



Decisão binária em seres humanos e agentes de inteligência artificial

Carolina Feher da Silva^{1,2}, Leliane Nunes de Barros¹

¹Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo

²Instituto de Física, Universidade de São Paulo

Introdução

Desde os anos 1950, vem sendo estudado o comportamento de seres humanos em uma tarefa simples de tomada de decisão, que envolve escolher repetidamente entre duas alternativas – uma tarefa de escolha binária repetida [3]. Em cada apresentação, dois quadrados são apresentados na tela do computador e o sujeito tenta prever qual deles contém uma recompensa.

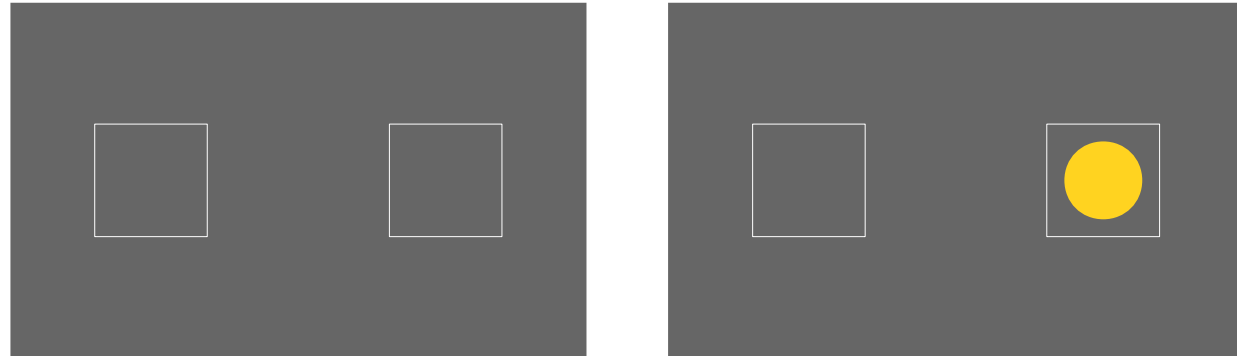


Figura 1: Em cada apresentação de uma tarefa de escolha binária repetida, o sujeito deve prever dentro de qual quadrado um círculo aparecerá.

A escolha correta é indicada a seguir, pelo aparecimento de uma bola dentro do respectivo quadrado. Os sujeitos são instruídos a maximizar o número de previsões corretas.

Qual luz se acende de fato é determinado aleatoriamente com probabilidades fixas: 0,7 para um dos lados (o lado em maioria) e 0,3 para o outro (o lado em minoria). Assim, para se obter o maior ganho esperado, deve-se escolher sempre o lado em maioria, uma estratégia conhecida como perseveração.

No entanto, os seres humanos em geral não perseveram. Nas últimas 10 apresentações dentre as 300 que compunham a tarefa, 72 alunos de odontologia escolheram o lado em maioria somente 76,3% das vezes [4]. A explicação mais aceita para tal comportamento é que os seres humanos não percebem que a sequência é aleatória – eles acham que ela segue um padrão e tentam quebrá-lo [3].

Objetivo

Nós propomos que os seres humanos não perseveram na tarefa de escolha binária repetida, pois fazem previsões com base nos resultados anteriores, procurando padrões, o que diminui a sua velocidade de aprendizado.

Para testar nossa proposta, o comportamento de agentes computacionais que tomam decisões binárias foi estudado e um experimento com sujeitos humanos foi realizado.

Agentes Computacionais

Agentes de inteligência artificial foram desenvolvidos para realizar a tarefa de escolha binária repetida, tentando prever cada resultado com base nos K resultados anteriores.

Dois tipos de agente foram utilizados, conforme o algoritmo que utilizavam para aprender a tarefa:

- Q-Learning [2];
- Modelo Dobay, Caticha e Baldo (DCB) [3].

Como é possível ver nas Figuras 2 e 3 abaixo, os agentes levam mais tempo para adotar a estratégia ótima (escolher sempre o lado em maioria) quanto maior é a sua memória dos resultados anteriores, de acordo com nossa proposta.

