

## **Introdução, agentes e ambientes**

### **1. Qual a definição de inteligência? O que é o comportamento inteligente de uma máquina? Dê exemplos de aplicações práticas de IA no dia a dia.**

A inteligência na teoria é capacidade de resolver problemas, mas que em relações práticas levando em consideração a inteligência artificial não é a melhor definição, pois qualquer algoritmo é capaz de resolver um problema.

Comportamento inteligente de uma máquina pode ser dividido em 4 categorias, na qual cada uma vai agir diferente, são elas sistemas que agem ou pensam como seres humanos, na qual elas vão tentar realizar ações associadas a seres humanos, e os sistemas que agem ou pensam racionalmente, na qual vão agir próximo de que temos como definição de ser racional, ou seja conseguir pensar, raciocinar e agir.

#### **Exemplos de aplicação da inteligência artificial:**

- veículos autônomos.
- Reconhecimento facial.
- Sistemas de propaganda.
- Atendimento ao cliente

### **2. Você considera essa afirmação válida: “Ser inteligente significa parecer humano”? Justifique sua opinião.**

A inteligência como foi falado antes é a capacidade de resolver problemas, sendo racional ou não, vários animais têm essa capacidade, não é uma habilidade única do ser humano. Nosso conhecimento nessa área ainda é bem superficial, portanto é difícil ter uma resposta direta para essa afirmação, atualmente temos usado o ser humano como comparação para ver o quão inteligente um animal ou máquina é, sendo assim a afirmação com as informações que temos atualmente é considerada verdadeira.

### **3. Caracterize as seguintes categorias:**

**Comportamento inteligente de uma máquina pode ser dividido em 4 categorias, sendo elas:**

- Sistemas que pensam como humanos: Máquinas realizando atividades associadas ao pensamento humano, um exemplo é o das redes neurais artificiais.
- Sistemas que agem como humanos: Máquinas realizando atividades associadas a um ser humano, um exemplo é os robôs.
- Sistemas que pensam racionalmente: Máquinas capazes de entender, raciocinar e agir, como os sistemas inteligentes.
- Sistemas que agem racionalmente: Máquinas que tentam imitar de forma racional o comportamento humano, como os agentes inteligentes.

### **4. Em que consiste um agente racional? O que um agente racional precisa para melhorar seu desempenho?**

Agentes são os sistemas capazes de sentir o mundo à sua volta e agir nesse ambiente, então o agente racional vai sentir e agir corretamente no ambiente que ele está inserido, sendo isso levando sua taxa de sucesso em conta.

Agente racional precisa aprender e ter autonomia, ou seja ele vai utilizar o conhecimento obtido inicialmente e vai se adaptar às situações que forem colocadas no seu ambiente.

5. a) Responda SIM ou NÃO na tabela, para indicar o que caracteriza cada um dos agentes apresentados a seguir de acordo com as propriedades do ambiente. Justifique as suas respostas.
- b) Para cada um dos exemplos, defina os possíveis sensores, atuadores, objetivos (medida de desempenho) e ambiente.

| Características do ambiente | Catálogo de compras na internet                                       | Robô jogador de futebol  | Assistente matemático para demonstração de teoremas |
|-----------------------------|---|--|---|
| Completamente observável    | sim, pois o agente tem acesso a qualquer coisa executada pelo usuário | não, pois ele não tem acesso a informação de todo ambiente, apenas de agentes próximos.                          | não,  |
| Determinístico              | sim, pois suas ações dependem da ação do usuário.                     | não, pois como ele depende de outros agentes, ele não poderá agir somente levando em consideração as suas ações. |   |
| Estático                    |   | não, pois o ambiente se altera entre a realização da ação.   |   |
| Episódico                   |   | não, pois suas ações alteram as futuras.   |   |
| Discreto                    |   | não, pois depende de variáveis que assumem valores contínuos, como distância por exemplo.                        |   |
| Agente único                |   | não, pois tem vários agentes junto no mesmo ambiente.  |   |

