

O JOGO EDUCATIVO "SEMÁFORO LEGAL" PARA O ENSINO DA DISCIPLINA DE SISTEMAS OPERACIONAIS

Tiago Francisco Andrade Diocesano¹ e Antônio Marcos Lima Xavier²

RESUMO

Este projeto propôs o desenvolvimento do jogo digital "Semáforo Legal" como apoio ao ensino da disciplina de Sistemas Operacionais (SO). Devido à sua natureza teórica e complexidade conceitual, SO é frequentemente desafiador, resultando em desinteresse e dificuldades de aprendizado. A falta de recursos visuais e de ferramentas práticas agravava essa situação. O jogo "Semáforo Legal" visou facilitar o entendimento dos conceitos de semáforos em SO, utilizando uma abordagem lúdica e interativa. A avaliação do jogo foi realizada com alunos do 1º ano do curso Técnico Integrado em Informática do IFAM-CSGC. Os resultados mostraram uma experiência positiva em termos de usabilidade, confiança, satisfação, relevância e aprendizagem. A maioria dos alunos relatou que o jogo contribuiu significativamente para sua aprendizagem e preferiu este método em relação aos demais. Sugestões de melhorias incluíram a adição de mais desafios, correção de bugs e a capacidade de pular tutoriais. O objetivo final foi contribuir para a formação de futuros profissionais de informática, capacitando-os com habilidades práticas e conhecimentos atualizados, tornando-os mais preparados para o mercado de trabalho.

Palavras-chave: Sistemas Operacionais; Jogos Digitais; Jogos; Semáforos.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. E-mail: tiagofrancisco23@yahoo.com.br, ORCID: [0000-0002-9957-1131](https://orcid.org/0000-0002-9957-1131)

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. E-mail: antonio.xavier@ifam.edu.br, LATTES: [2370174086794617](https://lattes.cnpq.br/2370174086794617)

THE EDUCATIONAL GAME "SEMÁFORO LEGAL" FOR TEACHING THE OPERATING SYSTEMS DISCIPLINE

ABSTRACT

This project proposed the development of the digital game "Semáforo Legal" as a support for teaching the subject of Operating Systems (OS). Due to its theoretical nature and conceptual complexity, OS is often challenging, resulting in disinterest and learning difficulties. The lack of visual resources and practical tools exacerbated this situation. The game "Semáforo Legal" aimed to facilitate the understanding of semaphore concepts in OS, using a playful and interactive approach. The evaluation of the game was conducted with first-year students of the Informatics course at IFAM-CSGC. The results showed a positive experience in terms of usability, confidence, satisfaction, relevance, and learning. Most students reported that the game significantly contributed to their learning and that they preferred this method compared with others. Suggestions for improvement included adding more challenges, fixing bugs, and the ability to skip tutorials. The ultimate goal was to contribute to the training of future IT professionals, equipping them with practical skills and up-to-date knowledge, making them better prepared for the job market.

Keywords: Operating Systems; Digital Games; Games; Semaphores.

1. INTRODUÇÃO

A disciplina de Sistemas Operacionais (SO) é um requisito essencial para qualquer programa de ciência da computação (DE OLIVEIRA et al., 2020). SO envolve muitos conteúdos teóricos, com diversos conceitos e técnicas sobre o funcionamento de sistemas reais. De acordo com Gadelha et al. (2010), as disciplinas que incluem SO caracterizam-se por ter uma carga elevada de conteúdo teórico agregada a conceitos, em sua maioria abstratos e interdependentes. Essa característica causa desinteresse nos alunos quando não conseguem absorver a matéria com clareza.

Além da extensão do conteúdo da disciplina, existe uma complexidade em torno dos conceitos teóricos que dificultam o ensino e a compreensão dos mesmos. Essa complexidade, somada à falta de softwares educacionais (SE) de SO, que representem visualmente os mecanismos de funcionamento dos sistemas, causa outra dificuldade, pois exige que os alunos criem diferentes abstrações mentais para assimilar adequadamente. O que reforça a dificuldade no ensino da disciplina de SO é a falta de ferramentas para traduzir a teoria em conceitos práticos (SOUZA et al., 2015).

