



ISSN: 1984-4751

---

**Edubot: um estudo prático de aprendizagem baseada em problemas no contexto de agentes inteligentes e jogos sérios**

**Thamyla Maria de Sousa Lima<sup>1</sup>**

**Rodrigo de França de Sá Menezes<sup>2</sup>**

**Alex Oliveira Barradas Filho<sup>3</sup>**

**Davi Viana<sup>4</sup>**

**João Batista Bottentuit Junior<sup>5</sup>**

**RESUMO**

A inteligência artificial é, atualmente, um campo de grande interesse de estudo. Seus conteúdos são aplicados em diversas áreas como ciência da computação e educação. Contudo, a compreensão adequada dos alunos pode não ser alcançada apenas com a exposição do conteúdo. Nesse sentido, uma solução que vem sendo bastante aplicada é a utilização de jogos sérios que se baseia em uma abordagem baseada em problemas. Estes jogos permitem a fixação do conteúdo pelo aluno e auxilia na construção do conhecimento com base nas suas

---

<sup>1</sup> Atualmente é Graduanda em Engenharia da Computação pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Desenvolvimento Android. E-mail: thamyla.sl@gmail.com

<sup>2</sup> Graduação em andamento em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. Atualmente é pesquisador e desenvolvedor da Universidade Federal do Maranhão. Tem experiência na área de Ciência da Computação. E-mail: rodrigo.fsamenezes@gmail.com

<sup>3</sup> Possui graduação em Sistemas de Informação pelo Centro Universitário do Maranhão (2006), mestrado em Engenharia de Eletricidade pela Universidade Federal do Maranhão (2009) e doutorado em Engenharia de Eletricidade pela Universidade Federal do Maranhão (2015). Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas de Computação. E-mail: alex.barradas@ecp.ufma.br

<sup>4</sup> Doutor e Mestre em Informática pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Amazonas. Graduado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Possui curso técnico em informática pela Fundação Nokia de Ensino. Atualmente é Professor Adjunto A da Universidade Federal do Maranhão. Além disso, é membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC) da UFMA e Diretor da Divisão de Difusão do Empreendedorismo da UFMA

<sup>5</sup> Doutor em Ciências da Educação com área de especialização em Tecnologia Educativa pela Universidade do Minho (2011), Mestre em Educação Multimídia pela Universidade do Porto (2007), Tecnólogo em Processamento de Dados pelo Centro Universitário UNA (2002) e Licenciado em Pedagogia pela Faculdade do Maranhão (2016). É também Especialista em Docência no Ensino Superior pela PUC-MG (2003), Engenharia de Sistemas pela ESAB (2010) e Educação a Distância pelo UNISEB (2015). É professor Adjunto IV da Universidade Federal do Maranhão, atuando no Departamento de Educação II. É Professor Permanente dos Programas de Pós-graduação em Cultura e Sociedade (Mestrado Acadêmico - Atual Coordenador Gestão 2018-2020) e Gestão de Ensino da Educação Básica (Mestrado Profissional), atua na linha de Cultura, Educação e Tecnologia (Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação). É líder do grupo de Estudos e Pesquisas em Tecnologias Digitais na Educação (GEP-TDE) E-mail: joabbj@gmail.com

ações e no *feedback* do jogo. Assim, neste trabalho foi desenvolvido o Edubot, um jogo que permite praticar os principais conceitos de agentes inteligentes através da resolução de problemas. Também é apresentada uma avaliação com 22 alunos da Universidade Federal do Maranhão, usada para analisar o impacto do jogo. A partir dos resultados, foi possível verificar um grande interesse dos alunos em utilizar ferramentas lúdicas. No quesito de entretenimento, o jogo obteve índices favoráveis indicando que o usuário se divertiu durante o jogo. Já com relação a aceitação, o questionário mostrou que os alunos pretendem continuar a jogar o Edubot. A partir de tais resultados, foi possível constatar que o Edubot é uma ferramenta promissora no processo de ensino e aprendizagem.