|           | Catálogo de compras na internet                                   | Robô jogador de futebol  | Assistente matemático para demonstração de teoremas |
|-----------|---|--|---|
| Objetivos | minimizar gastos, maximizar os ganhos, não infringir nenhuma lei. | ganhar o jogo, fazer gols, não sofrer gols.  | provar o teorema, tempo gasto.                      |
| Sensores  | páginas, botões ou links clicados pelo usuário.                   | câmera, sensores de orientação, comunicação entre os outros jogadores, sensores de toque . | dispositivo de entrada para ler o teorema           |
| Atuadores | realizar uma nova compra, exibir informação de compras antigas.   | motores para mexer as pernas, corpo e cabeça.  | aceitar teoremas corretos recusar teoremas errados. |
| Ambiente  | internet, navegador.  | bolo, campo e outros jogadores.  | teorema a ser provado.                              |

**6. O que caracteriza um sistema multi-agente? Cite pelo menos duas aplicações para sistemas multi-agentes.**

Na teoria se refere a um sistema com vários agentes nele, por exemplo um táxi automatizado, futebol de robôs, que haverá mais de um agente para monitorar as ações e prever movimentos.

### **Busca sem informação e busca heurística**

**7. Como avaliamos as estratégias de busca (critérios)?**

**temos quatro critérios de busca:**

- completude:
- otimização
- complexidade de tempo
- complexidade de espaço

**8. Qual a diferença entre busca informada e não informada?**

Busca informada ou com informações, refere-se a sistemas que têm informações prévias do ambiente ao seu redor, e busca não informada são as que não tem informações nenhuma sobre o seu ambiente, ou seja, usará apenas os sensores para executar as ações.

**9. Quais são os principais métodos de busca não informada? Por que são chamados de “métodos de busca cega”?**

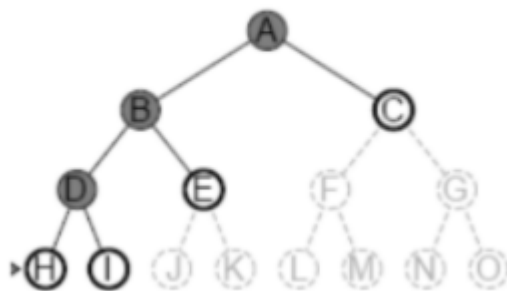
- Busca em largura (BFS)
- Busca de custo uniforme
- Busca em profundidade (DFS)
- Busca em profundidade limitada
- Busca de aprofundamento iterativo
- Busca bidirecional

São chamadas de busca cega pois ele não tem informações sobre seu ambiente, por exemplo um ambiente 4x4 um aspirador de pó deve manter o ambiente limpo, no entanto ele não enxerga a localização da sujeira, portanto ele ficará vasculhando o ambiente atrás do objetivo, como um cego, que precisa vasculhar o ambiente para achar o objeto desejado.

**10. Explique cada uma das estratégias de busca que os algoritmos abaixo adotam:**

**Busca em profundidade:**

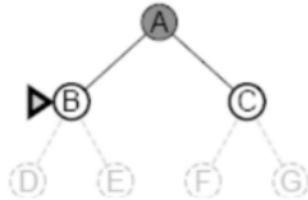
O objetivo é aprofundar até que não seja mais possível seguir pelo caminho atual.



No exemplo acima ele vai abrir o nó A, e vai seguir abrindo os nós mais a esquerda, que nesse caso seria B,D,H, em seguida ele abrirá o I,E,J,K, e assim por diante, até achar o nó objetivo.

## Busca em largura

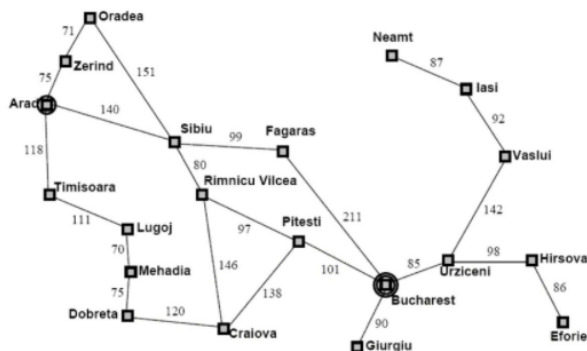
Todos os nós em dada profundidade na árvore de busca são expandidos primeiro, antes de todos os nós no nível seguinte.