Na tentativa de amenizar essas dificuldades na aprendizagem da disciplina de SO, foi proposto neste trabalho um jogo digital como material de apoio para o ensino da disciplina. Optou-se por um jogo digital, pois, de acordo com She et al. (2013), nos últimos anos, estudiosos e professores têm se atentado para o potencial do uso desses jogos na aprendizagem. A combinação da alta motivação dos alunos com o conteúdo de um jogo é chamada de aprendizagem baseada em jogos. A educação tradicional tende a levar os alunos a compreender o conteúdo de forma passiva, enquanto a aprendizagem baseada em jogos não apenas faz com que os alunos participem ativamente do jogo, aumentando sua motivação, mas também os torna dispostos a gastar tempo aprendendo. O uso de aprendizado baseado em jogos já é uma realidade, e muitas pesquisas têm sido realizadas utilizando-o nas áreas de linguagem, ciências e saúde. Esses jogos podem aumentar o potencial de educação para os alunos, facilitando o aprendizado e melhorando sua eficácia (SHE et al., 2013).

Dessa forma, a proposta deste trabalho é desenvolver e avaliar um jogo para o ensino de SO. A intenção é explorar a possibilidade de unir a aprendizagem baseada em jogos ao ensino da disciplina de SO, oferecendo uma nova abordagem que possa tornar o processo de aprendizagem mais atrativo e efetivo para os estudantes, uma alternativa inovadora e dinâmica para a fixação dos conceitos e práticas relacionados à disciplina. O objetivo é contribuir para a formação integral, social e profissional dos estudantes e futuros técnicos em informática do Instituto Federal do Amazonas Campus São Gabriel da Cachoeira (IFAM-CSGC), tornando-os mais capacitados e preparados para atuar no mundo do trabalho, que exige cada vez mais habilidades práticas e conhecimentos atualizados, que são princípios norteadores da Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM), conforme o Artigo 6º da Resolução CNE/CEB nº 6 de 06/09/2012.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O referencial teórico desta pesquisa aborda três conceitos fundamentais que servem de base para o desenvolvimento deste trabalho, considerando o público-alvo composto por adolescentes entre 15 e 18 anos, pertencentes à Geração Z, também conhecida como nativos digitais ou hiperconectados. Primeiramente, exploramos o conceito de SO, que compreende a estrutura e o funcionamento dos sistemas que gerenciam recursos de hardware e permitem a execução de programas em computadores, uma área de conhecimento relevante para esse grupo, que cresceu rodeado por Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e cujo cotidiano está intrinsecamente ligado ao SO. Em seguida, discutimos o papel dos semáforos em SO, que são mecanismos cruciais para a sincronização e controle de processos concorrentes em um ambiente computacional, aspecto importante para entenderem a complexidade das operações computacionais. Por fim, abordamos os jogos digitais, destacando sua crescente relevância como ferramentas de aprendizado, especialmente na educação baseada em jogos, uma vez que os jovens da Geração Z correspondem a 30% da população mundial, são usuários ávidos de internet e dedicam uma parte significativa de seu tempo aos jogos, tornando-os um meio atrativo para a educação dessa geração.

Público-Alvo

O Curso Técnico Integrado em Informática, ofertado no IFAM-CSGC, tem duração de três anos e tem como público adolescentes com idade entre 15 e 18 anos, esses alunos fazem parte da Geração Z, também conhecida como nativos digitais ou hiperconectados porque nasceram e cresceram rodeados por Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Essas tecnologias impactaram a sociedade contemporânea, mudando a forma como o ser humano concebe o mundo, a sociedade e as culturas (VIDAL; MIGUEL, 2000), ou seja, transformou o comportamento, a forma como se comunicam, interagem, entretém, trabalham e estudam, esse movimento foi descrito por Lévy (2010) como ciberespaço e a cibercultura.

