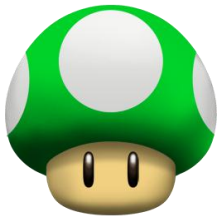


INF 1771 – Inteligência Artificial

Aula 05 – Introdução à Lógica

Edirlei Soares de Lima
<elima@inf.puc-rio.br>



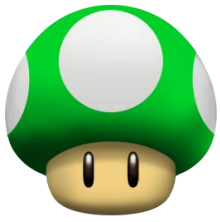
Introdução

❏ Humanos possuem conhecimento e **raciocinam** sobre este conhecimento.

❏ Exemplo:

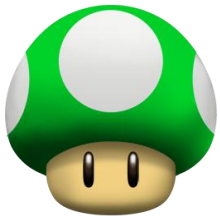
“João jogou uma **pedra** na **janela** e a **quebrou**”

❏ Agentes baseados em conhecimento.



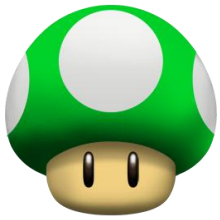
Agente Baseado em Conhecimento

- ❏ O componente central de um agente baseado em conhecimento é sua **base de conhecimento**.
- ❏ A base de conhecimento é formada por um conjunto de **sentenças** expressadas através de uma linguagem lógica de representação de conhecimento.
- ❏ Deve ser possível adicionar novas sentenças à base e consultar o que se conhece. Ambas as tarefas podem envolver **inferência** (derivação de novas sentenças a partir de sentenças antigas).



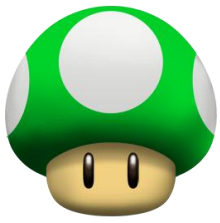
Agente Baseado em Conhecimento

- ❏ Processo de execução de um agente baseado em conhecimento:
 - ❏ **(1)** Informa a base de conhecimento o que o agente esta percebendo do ambiente;
 - ❏ **(2)** Pergunta a base de conhecimento qual a próxima ação que deve ser executada. Um extensivo processo de **raciocínio lógico** é realizada sobre a base de conhecimento para que sejam decididas as ações que devem ser executadas.
 - ❏ **(3)** Realiza a ação escolhida e informa a base de conhecimento sobre a ação que esta sendo realizada.

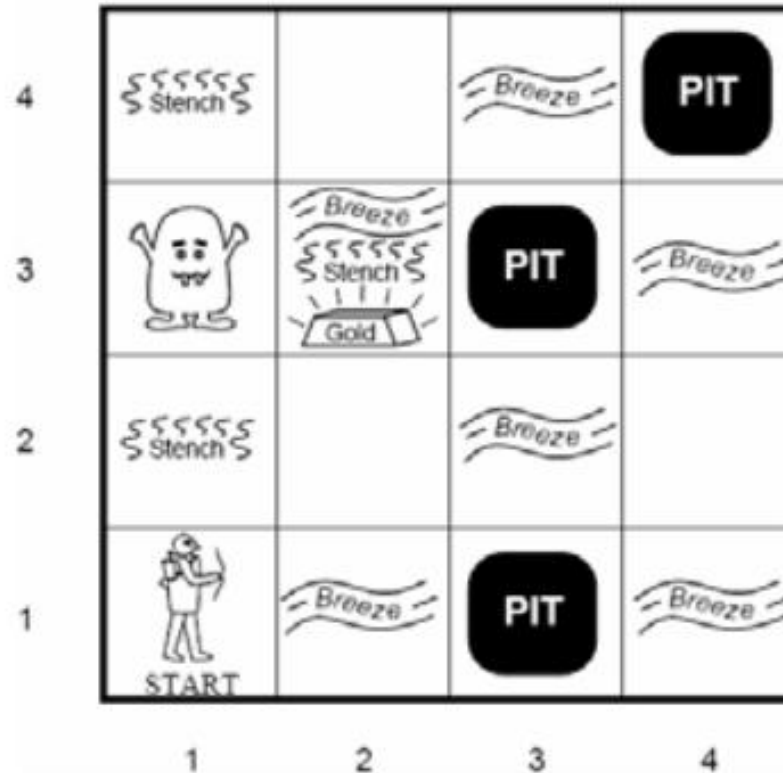


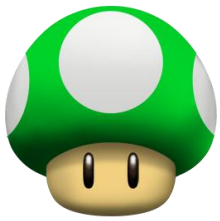
Agente Baseado em Conhecimento

- ❏ Porque utilizar uma linguagem lógica de representação de conhecimento?
 - ❏ **Facilita a criação dos agentes.** É possível dizer o que o agente sabe através de sentenças lógicas.
 - ❏ O agente pode **adicionar** novas sentenças a sua base de conhecimento enquanto ele explora o ambiente.
 - ❏ Abordagem **declarativa** de criação de sistemas.