No caso acima ele vai abrir o nodo A, após isso ele vai abrir o nodo B e C, e assim por diante até encontrar o nodo objetivo.

## Busca heurística gulosa:

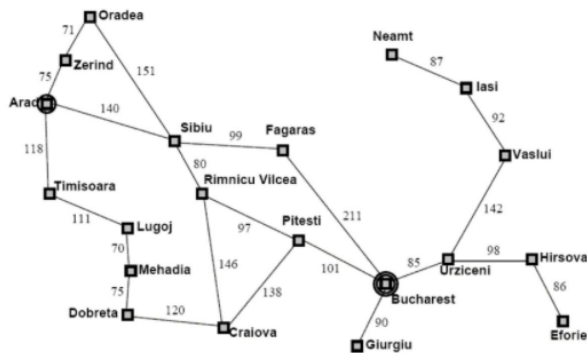
Em cada passo, tenta chegar o mais perto possível do objetivo.



|           |     |                |     |
|-----------|-----|----------------|-----|
| Arad      | 366 | Mehadia        | 241 |
| Bucharest | 0   | Neamt          | 234 |
| Craiova   | 160 | Oradea         | 380 |
| Dobreta   | 242 | Pitesti        | 100 |
| Eforie    | 161 | Rimnicu Vilcea | 193 |
| Fagaras   | 176 | Sibiu          | 253 |
| Giurgiu   | 77  | Timisoara      | 329 |
| Hirsova   | 151 | Urziceni       | 80  |
| Iasi      | 226 | Vaslui         | 199 |
| Lugoj     | 244 | Zerind         | 374 |

De Arad ele vai abrir as cidades que tem a distância em linha reta menor até o destino, no caso o menor é Sibiu com 253 km até bucharest, e assim por diante ele continuará fazendo esse teste até o objetivo, ele tem um problema do fato de poder entrar em looping infinitos e também por nem sempre achar o melhor caminho.

Igual a busca gulosa, só que com algumas modificações, como por exemplo a adição da distância no mapa.



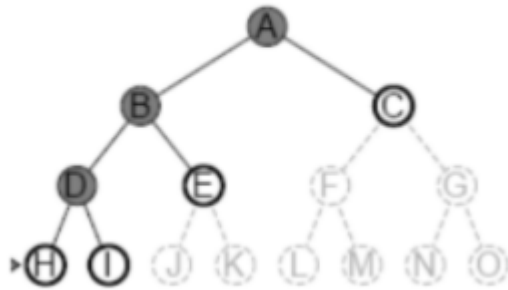
|           |     |                |     |
|-----------|-----|----------------|-----|
| Arad      | 366 | Mehadia        | 241 |
| Bucharest | 0   | Neamt          | 234 |
| Craiova   | 160 | Oradea         | 380 |
| Dobreta   | 242 | Pitesti        | 100 |
| Eforie    | 161 | Rimnicu Vilcea | 193 |
| Fagaras   | 176 | Sibiu          | 253 |
| Giurgiu   | 77  | Timisoara      | 329 |
| Hirsova   | 151 | Urziceni       | 80  |
| Iasi      | 226 | Vaslui         | 199 |
| Lugoj     | 244 | Zerind         | 374 |

No caso acima o código realizará uma conta somando o valor do mapa com o da tabela e abrirá o nodo de menor valor, no nosso caso Sibiu com 393 km, e continuará fazendo isso, podendo retornar se tiver um valor menor em algum outro nodo, resolvendo o problema da busca gulosa de entrar em looping infinitos.

Pois tem somente uma métrica a distância em linha reta entre dois pontos que pode causar que o algoritmo possa ficar preso em loopings e ir por caminho mais longo por causa dessa única métrica.