Pesquisas recentes de Kemp (2023), Noor (2023) e Brune (2021) apontam que no Brasil existem mais celulares ativos que pessoas e que 84% dos 215 milhões de habitantes são usuários de internet, os jovens da Geração Z correspondem a 30% da população mundial; 98% possuem smartphone e 81% já jogaram, os jovens passam em média 160 minutos diários jogando o que torna os games a forma de entretenimento preferida com 25% do tempo, 7% a mais que o tempo gasto nas redes sociais, esse crescimento médio do tempo gasto com jogos é o maior dos últimos dezesseis anos. Um levantamento realizado com os alunos do primeiro ano de Informática, turma escolhida para aplicação desta pesquisa, 100% dos alunos possuem smartphone e alegam jogar algum tipo de jogo.

Segundo Vieira (2021), o cenário educacional também mudou e os alunos apresentam perfil e comportamento diferentes das gerações anteriores, as aulas tradicionais não são atrativas ou interessantes e acabam desestimulando os alunos que estão acostumados com respostas rápidas e alta interatividade das redes sociais e jogos on-line. “O novo perfil dos alunos quer professores inovadores e ágeis que agreguem tecnologias e metodologias ativas às aulas” (VIEIRA, 2021).

Andrade e Ferrete (2019) enfatizam a importância das Metodologias Ativas como ferramentas “educacionais eficientes que introduzem dinamismo e ao mesmo tempo qualidade na transmissão do conhecimento”, estimulando no aluno um maior interesse pelos estudos e tornando-o “responsável por seu processo de formação e autor da sua própria aprendizagem”. Para Mattar (2017), uma das possibilidades de metodologias ativas é a aprendizagem baseada em games (ou gamificação), na qual, utilizando esses recursos, os jogadores/alunos

podem escolher como aprender, traçando seus objetivos de aprendizagem ou como objetivo previamente definido pelo professor.

Sistemas Operacionais (So)

Um sistema de computação é composto principalmente por hardware e aplicativos. Entre eles, existe uma camada complexa conhecida como SO (MAZIERO, 2014).

O SO desempenha a função de gerenciar recursos críticos, como processadores, memória e armazenamento, ao mesmo tempo que oferece suporte aos aplicativos em execução no sistema. Nos primórdios da computação, os aplicativos eram executados diretamente na máquina, sem a presença de SO. No entanto, à medida que os sistemas de computação se tornaram mais complexos, tornou-se inviável gerenciar diretamente os recursos em cada aplicativo. Foi nesse contexto que surgiu a necessidade de desenvolver uma camada de software dedicada ao gerenciamento, que hoje é conhecida como sistema operacional (MEI; GUO, 2018).

O SO desempenha um papel fundamental na intermediação entre o hardware e os programas aplicativos. Um dos objetivos essenciais do sistema operacional é fornecer uma abstração homogênea e simplificada para que os programas possam acessar os dispositivos físicos, independentemente de suas complexidades e diferenças tecnológicas. Isso ajuda a facilitar o desenvolvimento de aplicativos, tornando o acesso aos dispositivos mais uniforme e transparente para os desenvolvedores (MAZIERO, 2014).

O sistema operacional desempenha um papel fundamental ao tornar o uso do computador mais eficiente e conveniente. A eficiência refere-se a obter um maior desempenho do hardware, maximizando o retorno do investimento. A conveniência está relacionada à redução do tempo necessário para construir e utilizar programas (OLIVEIRA; CARISSIMI; TOSCANI, 2001).

Semáforos

Em 1965, o matemático holandês Edsger Dijkstra introduziu o conceito de semáforo, um mecanismo de coordenação altamente eficiente e flexível para controlar a exclusão mútua entre tarefas e para outros propósitos (RAYNAL, 1986). Apesar de sua antiguidade, o semáforo continua a ser o método de sincronização mais amplamente utilizado na construção de aplicativos concorrentes (MAZIERO, 2014).