**Palavras-chave: Inteligência artificial; Jogos sérios; Edubot.**

## 1. Introdução

Nos últimos anos, os avanços obtidos na área da inteligência artificial permitiram a colaboração e proliferação de abordagens computacionais inteligentes para a geração de soluções em diferentes atividades humanas, tais como comunicação, ensino e aprendizagem, entretenimento, saúde e energia, entre outras (ZHANG, CHEN e DOU, 2010; BARRADAS FILHO *et al.*, 2015; SIRDESAI *et al.*, 2018). Dessa forma, a inteligência artificial tornou-se um campo de grande interesse de estudo e aplicações às diferentes áreas do conhecimento tais como ciência da computação, educação, engenharias, química e física.

Os principais conteúdos abordados em disciplinas introdutórias de inteligência artificial são: definições de sistemas inteligentes, representação do conhecimento, métodos de buscas (heurísticas), sistemas especialistas, métodos de aprendizagem e agentes, entre outros (RUSSELL e NORVIG, 2011). No entanto, apenas a exposição do conteúdo e/ou a representação por modelos matemáticos nem sempre são suficientes para uma compreensão adequada por parte dos alunos, em decorrência de sua heterogeneidade tanto de perfil como de formação (PANDINI, 2007).

Neste cenário, diferentes estratégias de ensino e aprendizagem podem ser adotadas para buscar o melhor aproveitamento dos alunos em relação ao conteúdo abordado em disciplinas de inteligência artificial. A aprendizagem baseada em problemas (ABP) é uma estratégia interessante que, nos últimos anos, tem sido adotada em inúmeras instituições de ensino (SOUZA e DOURADO, 2015), pois proporciona ao aluno uma situação com problemas definidos que devem ser resolvidos (BOROCHOVICIUS e TORTELLA, 2014).

Revista Tecnologias na Educação – Ano 10 – Número/Vol.27 – Edição Temática IX– III Simpósio Nacional de Tecnologias Digitais na Educação (III-SNTDE). UFMA - [tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br](http://tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br)

O conteúdo de sistemas baseados em agentes (SBA) e/ou multi-agentes é um exemplo que permite o emprego da ABP com a intenção de aplicar os conceitos estudados de forma prática em diferentes problemas. Um agente, seja hardware ou software, é definido como algo capaz de perceber um ambiente por meio de sensores e agir por meio de atuadores (RUSSELL e NORVIG, 2011).

No entanto, a aplicação da estratégia de ABP para os conteúdos de SBA requer tanto a construção de ambientes de tarefas e da estrutura de agentes (sensores e atuadores) como a definição de problemas que serão abordados em sala de aula. Para tanto, uma das soluções populares que a literatura apresenta são os jogos sérios, que permitem a simulação de tarefas e/ou desafios em ambientes virtuais e proporcionam maior engajamento por parte dos alunos (PROTOPSALTIS *et al.*, 2011).

Alguns trabalhos têm sido publicados envolvendo o desenvolvimento e a aplicação de jogos sérios para a prática de conteúdo específicos e construções de soluções genuínas na resolução de problemas. Silveira, Barradas Filho e Barros (2016) desenvolveram e aplicaram um jogo educacional para trabalhar os conceitos e práticas de diferentes paradigmas de programação, com o objetivo de proporcionar uma ferramenta que auxiliasse o aluno na fixação do conteúdo didático (SILVEIRA, BARRADAS FILHO e BARROS, 2016).

Georgeon (2017) tratou do desenvolvimento de um jogo pedagógico destinado em apresentar os conceitos fundamentais da aprendizagem construtivista, para permitir aos jogadores entender melhor como construir conhecimento sobre o mundo pelas regularidades de ações e feedback (GEORGEON, 2017). Pirovano e Lanzi (2014) desenvolveram um jogo denominado de “Fuzzy Tactics” cuja jogabilidade é baseada em lógica *fuzzy* e regras nebulosas, ou seja, os jogadores interagem com o jogo especificando um conjunto de regras que determinam o comportamento de suas tropas de guerra (PIROVANO e LANZI, 2014).