12. Dê um exemplo de problema em que a busca em largura funcionaria melhor do que a busca em profundidade. Dê um exemplo de problema em que a busca em profundidade funcionaria melhor do que a busca em largura. Justifique.

Tempo de reação é levado em consideração nessa disputa



No caso do valor objetivo ser o nodo G, a busca em largura funcionará melhor, pois ele abrirá menos nodos antes de encontrar o objetivo, já no caso de o objetivo ser o nodo H, a busca em profundidade será mais eficaz, pois ele não vai abrir boa parte dos nodos dessa árvore e será menos custoso em relação a tempo e custo computacional.

13. Em relação às heurísticas, responda as questões abaixo:

a) O que é uma heurística?

Heurística é a função que estima distância ao objetivo.

b) O que é uma heurística admissível?

Uma heurística admissível nunca superestima o custo de alcançar o objetivo, isto é, ela é otimista. (n) (distância em linha reta nunca é maior que distância pela estrada).

c) O que é uma heurística consistente?

Sempre chega a um dado nó pelo caminho mais curto possível.

d) Toda heurística é também admissível? Justifique sua resposta.

Sim



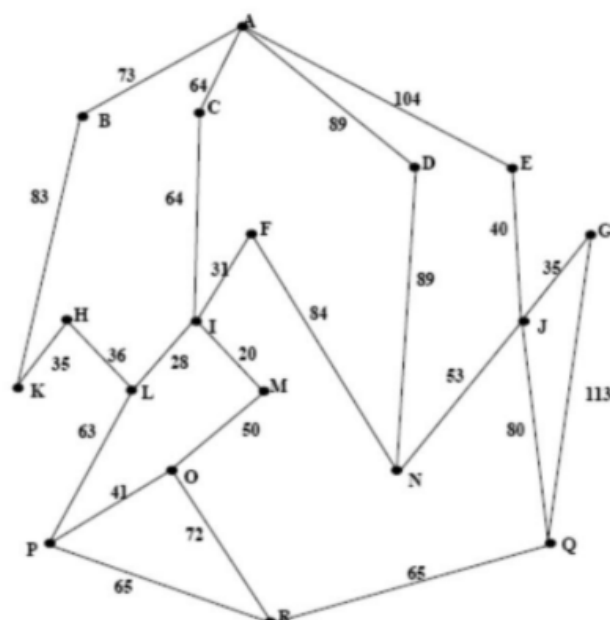
**14. O que significa dizer que uma heurística h1 domina uma heurística h2?**

Significa dizer que a heurística h1 é mais eficiente que a h2.

**15. Quais são as condições para que a busca do A\* seja ótima e completa?**

O algoritmo ser econômico e não entrar em caminho infinito

**16. Considere o seguinte mapa fora de escala:**



Distância em linha reta até R

|   |     |
|---|-----|
| A | 240 |
| B | 186 |
| C | 182 |
| D | 163 |
| E | 170 |
| F | 150 |
| G | 165 |
| H | 139 |
| I | 120 |
| J | 130 |
| K | 122 |
| L | 104 |
| M | 100 |
| N | 77  |
| O | 72  |
| P | 65  |
| Q | 65  |
| R | 0   |

Usando o algoritmo A\* determine uma rota de A até R, usando as seguintes funções de custo:

$g(n)$  = a distância entre cada cidade (mostrada no mapa).

$h(n)$  = a distância em linha reta entre duas cidades (tabela acima).

**Em sua resposta forneça os seguintes itens:**

- A árvore de busca que é produzida, mostrando a função de custo em cada nó.
- Defina a ordem em que os nós serão expandidos.
- Defina a rota que será tomada e o custo total.

**17. Classifique as sentenças a seguir como verdadeiro ou falso, justificando as falsas:**

a) (F) A busca em profundidade sempre acha a solução para um problema em menos tempo que a busca em amplitude.

**Varia de acordo com o exercício, ou seja não é nada certo que vai ser melhor que o outro.**

b) (F) A busca em gulosa é uma busca heurística em que a função de custo do caminho é igual a zero.