O Mundo de Wumpus

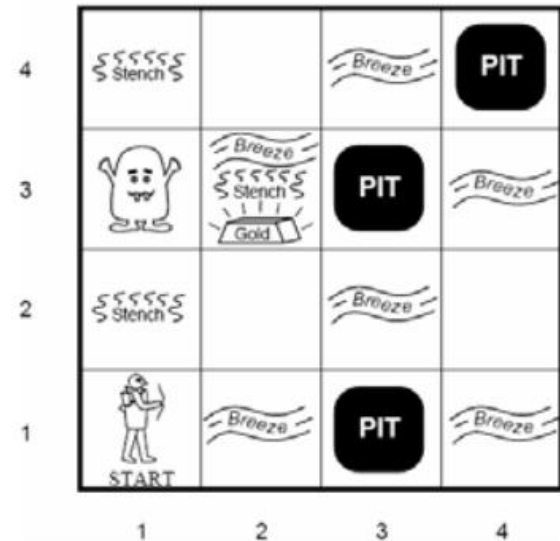


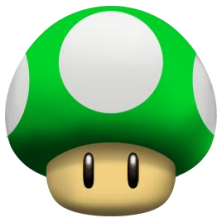


O Mundo de Wumpus

❏ O ambiente contém:

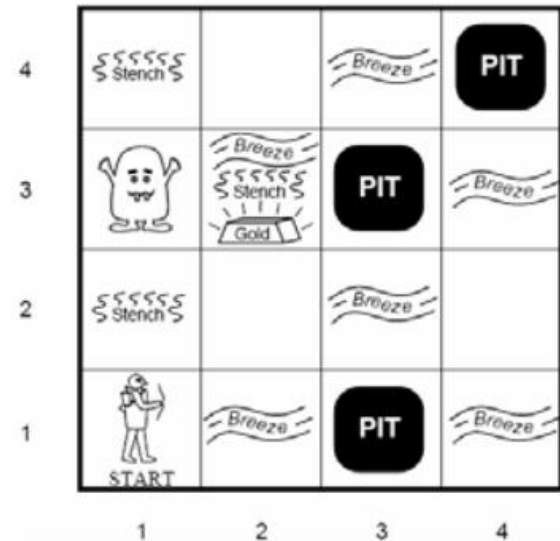
- ❏ Salas conectadas por passagens;
- ❏ Ouro em alguma sala;
- ❏ Poços sem fundo nos quais cairá qualquer um que passar pela sala, exceto o Wumpus;
- ❏ Wumpus: monstro que devora qualquer guerreiro que entrar em sua sala. O Wumpus pode ser morto pelo agente, mas o agente só tem uma flecha.

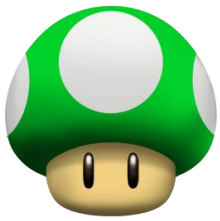




O Mundo de Wumpus

- ❏ **Medida de desempenho:** +1.000 por pegar ouro, -1.000 se cair em um poço ou for devorado pelo Wumpus, -1 para cada ação executada, -10 pelo uso da flecha.
- ❏ **Ambiente:** malha 4x4 de salas. O agente sempre começa no quadrado identificado como [1,1] voltado para a direita. As posições do Wumpus, ouro e poços são escolhidas aleatoriamente.
- ❏ **Ações positivas:** O agente pode mover-se para frente, virar à esquerda, virar à direita, agarrar um objeto e atirar a flecha.