Nesse contexto, se torna extremamente atraente a utilização de jogos sérios para a aplicação de desafios contextualizados aos alunos, com a intenção de aprimorar o seu desenvolvimento crítico e a sua fixação do conteúdo de agentes inteligentes pela construção de soluções próprias. Portanto, o objetivo da pesquisa foi desenvolver o “Edubot”, um jogo sério para praticar os principais conceitos de agentes inteligentes pela resolução de problemas, e avaliá-lo por alunos de graduação para discutir as suas percepções em relação ao jogo.

## 2. Metodologia

## 2.1 Desenvolvimento do Edubot

No processo de desenvolvimento do Edubot, a primeira etapa consistiu na delimitação dos conteúdos de agentes inteligentes tratados no jogo, ou seja, na seleção de quais classes de agentes seriam trabalhadas, conforme ilustrado na Figura 1. Essas diferentes classes de agentes inteligentes, sugeridas por Russell *et al.* (2003), indicam o aumento da complexidade e funcionalidade conforme avançam de agentes reativos simples até agentes com aprendizagem (COULTER e PAN, 2018). Dessa forma, a praticidade na implementação e o nível de complexidade na resolução de problemas justificam a escolha por agentes reativos simples e agentes reativos baseados em modelo.



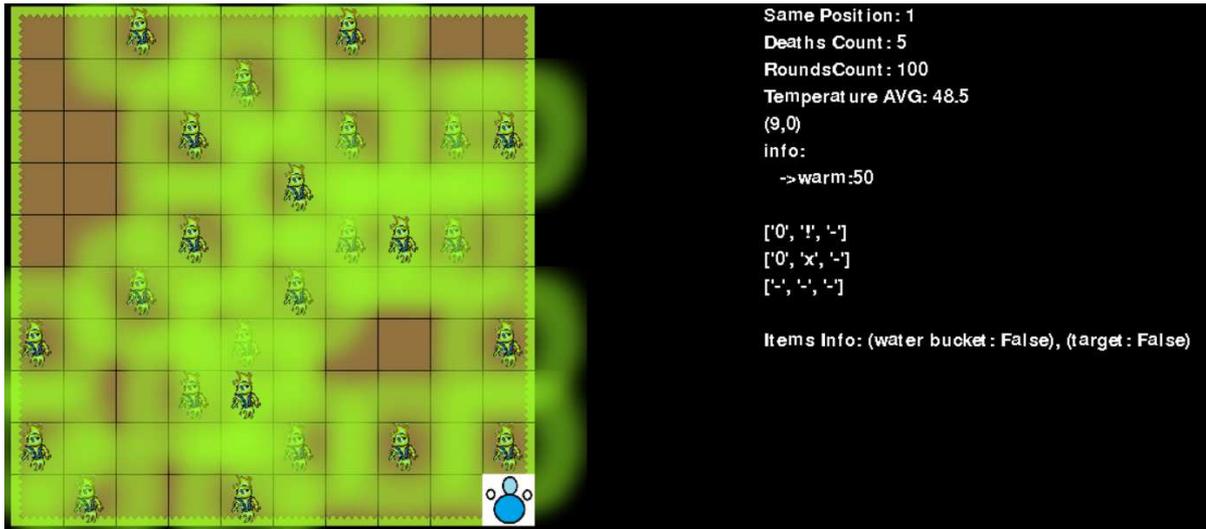
Fonte: Adaptado de COULTER e PAN (2018).



A próxima etapa foi a construção dos cenários (ambientes de tarefas) do jogo tanto para agentes reativos simples como para agentes reativos baseados em modelo. Em ambos os cenários, o jogador deve programar em Python a lógica de ação do agente conforme a disponibilidade dos sensores (visão, temperatura e alvo) e atuadores (esquerda, direita, cima e baixo).

