

## 14<sup>o</sup> Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2023

### A CONSTRUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS ADAPTATIVOS COM USO DE MACHINE LEARNING

FERNANDO R. OLIVEIRA<sup>1</sup>, JOSÉ R. F. SILVA<sup>2</sup>, EMERSON O. BATISTA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Software, UNIFAE, Câmpus São João da Boa Vista - SP, fernando.oliveira@sou.fae.br.

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia de Software, UNIFAE, Câmpus São João da Boa Vista - SP, jose.feliciano@sou.fae.br.

<sup>3</sup> Professor de Engenharia de Software. UNIFAE, Câmpus São João da Boa Vista - SP, emerson.batista@prof.fae.br.  
Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.03.02-2 Engenharia de Software

**RESUMO:** Este trabalho tem como propósito averiguar a viabilização da utilização de *Machine Learning* nos ambientes de jogos digitais para adaptar o nível de dificuldade do jogo com base na análise do perfil do jogador e em consonância com suas ações durante o jogo. O ambiente desenvolvido para averiguar tal viabilidade foi desenvolvido por meio da ferramenta *Unity*, onde baseado nas capacidades dos jogadores os inimigos se regulariam para oferecer desafios mais apropriados e balanceados. Os resultados obtidos demonstraram de forma encorajadora que a tecnologia se integra de maneira eficaz ao ambiente do jogo. O ajuste automático na dificuldade vem a favorecer de maneira significativa o engajamento e a imersão dos jogadores. Experimentos realizados até então mostraram a viabilidade na implementação dessa tecnologia, oferecendo à indústria de jogos uma alternativa promissora para estender a “vida útil” de seus jogos à medida que eles envelhecem e recebem novos conteúdos e ajustes.

**PALAVRAS-CHAVE:** aprendizado de máquina; unity; adaptação automática de jogos.

### THE CONSTRUCTION OF ADAPTIVE DIGITAL GAMES USING MACHINE LEARNING

**ABSTRACT:** The purpose of this work is to investigate the feasibility of using Machine Learning in digital game environments to adapt the game’s difficulty level based on an analysis of the player’s profile and in line with their actions during the game. The environment developed to ascertain this feasibility was developed using the Unity tool, Where, based on the player’s abilities, the enemies would be adjusted to offer more appropriate and balanced challenges. The results obtained showed encouragingly that the technology is effectively integrated into the gaming environment. The automatic difficulty adjustment significantly favours player engagement and immersion. The results show that there is feasibility in implementing this technology, offering the games industry a promising alternative for extending the “lifespan” of its games as they age and receive new content and adjustments.

**KEYWORDS:** machine learning, unity, automatic game adaption.

## INTRODUÇÃO

A constante expansão da indústria de jogos nos últimos anos tem gerado uma demanda constante de novos recursos e inovações para enaltecer seus produtos e cativar cada vez mais pessoas. Essa área está cada vez mais promissora e sua audiência está cada vez maior, como abordado por (Handrich; Heidenreich; Kraemer, 2022).

O uso de técnicas de ADD (Ajuste Dinâmico de Dificuldade), já foi empregado em alguns jogos, como mostrado por (Rosa, 2019), ele se restringe a aspectos exclusivos das dificuldades que os jogadores enfrentam em diferentes cenários dentro do jogo, regulando apenas a dificuldade em si, não abrangendo nada mais no jogo.

Já o uso de ML (*Machine Learning*), aqui abordado, tem como intuito realizar alterações constantemente no jogo, alterando inúmeros atributos dos inimigos enfrentados, cenários explorados e batalhas complexas ao longo do progresso do jogador, além de recompensar o jogador da forma mais adequada, considerando a maneira como ele superou seus desafios ao longo da jogatina.

(Şahbenderoğlu, 2020), realizou um estudo sobre o uso de ML em jogos para determinar a dificuldade dos agentes, chegando a um resultado semelhante ao ADD. Neste estudo, o ML constantemente avaliará as habilidades dos jogadores e utilizará esses dados como base ao alterar a força dos seus inimigos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A plataforma de desenvolvimento de jogos escolhida para constatar a viabilidade das tecnologias aqui abordadas foi o *Unity*, pois junto à utilização da linguagem de programação C# em sua versão 3D, é dotada de várias bibliotecas de fácil utilização e entendimento, que vieram a facilitar no decorrer do projeto. (Hussain et al., 2020), apontam o *Unity* como uma plataforma de grande flexibilidade para a implementação de diversos recursos de maneira muito abrangente em jogos digitais, tendo suporte a recursos prontos para uso e ferramentas intuitivas. Sua documentação clara e completa foi mais um diferencial para que ela fosse escolhida.