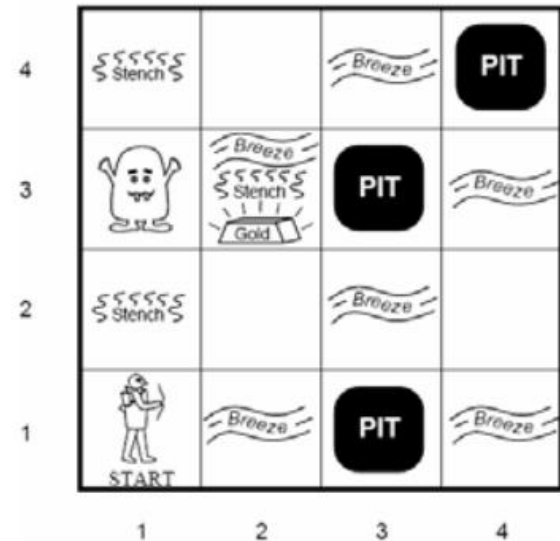


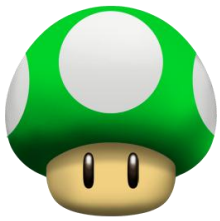


O Mundo de Wumpus

📌 Sensores:

- 📌 Em quadrados adjacentes ao Wumpus, exceto diagonal, o agente sente o **fedor** do Wumpus;
- 📌 Em quadrados adjacentes a um poço, exceto diagonal, o agente sente uma **brisa**;
- 📌 Quadrados onde existe ouro o agente percebe o **brilho** do ouro;
- 📌 Ao caminhar contra uma parede o agente sente um **impacto**;
- 📌 Quando o Wumpus morre o agente ouve um **grito**;





O Mundo de Wumpus

📌 Passo 1:

📌 Sensores:

[nada, nada, nada, nada, nada]

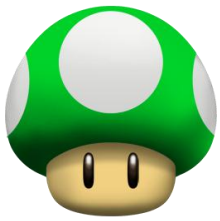
📌 Conclusão:

[1,2] e [2,1] são seguros

📌 Movimento escolhido:

[2,1]

| | | | |
|----------------|-----------|-----|-----|
| 1,4 | 2,4 | 3,4 | 4,4 |
| 1,3 | 2,3 | 3,3 | 4,3 |
| 1,2 OK | 2,2 | 3,2 | 4,2 |
| 1,1 A OK | 2,1 OK | 3,1 | 4,1 |



O Mundo de Wumpus

Passo 2:

Sensores:

[nada, brisa, nada, nada, nada]

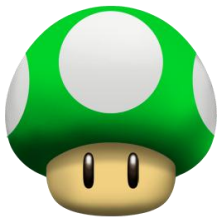
Conclusão:

Há poço em [2,2], [3,1] ou ambos

Movimento escolhido:

[1,1] e depois [1,2]

| | | | |
|----------------|---------------------|-----------|-----|
| 1,4 | 2,4 | 3,4 | 4,4 |
| 1,3 | 2,3 | 3,3 | 4,3 |
| 1,2 OK | 2,2 P? | 3,2 | 4,2 |
| 1,1 V OK | 2,1 A B OK | 3,1 P? | 4,1 |



O Mundo de Wumpus

📌 Passo 3:

📌 Sensores:

[fedor, nada, nada, nada]

📌 Conclusão:

Há Wumpus em [1,3] ou [2,2]

Wumpus não pode estar em [2,2]

Wumpus em [1,3]

Não existe poço em [2,2]

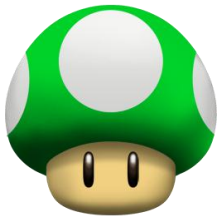
Poço em [3,1]

[2,2] é seguro

📌 Movimento escolhido:

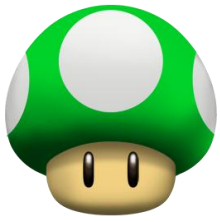
[2,2]

| | | | |
|---------------------|---------------------|-----------|-----|
| 1,4 | 2,4 | 3,4 | 4,4 |
| 1,3 W! | 2,3 | 3,3 | 4,3 |
| 1,2 A S OK | 2,2 OK | 3,2 | 4,2 |
| 1,1 V OK | 2,1 B V OK | 3,1 P! | 4,1 |



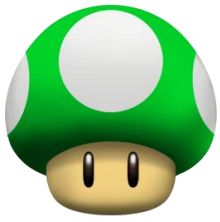
Lógica

- ❏ A base de conhecimento de um agente é formada por um conjunto de sentenças expressadas através de uma **linguagem lógica de representação de conhecimento**.
- ❏ O conceito de lógica foi organizado principalmente por Aristóteles. “É o conhecimento das formas gerais e regras gerais do pensamento correto e verdadeiro, independentemente dos conteúdos pensados”
 - “Todo homem é mortal”
 - “Sócrates é um homem”
 - “Logo, Sócrates é mortal”
- ❏ Todo X é Y . Z é X . Portanto, Z é Y .