Um semáforo é uma variável inteira, não negativa, que pode ser operada apenas por duas instruções: DOWN e UP, originalmente denominadas por Dijkstra como instruções P (proberen, que significa "testar" em holandês) e V (verhogen, que significa "incrementar" em holandês). É importante notar que essas instruções DOWN e UP são atômicas, o que significa que sua execução não pode ser interrompida no meio do processo. A instrução UP adiciona uma unidade ao valor do semáforo, enquanto a instrução DOWN diminui esse valor. Uma característica crucial é que, de acordo com a definição, os semáforos não podem ter valores negativos, portanto, quando a instrução DOWN é executada em um semáforo com valor 0, isso faz com que o processo entre em estado de espera. Em resumo, essas instruções são implementadas no nível do processador e exigem garantias rigorosas para seu funcionamento adequado (MACHADO; MAIA, 2014). Assim, o semáforo atua como um sinalizador do recurso compartilhado, indicando se ele está ocupado (CHEN, 2021).

Jogos Digitais

Jogos digitais são jogos eletrônicos jogados em um dispositivo de computador, como um console de jogos, computador pessoal ou dispositivo móvel. Eles são caracterizados por um conjunto de regras, objetivos claros e retorno imediato. Jogos digitais podem ser jogados individualmente ou em grupo, e muitas vezes oferecem personalização de personagens, progressão de níveis e competição social (GRANIC; LOBEL; ENGELS, 2014).

De acordo com Suandique, Beça e Aresta (2021), os jogos digitais estão intrinsecamente ligados a diversos métodos persuasivos, tornando-os um meio eficaz para a transmissão de informações em várias esferas da sociedade. No contexto dessas interações sociais, a educação formal se beneficia significativamente com uma ampla gama de contribuições oriundas desse tipo de conteúdo. O surgimento constante de jogos destinados a apoiar o

processo de ensino e aprendizagem, abrangendo desde o ensino básico até o ensino superior, exemplifica esse impacto positivo.

Os jogos digitais desempenham um papel significativo no desenvolvimento psicomotor e no processo de aprendizado do domínio social dos jogadores. Os jogos sempre foram uma forma de educação, desde os mais antigos até os mais avançados tecnologicamente. Sua função educativa é essencial para qualquer pessoa capaz de aprender, sendo um componente fundamental dos jogos, mesmo que indiretamente. A fantasia desempenha um papel importante nos jogos, assim como no lazer e na arte (VICTAL et al., 2015).

Para Moraes et al. (2019), nos últimos anos, os jogos digitais com fins educacionais têm atraído diversos pesquisadores. Esses jogos permitem o entretenimento através da absorção de conhecimentos e são jogos concebidos para ambientes educativos. Esta ferramenta possui elementos (regras, desafios, etc.) que estimulam o senso de responsabilidade, criatividade e originalidade.

Kiane (2019) e Pimentel (2021) afirmam que os jogos digitais contribuem de forma positiva no desenvolvimento cognitivo dos alunos porque através dos desafios é possível estimular a memória, raciocínio lógico, criatividade, atenção, resolução de problemas, etc. que são habilidades essenciais para o aprendizado mais significativo.

3. METODOLOGIA

Este projeto se alinha com a metodologia de Pesquisa-Ação, descrita por Caeiro-Rodríguez et al. (2016) como uma estratégia focada em resolver problemas concretos que podem surgir no decorrer das investigações do pesquisador. Essa abordagem é amplamente utilizada em diversas áreas sociais, como educação, medicina, enfermagem e psicologia. No campo educacional, a Pesquisa-Ação é empregada como uma técnica interativa para a coleta de dados, que são posteriormente utilizados para analisar práticas pedagógicas, desenvolvimento de currículos, comportamento dos alunos em sala de aula e outras áreas relacionadas.

Para conduzir este estudo, seguimos as cinco fases da Pesquisa-Ação propostas por Tajara et al. (2013):

i) Fase de Diagnóstico: Identificamos o problema que motivou o desenvolvimento do jogo “Semáforo Legal”. Observamos que muitos estudantes têm dificuldade em compreender os conceitos ministrados em SO. Realizamos um diagnóstico inicial, que incluiu a análise do desempenho de estudantes e uma revisão bibliográfica para embasar a pesquisa.

ii) Fase de Planejamento da Ação: Planejamos a ação que envolve o desenvolvimento do jogo “Semáforo Legal”, cujo objetivo é desenvolver uma ferramenta interativa e educativa que auxilie os alunos na compreensão dos conceitos de semáforos em SO. O jogo foi criado utilizando o Construct 2.