No primeiro cenário (Figura 2), o jogador deve evitar, por 100 rodadas, o contato do agente com os monstros que estão percorrendo o mapa, onde a quantidade de contatos e movimentos repetidos são contabilizados como penalidade. O sensor disponível para a programação no primeiro cenário é o de visão, que permite observar quais monstros estão próximos do agente. A solução requer que o agente opere apenas por regras condicionais simples baseadas em sua percepção atual, caracterizando-o como um agente reativo simples.

Figura 2 - Primeiro cenário.



Fonte: Autoria própria.

No segundo cenário (Figura 3), cujos sensores disponíveis são o de temperatura e o de alvo, o jogador deve buscar um alvo e retornar à linha da posição inicial do agente, além de evitar os monstros. O sensor de temperatura permite obter o valor em °C do quadrante atual do agente: quanto mais próximo do monstro, maior o valor da temperatura. O sensor de alvo permite ter uma ideia de localização do objeto procurado, ou seja, o agente não obtém as coordenadas exatas do objeto procurado, mas o quão próximo está.

Figura 3 - Segundo cenário



Fonte: Autoria própria.

O agente do segundo cenário não possui a visão dos monstros, que neste desafio são estáticos. Portanto, a solução requer o mapeamento do cenário para a construção de um modelo que permita evitar os monstros, obter o objeto procurado e retornar à linha da posição inicial do agente.

## **2.2 Método de aplicação do Edubot em sala de aula**

O jogo foi aplicado em uma turma da disciplina de Inteligência Artificial do curso Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Para melhor desempenho das atividades, foi recomendado previamente aos alunos estudar a sintaxe da linguagem Python.

A dinâmica foi realizada em dois dias com intervalo de um dia para proporcionar ao aluno tempo para analisar criticamente os problemas e buscar soluções conceituais. O primeiro dia foi utilizado para instruir os alunos sobre as regras e o funcionamento do Edubot, enquanto que no segundo dia foi realizada uma avaliação para compor a nota da Unidade I da disciplina.

Os alunos tiveram acesso ao jogo, que foi aplicado individualmente, apenas durante a execução da dinâmica, em que não foi permitido o acesso a internet e materiais diversos. Os problemas foram apresentados aos alunos sem sugestões ou recomendações de possíveis soluções, e o ambiente do Edubot permitiu a realização de testes e análise de performance do agente implementado antes da submissão ao professor.

## **2.3 Método de avaliação do jogo pelos alunos**

Para a avaliação do grau de satisfação dos jogadores em relação ao Edubot, foi utilizado o método proposto por Giannakos (2013), que apresenta uma abordagem simples e prática de aplicação aos participantes baseada em quatro dimensões: entretenimento, aceitação, emoções e performance (GIANNAKOS, 2013).

Os objetivos da análise de cada dimensão são: investigar quão pessoalmente prazerosa é a atividade de jogar (entretenimento); verificar o interesse dos estudantes para utilizar o jogo educacional (aceitação); examinar como uma pessoa se sente sobre o uso do jogo (emoções); e analisar o nível de conhecimento adquirido pelos alunos durante a utilização do jogo (performance). A Tabela 1 mostra os itens (questionários) que compõem cada dimensão.

Tabela 1 - Dimensões e questionários

<b>Dimensões</b>	<b>Itens</b>
Entretenimento: <i>prazer (ENJ)</i>	Estudar é mais interessante usando o Edubot? (ENJ1); É divertido utilizar o Edubot? (ENJ2); Eu gosto de utilizar o Edubot? (ENJ3).  (Opções: discordo completamente, discordo, neutro, concordo e concordo plenamente).
Aceitação: <i>intenção de usar o jogo educativo (IUEG)</i>	Eu planejo usar o Edubot para estudar no futuro? (IUEG1); Eu pretendo continuar usando o Edubot para estudar no futuro? (IUEG2); Eu espero que meu uso do Edubot continue no futuro? (IUEG3).  (Opções: discordo completamente, discordo, neutro, concordo e concordo plenamente).
Emoções: <i>felicidade (HAP)</i>	Indique como você se sente ao usar o Edubot para estudar.  (Opções: muito feliz, feliz, neutro, infeliz e muito infeliz).
Performance: <i>(PER)</i>	Quantidade de alunos que completaram com sucesso o primeiro cenário.