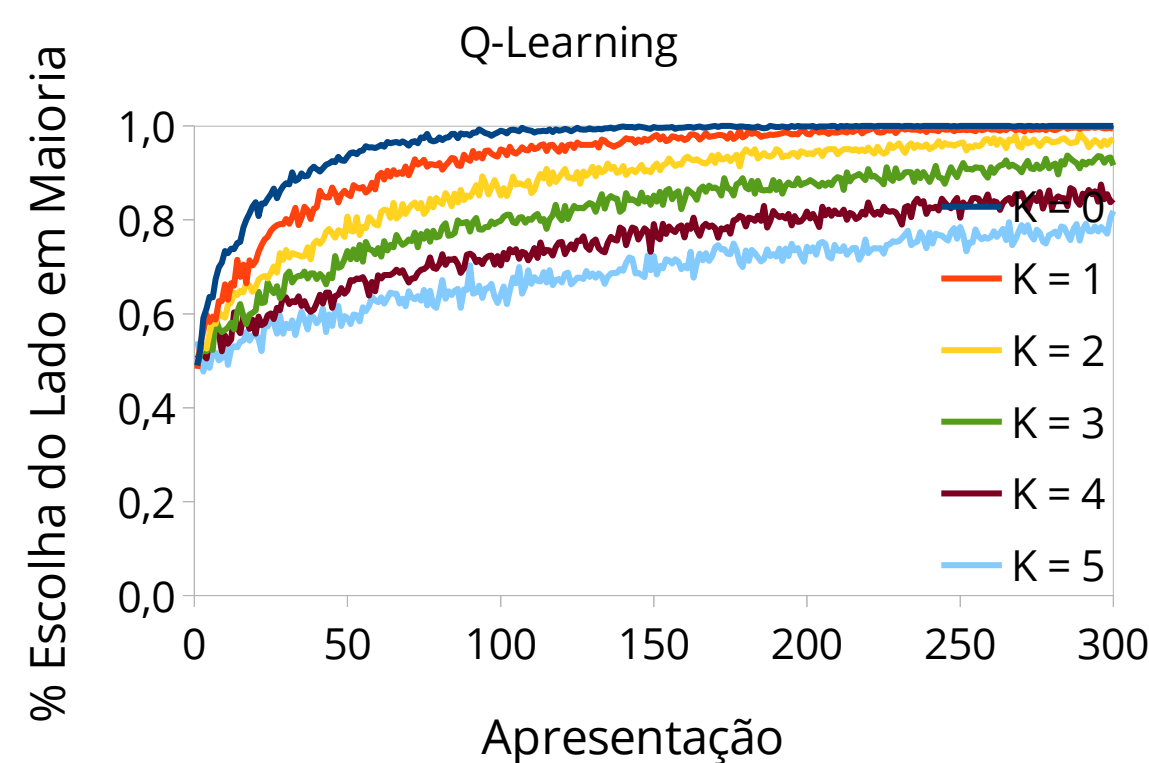


Figura 2: Resultados de uma tarefa de escolha binária repetida com o agente Q-Learning de memória de tamanho variado. $N = 1000$ para cada curva.