A busca gulosa se dá pelo maior valor heurístico entre os passos alcançáveis. Logo, seus passos têm valor heurístico.

c) (F) Na busca bidirecional uma das buscas necessita ser em largura.

d) (F) Os mecanismos de busca heurística sempre acham a solução ótima.

**Falso, pois não é todas as buscas heurísticas que vão achar a solução ótima.**

e) (V) Uma heurística admissível garante que o  $A^*$  ache a solução ótima.

f) (F) Dadas duas heurísticas admissíveis  $h_1$  e  $h_2$  tal que  $h_1 > h_2$ . Usando  $h_1$  expandiremos mais nós na árvore de busca.

## **Busca local e algoritmos genéticos**

**18. O que caracteriza a busca local?**

- Os algoritmos de busca local operam usando um único estado atual e se movem apenas para os vizinhos desse estado.
- Os caminhos seguidos pela busca não são guardados.

**19. Qual é a diferença entre um máximo local e um máximo global?**

Máximo global: Melhor caminho possível.

Máximo Local: Melhor caminho próximo

**20. Descreve a técnica Hill-Climbing (subida pela encosta mais íngreme). Quais as suas limitações?**

- Não examina antecipadamente valores de estados além dos vizinhos imediatos do estado corrente.
- Guarda apenas o estado atual e sua avaliação, não retornando um caminho.

As limitações vem do fato dela não voltar, ela sempre vai buscar o caminho que melhora o estado atual, podendo ficar presa antes do que o esperado, achando um ótimo local e não sair mais dele.

### **21. Qual a ideia básica do Simulated Annealing?**

Ela fará modificação que piora o estado atual para ganhar uma melhora no futuro. Ele é comparado com A\* na qual ele vai procurar objetivo e se for necessário ele pode retornar para um estado anterior se for mais vantajoso.

### **22. Do que consiste a busca em feixe local? Quais suas vantagens e desvantagens?**

- Monitora k estados ao invés de um só
- Começa com k estados selecionados aleatoriamente
- Em cada iteração, todos os sucessores de todos os k estados são gerados
- Se qualquer um dos estados é o objetivo então para;
- Se não seleciona os k melhores da lista completa e repete

#### **Vantagens :**

Quando um estado gera muitos sucessores bons (mais próximos do objetivo), o passo 4 faz com que o algoritmo guie a busca para essa região.

#### **Desvantagens:**

Os k estados podem rapidamente ficar concentrados em uma pequena região do espaço de estados.

### **23. Qual a relação da busca em feixe local com os algoritmos da subida de encosta e têmpera simulada? Qual a sua relação com os algoritmos genéticos?**

São todos algoritmos de busca local, ou seja, vai guardar as informações de estados próximos a ele. Já a relação com os algoritmos genéticos fazem a seguinte comparação:

- algoritmo genético: Refere-se à reprodução sexuada, na qual os estados vão ter modificações de características e vão começar com posições aleatórias.
- algoritmo de busca local: Refere-se a reprodução assexuada, ou seja os estados começam do mesmo local e possuem as mesmas configurações.

### **24. Defina os termos indivíduo, genoma, cromossomo/gene, alelo, função fitness, crossover, mutação e nova geração no contexto de algoritmos genéticos.**

- **Indivíduo:** Um estado do algoritmo genético.
- **Genoma:** Conjunto de variáveis que descreve o indivíduo.

- **Cromossomo/gene:** Cada variável que descreve o indivíduo o conjunto deles forma o genoma.
- **Alelo:** valor assumido pela variável
- **Função Fitness:** função responsável de filtrar a população, para selecionar os melhores indivíduos
- **Crossover:** Mistura dos genes entre os melhores indivíduos da população para gerar descendentes aleatórios com um pedaço de informação de um e outro pedaço de outro indivíduo.
- **Mutação:** um gene vai sofrer uma troca de valores para um valor aleatório entre o limite dado pelo programador
- **Nova geração:** Nova geração será formada a partir de crossover dos melhores indivíduos das gerações anteriores, juntamente com os melhores indivíduos da população anterior.