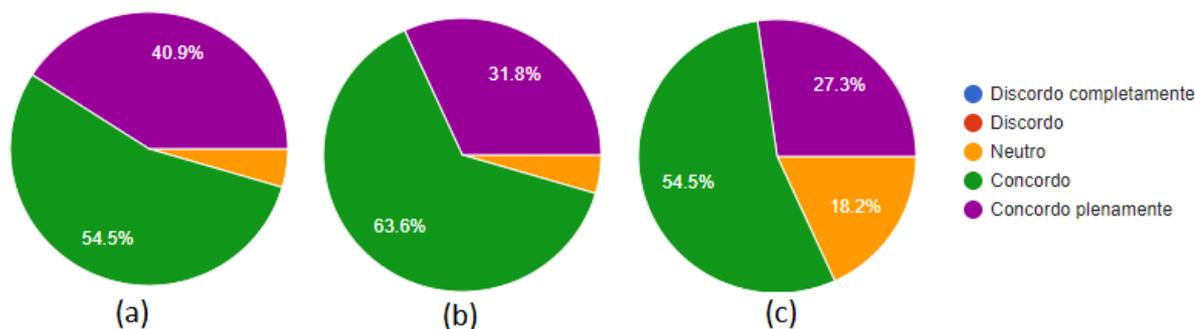
Fonte: Adaptado de GIANNAKOS (2013).

### 3. Resultados e discussões

Os participantes do processo de avaliação do Edubot consistiram de 22 alunos da UFMA, sendo 12 do curso de Ciência da Computação e 10 do curso BICT. A maioria dos alunos pertencia à faixa etária de 18 a 28 anos, e apenas 1 aluno era da faixa etária de 29 a 39 anos. Além disso, a aplicação do questionário social mostrou que 77,2% dos alunos possuíam o hábito de jogar pelo menos 1 vez por mês. Em geral, essas informações indicam a afinidade e o convívio do grupo de alunos com a cultura de jogos, o que lhes permite uma análise crítica mais detalhada do assunto.

Nesse contexto, os primeiros resultados obtidos foram referentes à dimensão entretenimento, cuja importância é ressaltada por tratar do prazer do jogador pelo jogo em questão e por influenciar nas demais dimensões (FADEL *et al.* 2014). A avaliação do entretenimento consistiu na aplicação de três questões relacionadas ao interesse sobre a utilização do Edubot para estudo (ENJ1), diversão (ENJ2) e gosto (ENJ3), conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Resultados dos dois primeiros itens sobre entretenimento - (a) ENJ1, (b) ENJ2 e (c) ENJ3.



Fonte: Autoria própria.

No questionário ENJ1, 95,5% dos participantes concordaram que a utilização do Edubot permitiu o estudo sobre agentes inteligentes mais atrativo para a disciplina. Dessa forma, a utilização da abordagem de ABP no Edubot e o perfil dos alunos, provenientes de cursos de computação, colaboraram para um resultado positivo, pois ofereceram um ambiente de resoluções de problemas pelo emprego dos conceitos de agentes inteligentes e da prática de programação, o que torna o desafio mais atraente e integrado ao contexto dos estudantes.

O questionário ENJ2 teve o mesmo percentual de participantes do questionário anterior (95,4%) quanto ao consentimento de que a utilização do Edubot foi uma experiência divertida. Fadel *et al.* (2014) cita algumas características, encontradas no Edubot, que proporcionam maior probabilidade de diversão dos alunos e ajudam no entendimento dos resultados positivos em relação ao jogo aplicado em sala de aula, tais como: equilíbrio entre a dificuldade dos problemas apresentados e o grau de conhecimento dos alunos, foco para execução das tarefas, êxtase no cumprimento dos objetivos, perda da sensação de tempo, e motivação por metas e recompensas (FADEL *et al.* 2014).