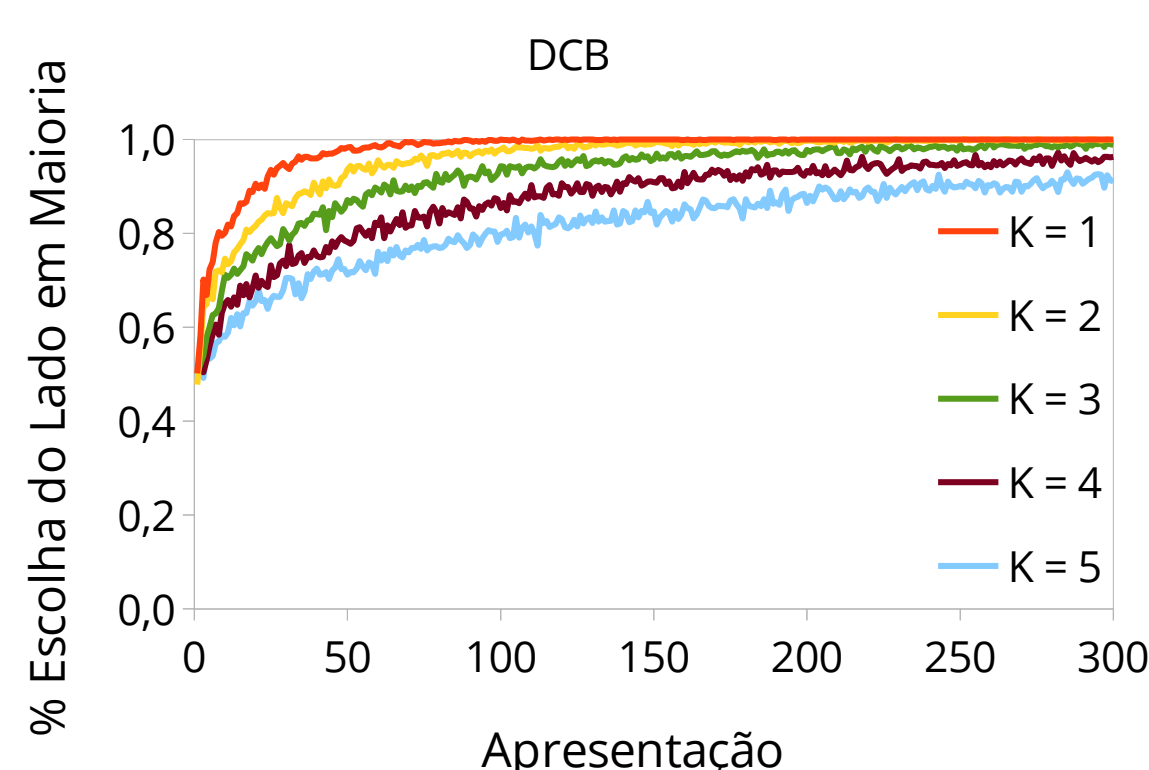


Figura 3: Resultados de uma tarefa de escolha binária repetida com o agente DCB de memória de tamanho variado. $N = 1000$ para cada curva.

Experimentos com Sujeitos Humanos

12 alunos de graduação entre 18 e 25 anos realizaram 200 apresentações da tarefa de escolha binária alternada com uma tarefa de memória. O objetivo era levar os sujeitos a esquecerem os resultados das escolhas binárias anteriores e assim obterem um desempenho melhor, semelhante ao dos modelos computacionais com K pequeno. Na tarefa de memória, um quadrado aparecia na tela do computador sequencialmente em quatro posições dentre nove possíveis.

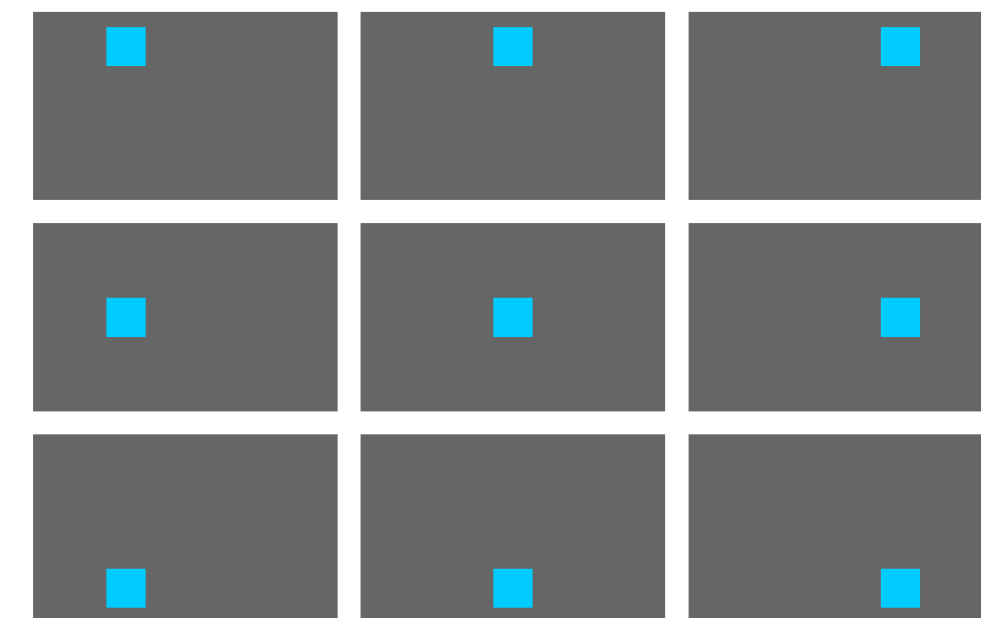


Figura 4: Na tarefa de memória, o sujeito deve memorizar e reproduzir a última posição do quadrado ou de todas as quatro posições.

O grupo com a tarefa de memória fácil (6 sujeitos) deveria memorizar e reproduzir a última posição do quadrado usando o teclado numérico. O grupo com a tarefa de memória difícil (6 sujeitos) deveria fazer o mesmo para todas as quatro posições. Foi previsto que o desempenho do segundo grupo seria melhor do que o do primeiro, pois só o primeiro seria capaz de procurar padrões na sequência de resultados de escolha binária.