**25. Quais são as principais etapas envolvidas na construção de um algoritmo genético? Explique cada uma delas.**

- **Inicialização da população:** iniciação dos indivíduos com valores aleatórios.
- **Avaliação de cada indivíduo:** Será feita a avaliação de todos os indivíduos usando a Função Fitness a escolha do programador.
- **Seleção de alguns indivíduos:** A partir da Função Fitness escolhida será escolhido os melhores indivíduos da população, para ser os pais da próxima geração de indivíduos.
- **Crossover e mutação:** Mistura e variabilidade dos genes vai ser feita, no crossover vai ter o cruzamento dos genes ou seja o novo indivíduo vai ter informações do "pai" e "mãe", na mutação onde um gene vai sofrer uma mudança de valor entre o limite permitido.
- **Concepção da nova geração:** Os melhores da geração anterior juntamente com os descendentes vão compor a nova geração, na qual vai ter o mesmo número de indivíduos da geração anterior.
- **Terminar o algoritmo:** Terminaremos o algoritmo quando não tivermos mais progresso ou tivermos conseguido chegar no objetivo.

**26. Cite pelo menos uma aplicação onde os algoritmos genéticos são comumente aplicados (o exemplo precisa ser diferente daqueles apresentados durante a aula).**

- **Médica:** os Algoritmos Genéticos foram utilizados para auxiliar na elaboração de uma escala de trabalho dos médicos plantonistas neonatologistas da maternidade. O objetivo pretendido foi o de auxiliar

na solução da escala de trabalho dos médicos, em como diminuir o esforço e o desgaste humanos para a confecção do plantão.

- **Telecomunicações:** Segundo Blanchard (1994), no WCCI'94 – World Congress on Computational Intelligence – ocorrido em Orlando, na Flórida, mostrou uma série de soluções promissoras a situações reais utilizando Algoritmos Genéticos. Blanchard mostrou o caso da US West, uma companhia regional de telecomunicações do estado do Colorado, que vem usando um sistema baseado em AGs que possibilita projetar, em duas horas, redes óticas especializadas, trabalho que levaria seis meses utilizando especialistas humanos.

**27. Quais são as principais diferenças entre a busca competitiva e os outros algoritmos de busca vistos no primeiro bimestre?**

A diferença entre a busca competitiva e os outros algoritmos de busca é que na busca competitiva você tem um adversário ou seja algum indivíduo que vai atrapalhar o desempenho do agente.

**28. No que a Teoria dos Jogos se baseia? Quais são as quatro classificações de jogos comumente estudados em inteligência artificial?**

o ramo da matemática que enxerga qualquer ambiente multi-agentes como um jogo, desde que o impacto de um agente sobre outro seja significativo.

- Determinísticos: significa que o ambiente é totalmente previsível.
- De revezamento: indica que cada ação de um agente X é seguida por uma ação de um agente Y.
- De soma zero: os dois jogadores possuem objetivos opostos e simétricos. Isso quer dizer que, se um jogador ganha (+1), o outro necessariamente perde (-1).
- Com informações perfeitas: o estado de ambos jogadores é totalmente observado e não existe probabilidade de erro nas observações.

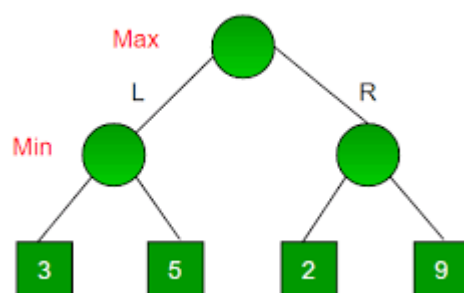
**29. Cite pelo menos um exemplo onde as máquinas já ultrapassaram os seres humanos (o exemplo precisa ser diferente daqueles apresentados durante a aula).**

Jogo da velha, o algoritmo consegue escolher informações que vão fazer no mínimo um empate, fazendo com que o oponente da ia não consiga ganhar dela, somente empatar, pelo fato do número de probabilidades ser menor de muitas outras, isso facilita para que tenha esse ótimo local.