iii) Fase de Tomada da Ação (Intervenção): Implementamos o jogo “Semáforo Legal” de acordo com o planejamento anterior. O jogo desenvolvido inclui elementos que permitem aos alunos praticar e aprofundar seu entendimento sobre semáforos em SO.

iv) Fase de Avaliação: Avaliamos o impacto do jogo na aprendizagem dos alunos. Coletamos dados quantitativos e qualitativos por meio de questionários e observações em sala de aula. Avaliamos aspectos como usabilidade, confiança, desafio, satisfação, interação social, diversão, atenção focada, relevância e aprendizagem, conforme definido nas dimensões do Modelo MEEGA+.

v) Fase de Aprendizado Específico (Reflexão): Refletimos sobre os resultados obtidos na fase de avaliação. Consideramos as sugestões e críticas dos alunos para melhorar o jogo “Semáforo Legal”. Também analisamos como o jogo contribuiu para o aprendizado dos conceitos de semáforos em SO.

A coleta de dados ocorreu por meio de um questionário elaborado no Google Forms, que foi disponibilizado aos alunos do 1º ano do curso de informática integrado do IFAM-CSGC para que pudessem respondê-lo. Além disso, foram realizadas observações em sala de aula e análises de desempenho dos alunos no jogo “Semáforo Legal”. Os questionários foram elaborados com base nas dimensões do Modelo MEEGA+ e foram aplicados a 33 estudantes.

Os dados coletados foram analisados tanto quantitativamente quanto qualitativamente. As respostas dos questionários foram tabuladas e analisadas estatisticamente, apresentando os resultados em uma escala Likert com as seguintes categorias: “muito satisfeito”, “satisfeito”, “pouco insatisfeito” e “insatisfeito”. As porcentagens de respostas em cada categoria foram usadas para avaliar o impacto do jogo na aprendizagem dos alunos. Nessa escala Likert adotada neste trabalho, os valores “muito satisfeito” e “satisfeito” foram considerados como positivos, enquanto “pouco insatisfeito” e “insatisfeito” foram considerados como negativos.

4. O JOGO “SEMÁFORO LEGAL”

O jogo proposto nesta pesquisa é chamado “Semáforo Legal”. Ele começa com uma seção de conceitos sobre semáforos em SO, fornecendo ao jogador uma compreensão inicial do assunto. Após essa introdução, o jogador é direcionado para uma tela de prática, onde pode experimentar o funcionamento de semáforos no contexto de um sistema operacional.

No jogo em si, o jogador se depara com diversos processos na tela do celular. A tarefa do jogador é simples: quando o semáforo estiver na cor verde (UP), ele deve “aparar” os processos, que são representados por bolinhas vermelhas, usando a CPU. No entanto, quando o semáforo estiver na cor vermelha (DOWN), o jogador deve “desviar” a CPU dos processos.

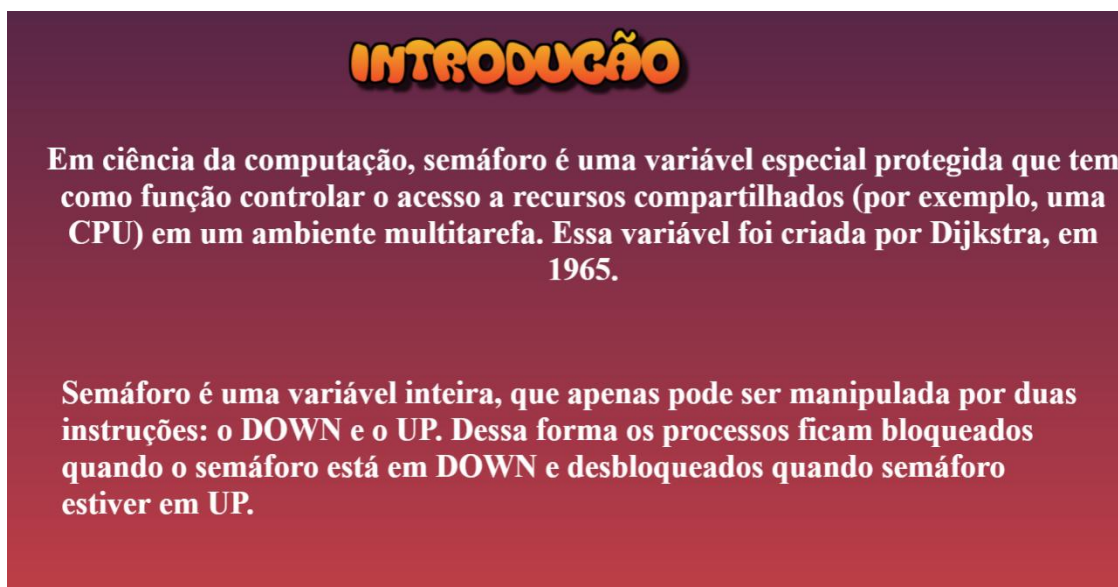
A seguir são apresentadas as regras essenciais do jogo:

- I.Quando o semáforo estiver verde (UP), “apare” os processos (bolinhas vermelhas) com a CPU.
- II.Quando o semáforo estiver vermelho (DOWN), desvie a CPU dos processos (bolinhas vermelhas).
- III.Evite cometer erros, ou seja, não “apare” os processos quando o semáforo estiver vermelho (DOWN). Cada erro resulta em penalizações no placar.
- IV.O jogador perde o jogo se acumular 20 erros. Nesse caso, uma tela de “game over” é exibida, e o jogador pode tentar novamente.
- V.O objetivo é alcançar 50 pontos para finalizar o jogo com sucesso.

Com essa simplificação, fica claro como o jogo “Semáforo Legal” funciona, incentivando os jogadores a praticar e aprofundar seu entendimento sobre o conceito de semáforos em SO de forma interativa e divertida.

A Figura 1 apresenta uma introdução ao conceito de semáforos na ciência da computação. Nessa tela, além do texto sobre os conceitos de semáforos, há também uma voz que lê o texto para o jogador ouvir. Após o término da leitura, um botão "próximo" aparece, levando o jogador para a próxima tela.

Figura 1: Tela inicial do jogo explicando o conceito de semáforos



Fonte: os autores (2023)

A Figura 2 apresenta uma representação instrucional de como um semáforo (mecanismo de sincronização) funciona em sistemas de computador, particularmente no contexto de processos de CPU. Há uma grande representação de um chip de CPU, e um semáforo ao lado com luzes vermelha e verde, indicando o estado do semáforo (livre ou ocupado).

Na imagem também há instruções em português que dizem: "Arraste a bolinha azul para dentro da CPU para usar o recurso, depois coloque ela dentro da fila de espera. isso é só para você verificar o funcionamento do semáforo." Isso representa uma interface interativa onde os jogadores podem arrastar as "bolinhas azuis" para simular a alocação de recursos da CPU e entender como os semáforos gerenciam essa alocação.

No canto inferior esquerdo, há uma instrução adicional: "Ao tirar um processo da CPU, coloque dentro da fila!", e na parte inferior da imagem, existe uma área rotulada como "FILA DE ESPERA", onde três bolinhas azuis estão alinhadas, aparentemente esperando para serem processadas pela CPU.

Essa imagem serve para que os jogadores visualizem conceitos de SO e como os semáforos ajudam a prevenir condições de corrida e garantir a sincronização adequada entre processos concorrentes que buscam acessar um recurso compartilhado, neste caso, a CPU.