Entre os recursos do *Unity* foi feito uso do NavMesh (*Navigation Mesh*), uma malha de navegação avançada, para melhor traçar as rotas a serem percorridos pelos NPCs (*Non-Playable-Characters*). Para lidar com o ML foi usada a biblioteca *ML-Agents, framework* de aprendizado por reforço desenvolvido pela *Unity Technologies*, que permite treinar agentes inteligentes em ambientes virtuais, usando aprendizado de máquina, como descrito por (Juliani et al., 2020). Ele permite que os desenvolvedores criem experiências imersivas que respondam às ações do jogador e aprendam com elas, se adaptando de acordo.

Como descrito por (Costa; Cheiran, 2016), o desenvolvimento de jogos independentes por muitas vezes se mostra ineficiente com uso de metodologias convencionais, se fazendo mais viável para times pequenos a utilização de metodologias como o *Personal Scrum*, variação da metodologia *Scrum* original, porém, com características pensadas no uso de times menores, com alterações pequenas que facilitam o caminho do desenvolvimento de sistemas. Portanto, o *Personal Scrum* foi escolhido como a metodologia de desenvolvimento ágil deste projeto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em implementações realizadas para justificar a ferramenta abordada, foram desenvolvidos dois projetos práticos com a utilização da plataforma *Unity*, sendo um deles um jogo propriamente dito, que utiliza dos resultados parciais conquistados até o momento com as ferramentas abordadas, onde já é possível observar a dificuldade sendo alterada ao longo da jogatina. Outro projeto desenvolvido, foi um ambiente de apoio, utilizado para o treinamento da IA (Inteligência Artificial).

Para o treinamento do *ML-Agents*, no projeto de apoio, foram gerados números aleatórios, que representam dados retirados de uma jogatina real, como por exemplo tempo de jogo e vida perdida pelo jogador. A ML ao obter estes dados toma uma decisão, como por exemplo, qual vilão será enfrentado no fim do jogo, podendo ele ser mais forte ou mais fraco. Posteriormente essa decisão é avaliada, de modo a fazer com que o *ML-Agents* aprenda a analisar os dados da melhor maneira possível.

Após o fim de cada sessão de treinamento, a melhor versão da IA obtida é transferida para o projeto do jogo, onde agora irá receber como os dados de entrada para tomada de decisão valores reais,

obtidos da jogatina dos jogadores, assim pode-se comprovar a sua eficácia jogando das mais diferentes maneiras para visualizar como a ML reage. Até o presente momento a melhor versar da ML não foi encontrado, porém, os resultados obtidos são animadores, visto que já se pode ver as decisões finais dela sendo obtidas de maneira lógica.

Na Figura 1 é possível observar a representação de um jogador de poucas habilidades, onde foi replicada em testes a jogatina de alguém que teria muitas dificuldades para chegar a este ponto do jogo, levando relativamente muito tempo jogando, além de ter perdido uma grande fatia de sua vida, como pode ser visto na própria imagem. Nestas condições o inimigo que a IA escolheu para ser o último do jogo é o mais fraco existente, sendo de fato a melhor decisão para este caso.



FIGURA 1. Jogador pouco experiente contra inimigo de baixo grau de dificuldade

A Figura 2 demonstra mais uma decisão certa do ML, tendo ele escolhido um vilão de nível intermediário, em um ambiente de testes genéricos, que não se preocupou em ter os melhores números, porém, também não demorou um tempo muito longo para chegar até o local mostrado. Da mesma forma se pode ver na imagem que a vida do jogador nesse cenário estava pela metade.



FIGURA 2. Jogador ligeiramente experiente contra inimigo de grau mediano de dificuldade.

Em um teste mais difícil de ser realizado, foi feita uma jogatina considerada pelos parâmetros utilizados de alto nível, avançando os obstáculos o mais rápido possível, e tendo evitado sofrer danos em todo o tempo, chegando à parte final do jogo ainda com a vida cheia. Pode se ver na Figura 3 que para este teste a IA mais uma vez tomou a decisão correta, tendo escolhido o vilão mais forte para este cenário.