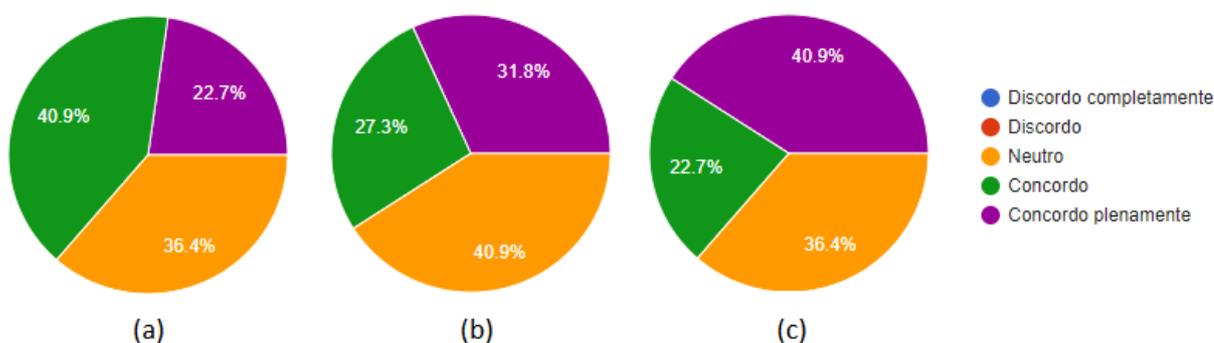
Um dos principais aspectos para o sucesso de um jogo está relacionado com o fato de o usuário gostar do jogo o suficiente para continuar jogando (KOSMADOUDI *et al.*, 2013),

cuja avaliação foi realizada pelo questionário ENJ3. De forma geral, o *feedback* dos alunos continuou positivo, visto que 81,8% gostaram de jogar o Edubot, mas houve um aumento na quantidade de opiniões que mostram indiferença (neutro) ao aspecto de gostar, conforme pode ser observado na Figura 4. Tal resultado motiva a execução de novos estudos, levando em consideração a experiência do usuário para entender quais elementos o ajudaria a melhorar sua probabilidade de gostar de jogar o Edubot (LAW e SUN, 2012).

Em sua maioria, os alunos julgaram que o Edubot apresenta bons níveis de entretenimento pois permite minimamente a realização de atividades que deixam os jogadores felizes e nas quais podem dar o seu melhor, conforme a teoria de estado de *flow* proposta por Csikszentmihalyi (1988). Ademais, Su e Hsaio (2015) ressaltam a importância de um jogo que permita alcançar o estado de *flow* para despertar, nos jogadores, a curiosidade e a procura por novas possibilidades de aquisição do conhecimento (SU e HSAIO, 2015).

Para o estudo da intenção de utilização do Edubot, denominada de dimensão de aceitação, três questionários (IUEG1, IUEG2 e IUEG3) foram aplicados aos alunos da disciplina de Inteligência Artificial, cujos resultados estão ilustrados na Figura 5.

Figura 5 – Resultados dos três itens sobre aceitação – (a) IUEG1, (b) IUEG2 e (c) IUEG3



Fonte: Autoria própria.

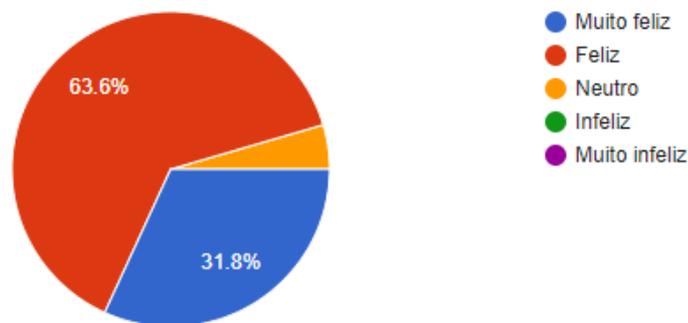
Em relação aos resultados de aceitação, observa-se que a maioria dos alunos declarou interesse em utilizar o Edubot no futuro. No entanto, a quantidade de respostas que apontam indiferença quanto ao uso contínuo do Edubot cresceu em comparação à dimensão de entretenimento.