**30. Como funciona a estratégia minimax? Quais são as principais características que foram acrescentadas na poda alfa-beta?**

MINIMAX é uma estratégia que especifica o movimento de MAX de modo a otimizar o valor de utilidade contra um oponente com estratégia ótima. Max e o min vão intercalar as jogadas o min escolher o menor valor possível e o max o maior possível, ambos vão fazer o possível para fazer a melhor escolha levando em consideração as ações do oponente.

**Exemplo:**

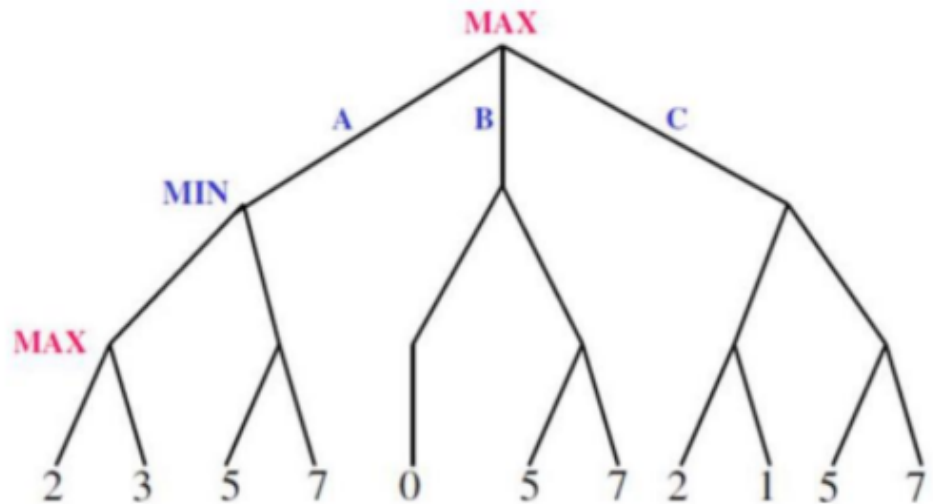


Levando a árvore de decisão acima, o min vai escolher o menor entre os dois valores do lado esquerdo que nesse caso é 3, no lado direito é o 2. Portanto o max vai escolher o 3 por ser o maior valor entre 2 e 3.

**31. Os tempos de execução dos algoritmos Minimax e poda alfa-beta não são iguais. Por que isto acontece? Qual é o melhor? Justifique sua resposta.**

O poda alfa-beta é mais eficiente, pois ele não abre nodos desnecessários, fazendo com que o tempo de execução seja menor.

**32. Decida a jogada de MAX (A, B ou C) considerando as utilidades fornecidas nas folhas e o algoritmo minimax. Após, adote o algoritmo poda alfa-beta e indique quais arestas/subárvores serão podadas.**



### **Mini-Max**

#### **Indo pelo nodo A obtemos:**

Max escolhe os valores maiores, então já que começamos pelo max, indo pelo nodo mais à esquerda, pegamos 3, em seguida vemos o nodo do lado que o maior valor é 7. Entre 3 e 7 min vai escolher 3.