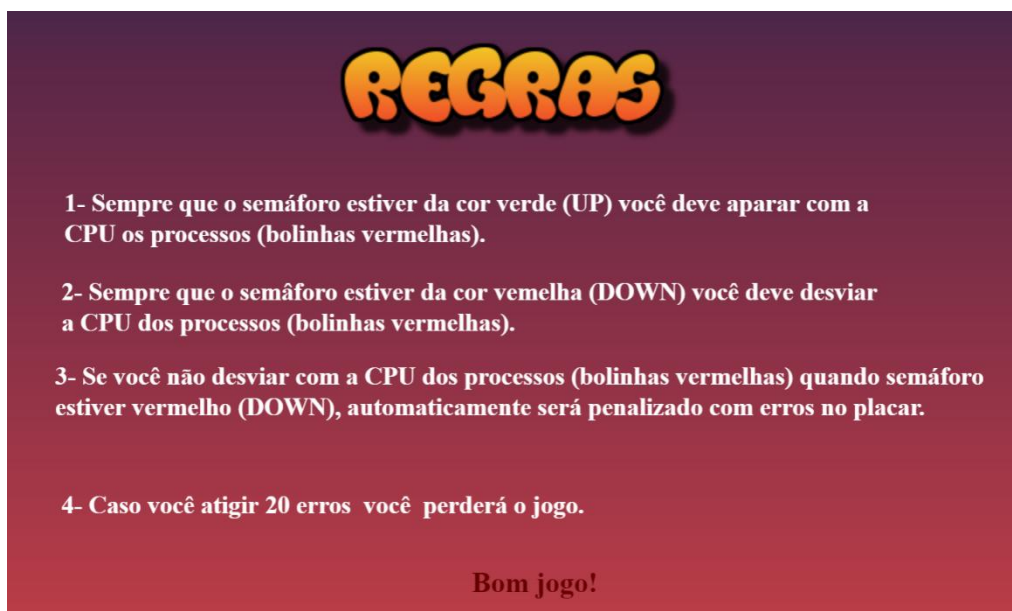
Figura 2: Tela onde o jogador visualiza o funcionamento sobre semáforos



Fonte: os autores (2023)

A Figura 3 apresenta as regras do jogo que utiliza o conceito de semáforos em SO, onde o jogador deve "aparar" processos simbolizados por bolinhas vermelhas com a CPU quando o semáforo estiver verde, e desviar a CPU desses processos quando o semáforo estiver vermelho. Falhas em desviar a CPU enquanto o semáforo estiver vermelho resultarão em penalidades acumuladas como erros no placar do jogo, e se o jogador acumular vinte erros, a partida será perdida.

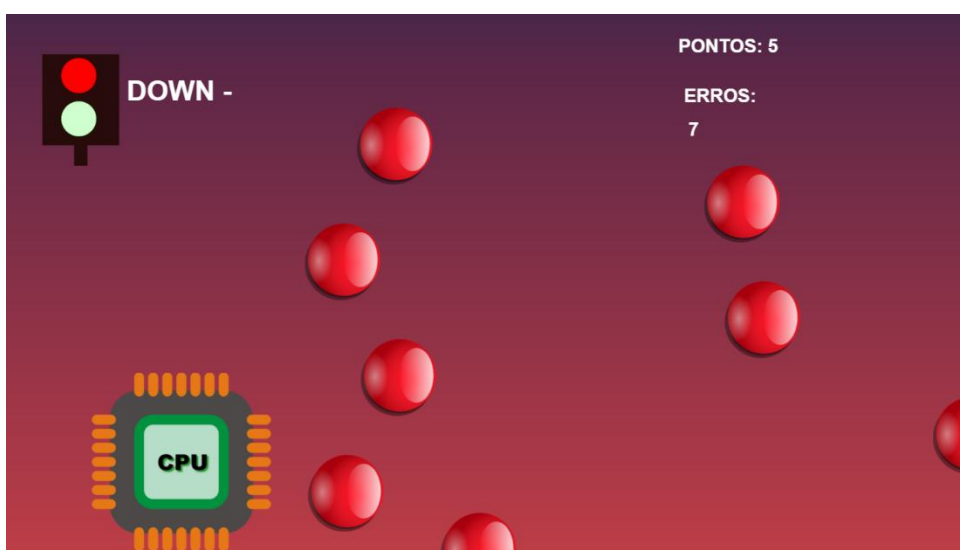
Figura 3: Regra do jogo



Fonte: os autores (2023)

A Figura 4 ilustra o jogo "Semáforo Legal", no qual múltiplos processos são representados por "bolinhas vermelhas". Quando a CPU estiver desocupada (indicada como UP), o jogador deve "aparar" os processos. Em contraste, quando a CPU estiver ocupada (indicada como DOWN), o jogador deve evitar que as bolinhas vermelhas alcancem a CPU. O objetivo do jogo é acumular 50 pontos para concluir a partida.