Ressalta-se que o Edubot não é um jogo de entretenimento puro, pois não apresenta diversos elementos de jogos comerciais, tais quais narrativa, estética, efeitos sonoros,

tutoriais, *feedbacks*, e entre outros (LEITE e MENDONÇA, 2013). Portanto, como a pretensão de utilizar o jogo no futuro está relacionada à atitude pessoal, a ausência de elementos presentes em jogos comerciais interfere na familiarização e intenção de uso contínuo do Edubot pelos alunos (GIANNAKOS, 2013). Dessa forma, os resultados obtidos e discutidos da dimensão de aceitação motivam a continuar o aprimoramento do Edubot, no sentido de inserir novos conteúdos a respeito de agentes inteligentes e elementos que estimulem a utilização contínua do jogo.

A próxima dimensão avaliada, denominada de HAP, trata do grau de felicidade dos alunos ao utilizar o Edubot, cujos resultados são ilustrados na Figura 6.

Figura 6 – Resultados da dimensão HAP.



Fonte: Autoria própria.

A maioria dos alunos declararam um sentimento de felicidade ao jogar o Edubot, o que é considerado um resultado importante, pois se espera que os jogos educacionais proporcionem o máximo de emoções positivas aos alunos para que possam influenciá-los, também de forma positiva, em seu desempenho. Ademais, o único aluno que avaliou o seu sentimento de felicidade ao jogar o Edubot como neutro informou no questionário social que raramente faz uso de jogos digitais de entretenimento, o que de certa forma pode ter influenciado em sua resposta referente à dimensão HAP.

A última dimensão analisada, a performance, está relacionada com o desempenho dos alunos ao executar o jogo durante o estudo. Neste caso, a performance foi mensurada pela conclusão do desafio do primeiro cenário, cuja solução foi baseada na implementação de um agente reativo simples. Em geral, os 22 alunos analisaram o problema do primeiro cenário e conseguiram alcançar o objetivo com sucesso, alguns com soluções genuínas, o que permite

entender o potencial do emprego da ABP e jogos sérios no desenvolvimento crítico do aluno, tanto na interpretação de desafios como na criação de respostas.

O segundo cenário foi acordado como um desafio bônus para os alunos, os quais deveriam implementar como resposta uma estrutura de agente reativo baseado em modelo. Nesse contexto, apenas 11 alunos concluíram parcialmente o segundo cenário, o que provavelmente está associado ao aumento da complexidade do problema e ao tempo oferecido para a execução das atividades.

#### 4. Conclusão

A abordagem de aprendizagem baseada em problemas associada ao contexto de jogos sérios foi adequada para trabalhar devidamente os conteúdos de agentes inteligentes propostos na pesquisa (agente reativo simples e agente reativo baseado em modelo). Portanto, a utilização do Edubot permitiu aos alunos a representação, em um ambiente virtual, de dois tipos de desafios contextuais e o emprego de ferramentas para solucioná-los.

As dimensões de entretenimento, aceitação, emoções e performance permitiram o *feedback* dos alunos por diferentes perspectivas em relação ao Edubot. Dessa forma, os questionários de cada dimensão contribuíram para o entendimento de quais elementos podem ser inseridos para melhorar a experiência de jogar o Edubot.

Ademais, os resultados também mostraram o grande interesse dos alunos, provenientes dos cursos de computação, em utilizar ferramentas lúdicas para a prática de conceitos relacionados à disciplina de inteligência artificial.

Em suma, a utilização do Edubot, conforme demonstrado no trabalho, apresenta-se como uma ferramenta promissora, que emprega uma abordagem baseada em problemas, para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos referente aos conteúdos de agentes inteligentes.

#### 5. Referências Bibliográficas

ALHAMMAD, M. M.; MORENO, A. M. Gamification in software engineering education: A systematic mapping. **Journal of Systems and Software**, vol 141, p. 131-150, 2018.