#### **Indo pelo nodo B obtemos:**

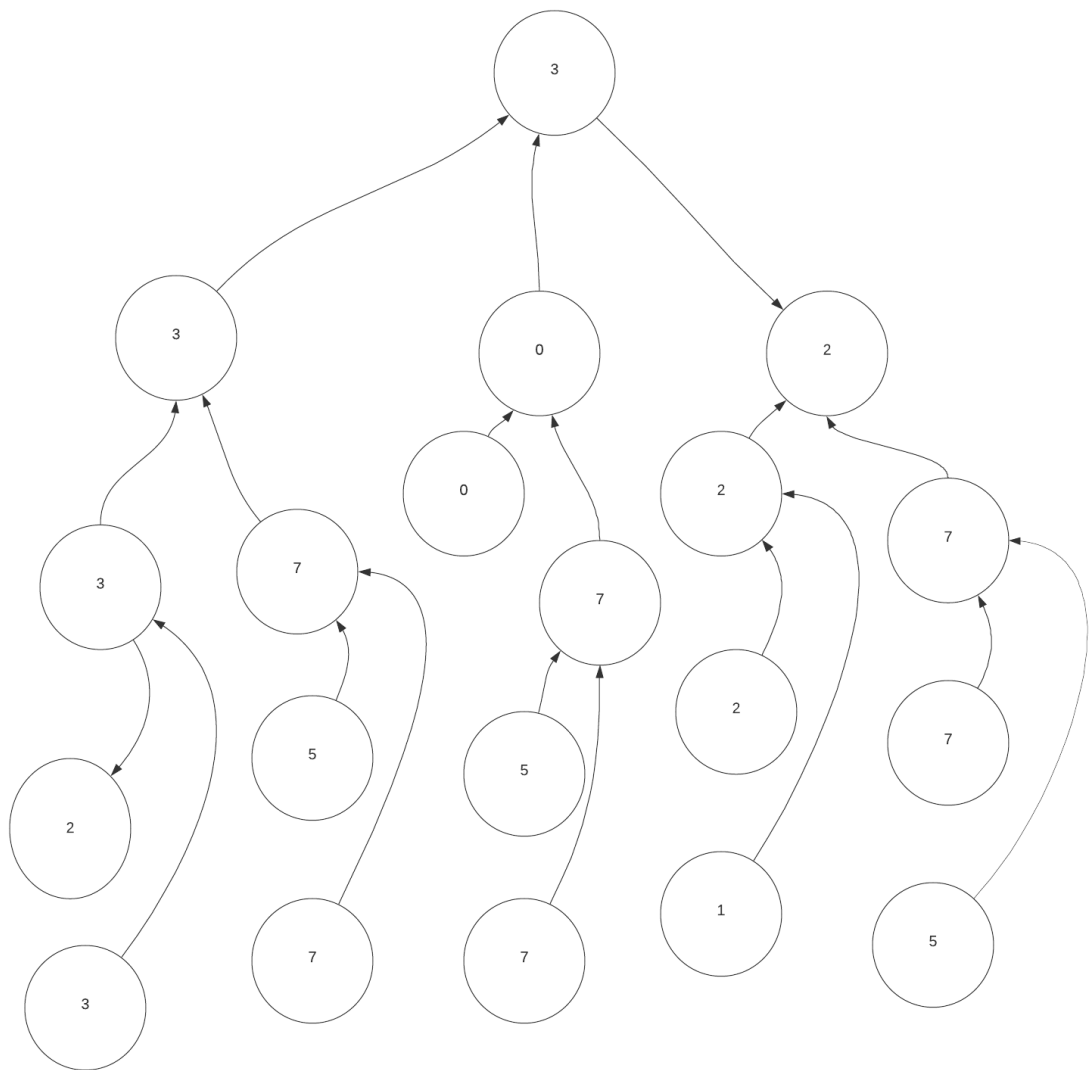
Max vai chegar abrir os nodos e ficará 0 do lado esquerdo e 7 do lado direito, o min escolherá o 0.

#### **Indo pelo nodo C obtemos:**

Max vai escolher 2 no lado esquerdo e 7 no lado direito, min vai escolher o 2.

#### **Final:**

Max vai escolher entre 3,0 e 2, chegando na resposta 3



### Poda $\alpha - \beta$

Começamos percorrendo os nodos da esquerda e pegamos como valor máximo 3, chegamos no min que levando em consideração que o primeiro valor que vemos é 5 sabemos  $5 > 3$  portanto ele será podado pelo  $\beta$  pois o  $\alpha$  vai escolher o menor e nesse lado não tem um menor.

No B vamos indo até acharmos 0 que é menor que 3 e o 5 e 7 será podado pois  $0 < 3$ , já no C encontramos  $2 < 3$  então o 5 e 7 serão podados pelo  $\alpha$  como na anterior, chegando assim no valor 3 pro Máx