Resultados

Obtivemos um resultado contrário ao que foi previsto. Calculamos a proporção de vezes em que cada voluntário escolheu o lado em maioria nas últimas 50 das 200 apresentações que compunham o experimento. O grupo com a tarefa de memória fácil escolheu aquele lado 89% das vezes (IC 95% [80%-98%]), enquanto que o outro grupo a escolheu somente 69% das vezes (IC 95% [52%-87%]). Um teste-t bicaudal assumindo variâncias diferentes revelou que a diferença entre os grupos foi estatisticamente significativa ($P < 0,05$).

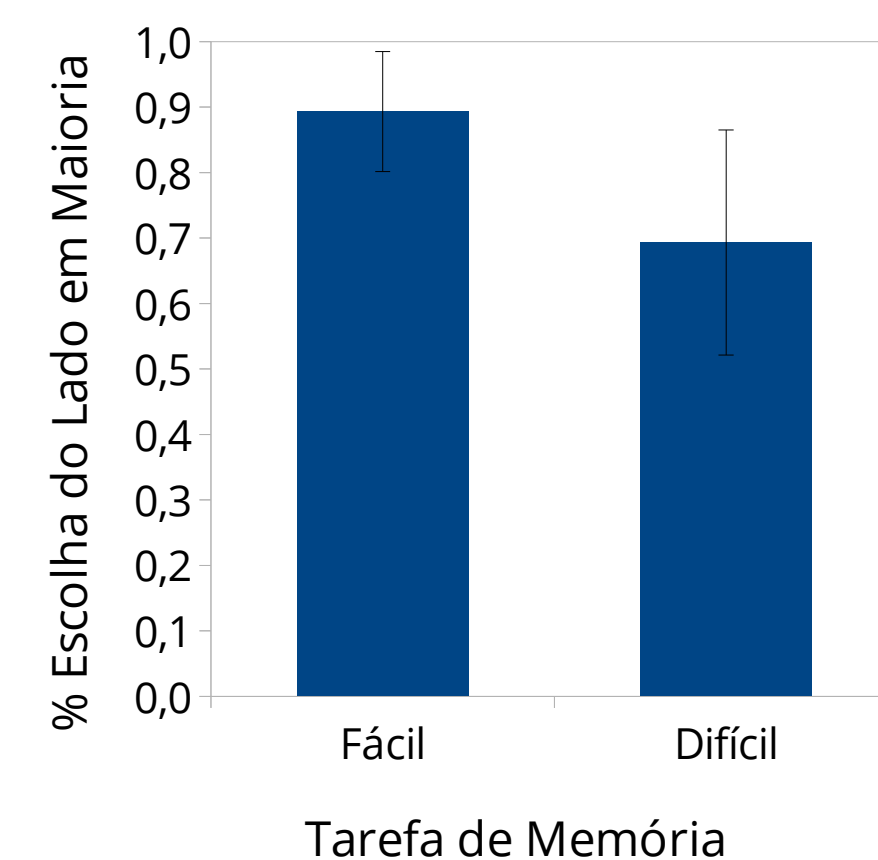


Figura 5: O grupo com a tarefa de memória fácil escolheu o lado em maioria mais frequentemente do que o grupo com a tarefa de memória difícil, ao contrário do que foi previsto ($P < 0,05$). $N = 12$.

Além disso, apenas um sujeito, que fez a tarefa de memória fácil, relatou que procurou um padrão na sequência de resultados. Portanto, mesmo a tarefa de memória fácil parece ter impedido a busca de padrões. A tarefa de memória difícil, por outro lado, pode ter impedido que os sujeitos prestassem atenção nos resultados da escolha binária por exigir maior esforço e atenção.

Conclusões

- Os agentes computacionais aprendem a perseverar mais lentamente conforme o tamanho de sua memória aumenta.
- O grupo de sujeitos humanos com a tarefa de memória fácil escolheu o lado em maioria mais frequentemente do que o grupo com a tarefa de memória difícil.
- É necessário realizar outros experimentos com sujeitos humanos a fim de explicar os resultados obtidos.

Referências

1. Eduardo Sangiorgio Dobay. *Complexidade e tomada de decisão*. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2014.
2. Richard S Sutton and Andrew G Barto. *Reinforcement Learning: An Introduction*. MIT Press, second edition, 2012.
3. Nir Vulkan. An Economist's Perspective on Probability Matching. *Journal of Economic Surveys*, 14(1):101–118, February 2000.
4. Carolina Feher da Silva. *Abordagem computacional e psicofísica da alocação atencional e tomada de decisão*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2011.