BARRADAS FILHO, A. O.; BARROS, A. K. D.; LADIBI, S.; VIEGAS, I. M. A.; MARQUES, D. B.; ROMARIZ, A. R. S.; SOUSA, R. M.; MARQUES, A. L. B.; MARQUES, E. P. Application of artificial neural networks to predict viscosity, iodine value and induction period of biodiesel focused on the study of oxidative stability. **Fuel**, vol 145, p. 127-135, 2015.

BOROCHOVICIUS, Eli; TORTELLA, Jussara Cristina Barboza. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 263-294, 2014.

COULTER, R.; PAN, L. Intelligent agents defending for an IoT world: A review. **Computers & Security**, vol 73, p. 439-458, 2018.

FADEL, L. M.; ULBRICHT, V. R.; BATISTA, C. R.; VANZIN, T. **Gamificação na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. 300p.

GEORGEON, O. L. Little AI: Playing a constructivist robot. **SoftwareX**, vol 6, p. 161-164, 2017.

GIANNAKOS M. N. Enjoy and learn with educational games: Examining factors affecting learning performance. **Computers & Education**, vol 68, p. 429-439, 2013.

HETZNER, S.; PROTOPSALTIS, A.; PAPPA, D.; PANNESE, L. Serious Games for Formal and Informal Learning. **eLearning Papers**, vol 25, 2011.

KOSMADOUDI, Z.; LIM, T.; RITCHIE, J. L.; SUNG, R. C. W.; LIU, Y.; STANESCU, I. A.; STEFAN, A. Game Interactivity in CAD as Productive Systems. **Procedia Computer Science**, vol 15, p. 285-288, 2012.

KOSMADOUDI, Z.; LIM, T.; RITCHIE, J.; LOUCHART, S. LIU, Y.; SUNG, R. Engineering design using game-enhanced CAD: The potential to augment the user experience with game elements. **Computer-Aided Design**, vol 45, p. 777-795, 2013.

LAW, E. L.; SUN, X. Evaluating user experience of adaptive digital educational games with Activity Theory. **International Journal of Human-Computer Studies**, vol 70, p. 478-497, 2012.

LEITE, P. S.; MENDONÇA, V. G. Diretrizes para *Game Design* de jogos educacionais. **SBC - Proceedings of SBGames**, 2013.

NORVIG, P.; RUSSELL S. **Artificial Intelligence**: Pearson New International Edition: A Modern New Approach. 3 ed. Pearson, 2011.

PANDINI, C. M.; ROESLER, J.; RINAUDI, M. C.; COSTA, A.; FLORES, A. M. **Métodos, Estratégias e Procedimentos Didáticos**. 1. Ed. Palhoça: Unisul, vol 1, 147p, 2007.

PIROVANO M., LANZI, P. L. Fuzzy Tactics: A scripting game that leverages fuzzy logic as an engaging game mechanic. **Expert Systems with Applications**, vol 41, p. 6029-6038, 2014.

SILVEIRA, R. M. C.; BARRADAS FILHO, A. O.; BARROS, A. K. D. Desenvolvimento de jogos para aplicação como ferramenta de aprendizagem de ensino de paradigmas de programação. **VI Jornada de Informática do Maranhão**, São Luís, 2016.

SIRDESAI, N. N.; SINGH, A.; SHARMA, L., K.; SINGH, R.; SINGH, T. N. Determination of thermal damage in rock specimen using intelligent techniques. **Engineering Geology**, vol 239, p. 179-194, 2018.

SOUZA, S. C.; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas: um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **Holos**, vol 5, p. 182-200, 2015.

SU, C.; HSAIO, K. Developing and Evaluating Gamifying Learning System by Using Flow-Based Model. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, vol 11, p. 1283-1306, 2015.

ZHANG, J.; CHEN, J.; DOU, L. Application of Intelligent Robot Experiment in Education of Control Theory. **IFAC Proceedings Volumes**, vol 42, p. 55-58, 2010

**Recebido em novembro 2018**

**Aprovado em novembro 2018**

