não devemos esperar encontrar algoritmo eficiente para resolvê-lo em todos os casos
- ❑ Alternativa:
 - Procurar algoritmos que lidem com a maior parte das instâncias do problema
 - Em problemas de otimização: aceitar soluções aproximadas (subótimas)

Referências:

- M. R. Garey and D. S. Johnson. Computers and Intractability: a Guide to the Theory of NP Completeness. Freeman, 1979.
- Richard Karp. NP-Complete Problems. Tutorial em video, 1993. (biblioteca da FEUP)
- David Harel. Algorithmics- The Spirit of Computing. Addison-Wesley 1987.