FIGURA 3. Jogador experiente contra inimigo de alto grau de dificuldade.

As imagens mostradas retratam as possíveis batalhas finais do jogo que comprova as capacidades da tecnologia aqui estudada, os inimigos se apresentam de cores diferentes para uma maior ilustração das suas variações, deixando claro que não é o mesmo. Por exemplo, o monstro verde é mais fraco que os outros, e só será enfrentado pelos jogadores que tiveram maior dificuldade para chegar nesse ponto do jogo.

Os resultados obtidos não são sempre positivos, sendo que a IA tende a se confundir na escolha do inimigo quando os valores não seguem um padrão claro, como quando a vida está muito baixa, mas o tempo de jogo é pequeno, sendo assim, um atributo positivo e outro negativo. Para estes casos o ML não tem uma resposta concreta, escolhendo em cada oportunidade parecida com essa um inimigo diferente. Apesar disso, como nos exemplos mostrados nas ilustrações, o projeto se faz promissor, e se espera que os resultados possam ainda melhorar.

## CONCLUSÕES

Ao longo dos diversos testes realizados, foi identificada uma alta complexidade nas avaliações da tecnologia de ML utilizada, o *ML-Agents* do *Unity*, que analisa já com bom nível de confiabilidade diversas características na jogabilidade em tempo real, adequando o jogo aos níveis de dificuldade correspondentes ao desempenho demonstrado pelo jogador.

Dentre as estatísticas analisadas é possível destacar o tempo de jogo decorrido, onde quanto maior o tempo para realizar cada ação, se considera uma jogatina de menos eficiência, ou a vida do jogador, onde da mesma maneira, é considerada uma jogatina de menos eficiência quando a vida dele é muito baixa.

A partir dos resultados obtidos até o momento é concebível concluir que essa tecnologia é de fato viável para este contexto. Tal abordagem se mostrou benéfica aos jogadores, pois gerará um aumento na sensação de desafio e realização.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

F.R.O, J.R.F.S e E.O.B. contribuíram com a curadoria e análise dos dados. F.R.O e J.R.F.S procederam com a metodologia e experimentos. F.R.O, J.R.F.S e E.O.B. atuaram na redação do trabalho. Todos os autores contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

## REFERÊNCIAS

COSTA, K. R. N; CHEIRAN, J. F. P. **Personal Scrum: Uma Alternativa Ágil Para Desenvolvimento De Indie Games**. 87p. 2016. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia de Software) - Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete, Alegrete, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/riu/1853>. Acessado em: 10 mai. 2023.

HANDRICH, F; HEIDENREICH, S; KRAEMER, T. **Innovate Or Game Over? Examining Effects Of Product Innovativeness On Video Game Success**. Electron Markets 32, 987–1002, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12525-022-00521-7>. Acessado em: 17 mar. 2023.

HUSSAIN, A; SHAKEEL, H; HUSSAIN, F; UDDIN, N; GHOURI, T. **Unity Game Development Engine: A Technical Survey**. 2020. University of Sindh Journal of Information and Communication Technology. 9f. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/348917348>. Acessado em: 09 abr. 2023.

JULIANI, A; BERGES V. P; TENG, E; COHEN, A; HARPER, J; ELION, C; GOY C; GAO Y; HENRY, H; MATTAR, M; LANGE, D; **Unity: A General Platform For Intelligent Agents**. 2020. 28f. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1809.02627>. Acessado em: 10 abr. de 2023.

ROSA, M. P. C. **Ajuste Dinâmico De Dificuldade Híbrido Em Um Jogo Do Gênero plataforma**. 2019. 123 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) — Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/25301>. Acessado em: 18 mar. de 2023.

ŞAHBENDERÖĞLU, T. O. **Utilization Of Machine Learning Algorithms To Determine The Level Of Difficulties In A Game**. 2020. 56 f. Tese de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Software) — Universidade Atilim, Ancara, 2020. Disponível em: [https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/58267/yokAcikBilim\\_10329002.pdf?sequence=-1&isAllowed=y](https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/58267/yokAcikBilim_10329002.pdf?sequence=-1&isAllowed=y). Acessado em: 23 mar. 2023.