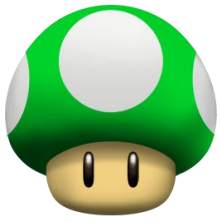
Tipos de Lógica

- ❏ **Lógica proposicional:** (ou lógica Booleana) lógica que representa a estrutura de sentenças usando conectivos como: "e", "ou" e "não".
- ❏ **Lógica de predicados:** lógica que representa a estrutura de sentenças usando conectivos como: "alguns", "todos" e "nenhum".
- ❏ **Lógica multivalorada:** estende os tradicionais valores verdadeiro/falso para incluir outros valores como "possível" ou um número infinito de "graus de verdade", representados, por exemplo, por um número real entre 0 e 1.
- ❏ **Lógica modal:** o estudo do comportamento dedutivo de expressões como: "é necessário que" e "é possível que".
- ❏ **Lógica temporal:** descreve qualquer sistema de regras e símbolos para representar e raciocinar sobre proposições qualificadas em termos do tempo.
- ❏ **Lógica paraconsistente:** lógica especializada no tratamento de bases de dados que contenham inconsistências.
- ❏ ...



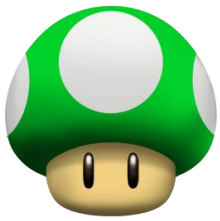
Conceitos Lógica

- ❏ **Sintaxe:** especifica todas as sentenças que são bem-formadas.
 - ❏ Exemplo na aritmética: " $x+y=4$ ", " $x4y+=$ ".
- ❏ **Semântica:** Especifica o significado das sentenças. A verdade de cada sentença com relação a cada "mundo possível".
 - ❏ Exemplo: a sentença " $x+y=4$ " é verdadeira em um mundo no qual $x=2$ e $y=2$, mas é falsa em um mundo em que $x=1$ e $y=1$.



Conceitos Lógica

- ❏ **Modelo:** um “mundo possível”. A frase “m é modelo de a” indica que a sentença a é verdadeira no modelo m.
- ❏ **Consequência lógica:** utilizada quando uma sentença decorre logicamente de outra.
Notação: $a \models b$ (b decorre logicamente de a).
Pode ser aplicada para derivar conclusões, ou seja, para conduzir inferência lógica



Consequência lógica no Mundo de Wumpus

Base de conhecimento:

Nada em [1,1];

Brisa em [2,1];

Regras do mundo de Wumpus;

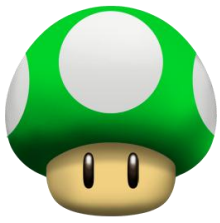
Interesse do agente:

Saber se os quadrados [1,2], [2,2] e [3,1] contém poços.

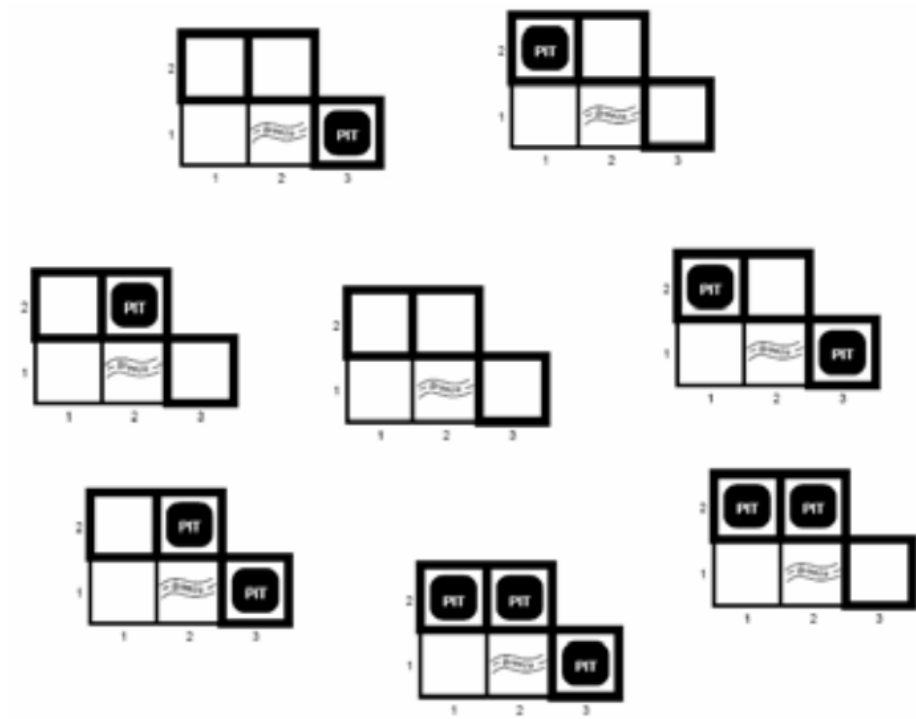
Possíveis modelos:

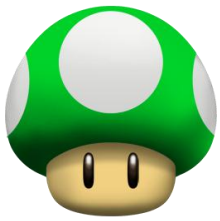
$$2^3=8$$

| | | | |
|----------------|---------------------|-----------|-----|
| 1,4 | 2,4 | 3,4 | 4,4 |
| 1,3 | 2,3 | 3,3 | 4,3 |
| 1,2 OK | 2,2 P? | 3,2 | 4,2 |
| 1,1 V OK | 2,1 A B OK | 3,1 P? | 4,1 |



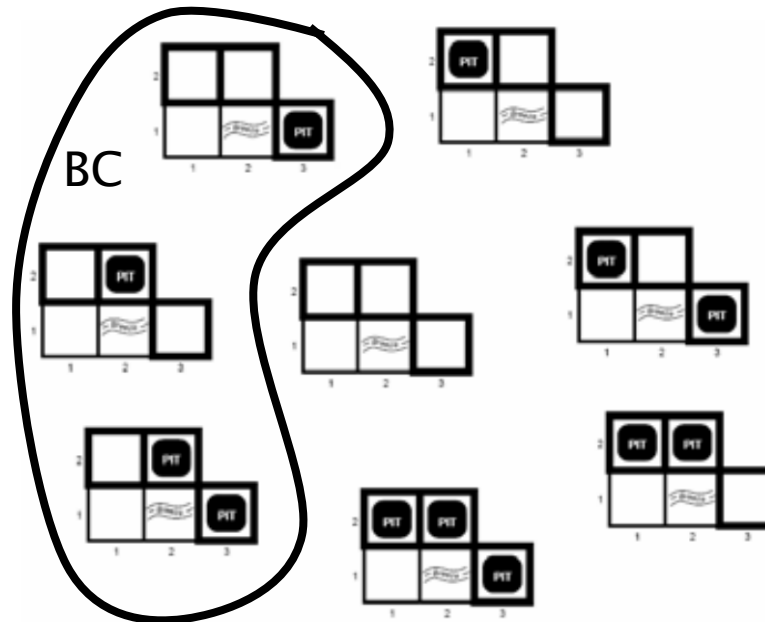
Possíveis Modelos

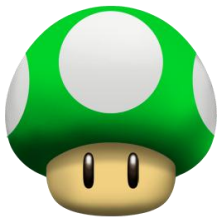




Consequência lógica no Mundo de Wumpus

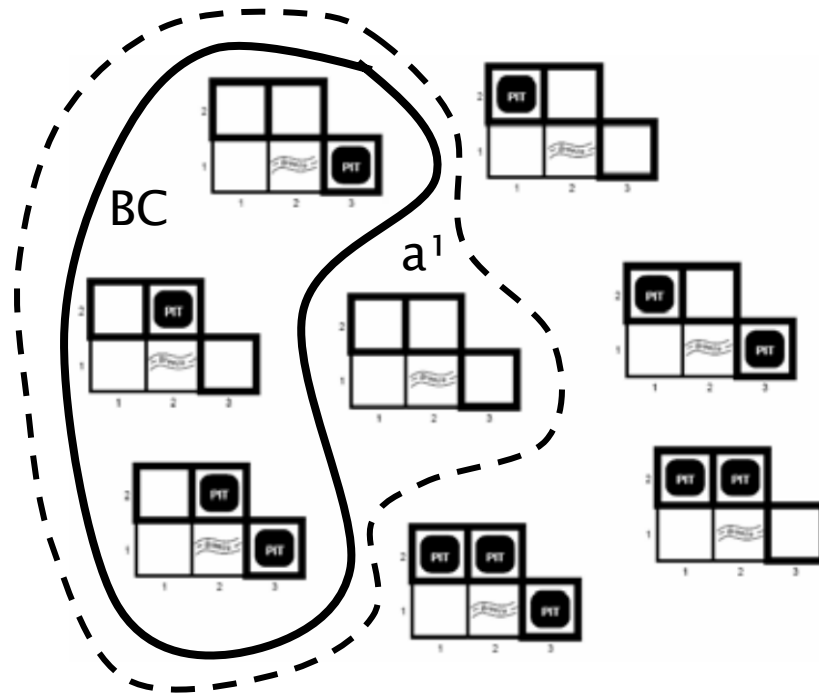
- ❏ A base de conhecimento (BC) é falsa em modelos que contradizem o que o agente sabe. Nesse caso, há apenas 3 modelos em que a base de conhecimento é verdadeira:



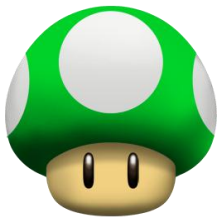


Consequência lógica no Mundo de Wumpus

- ❏ Considerando a possível conclusão:
 - ❏ $a^1 =$ "não existe nenhum poço em [1,2]"

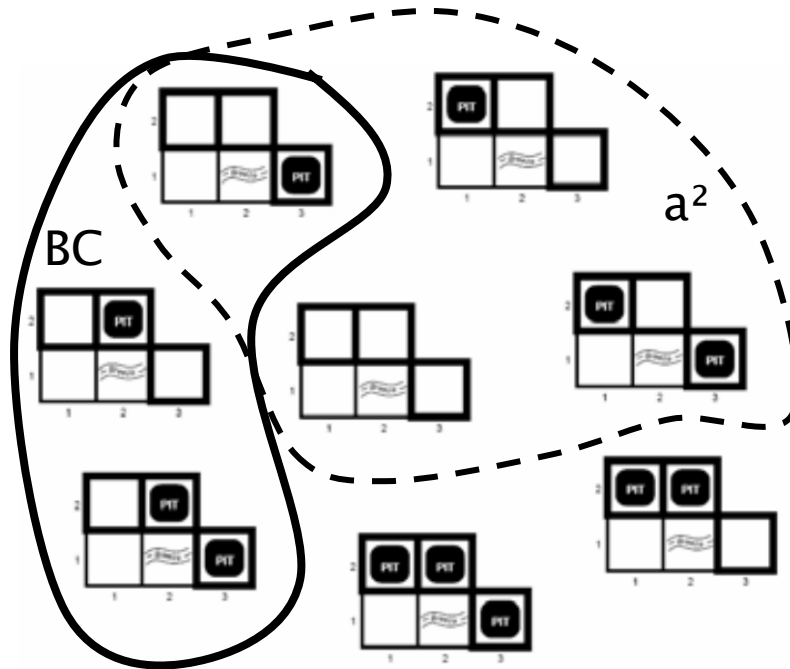


É possível afirmar que
 $BC \models a^1$

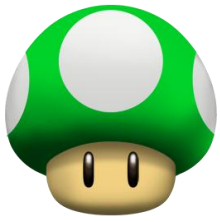


Consequência lógica no Mundo de Wumpus

- ❏ Considerando a possível conclusão:
 - ❏ a^2 = "não existe nenhum poço em [2,2]"



É possível afirmar que
 $BC \not\models a^2$



Inferência Lógica

- ❗ O exemplo anterior:
 - ❗ Ilustra a **consequência lógica**.
 - ❗ Mostra como a consequência lógica pode ser aplicada para produzir **inferência lógica** (derivar conclusões).
 - ❗ O algoritmo ilustrado no exemplo se chama **model checking**. Ele numera todos os possíveis modelos para checar se a é verdade em todos os modelos onde BC é verdade.