Figura 4: Tela do jogo "Semáforo Legal"



Fonte: os autores (2023)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, apresentamos os resultados coletados durante a aplicação do jogo "Semáforo Legal" na turma de 1º ano do curso de Informática. Após a conclusão do jogo, realizamos a coleta de dados por meio de um questionário de avaliação composto por 35 perguntas de natureza quantitativa, além de uma pergunta qualitativa que foi reservada para que os entrevistados pudessem fornecer sugestões de melhorias para o jogo. No total, foram 33 alunos que participaram da avaliação. As perguntas contidas no questionário foram elaboradas com base no Modelo MEEGA+ (Modelo para a Avaliação de Jogos Educacionais para o Ensino de Computação) desenvolvido por Petri, Wangenheim e Borgatto (2023).

Neste processo de avaliação, abordamos diversas dimensões relevantes, conforme definido pelo Modelo MEEGA+, a fim de obter uma compreensão abrangente do impacto do jogo "Semáforo Legal" no contexto educacional. As dimensões avaliadas foram as seguintes:

Usabilidade: Nesta dimensão, avaliamos a facilidade com que os alunos conseguiram utilizar o jogo, incluindo aspectos como a navegabilidade, clareza das instruções e acessibilidade.

Confiança: Investigamos a confiabilidade do jogo, analisando se os alunos se sentiram seguros e confiantes em suas ações durante o uso do aplicativo.

Desafio: Verificamos o nível de desafio oferecido pelo jogo, avaliando se as tarefas apresentadas eram adequadas para o nível de conhecimento dos alunos.

Satisfação: Medimos a satisfação geral dos alunos em relação à experiência de jogo, buscando compreender se eles apreciaram a proposta e a jogabilidade do "Semáforo Legal".

Interação Social: Investigamos se o jogo promoveu interações sociais entre os alunos durante sua utilização, favorecendo o aprendizado colaborativo.

Diversão: Avaliamos o aspecto lúdico do jogo, observando se os alunos se divertiram ao jogar e se o jogo conseguiu cativar sua atenção.

Atenção Focada: Analisamos a capacidade do jogo em manter a atenção dos alunos focada nas tarefas e objetivos educacionais.

Relevância: Verificamos se o conteúdo abordado pelo jogo era relevante para os objetivos educacionais da disciplina.

Aprendizagem: Por fim, avaliamos o impacto do jogo na aprendizagem dos alunos, buscando compreender se houve uma melhoria no entendimento dos conceitos relacionados à disciplina abordada.

Ao coletar dados quantitativos e qualitativos com base nessas dimensões, nossa pesquisa visa fornecer uma visão completa da eficácia do jogo "Semáforo Legal" como ferramenta educacional. Além disso, as sugestões de melhorias fornecidas pelos entrevistados serão consideradas para aprimorar ainda mais a experiência de aprendizado proporcionada pelo jogo. Essa análise abrangente dos resultados contribuirá para o avanço do uso de jogos educacionais no ensino de Computação.

No Quadro 1, disponibilizamos os resultados referentes à dimensão de "Usabilidade".

Quadro 1: Resultados relacionados à Usabilidade

PERGUNTA	MUITO SATISFEITO	SATISFEITO	POUCO INSATISFEITO	INSATISFEITO
1 - O design do jogo é atraente (interface, gráficos, tabuleiro, cartas, etc.).	9%	67%	24%	0%
2 - Os textos, cores e fontes combinam e são consistentes.	24%	52%	24%	0%
3 - Eu precisei aprender poucas coisas para poder começar a jogar o jogo.	33%	49%	15%	3%
4 - Aprender a jogar este jogo foi fácil para mim.	49%	33%	15%	3%
5 - Eu acho que a maioria das pessoas aprenderiam a jogar este jogo rapidamente.	52%	43%	3%	3%
6 - Eu considero que o jogo é fácil de jogar.	39%	46%	15%	0%
7 - As regras do jogo são claras e compreensíveis.	61%	27%	9%	3%
8 - As fontes (tamanho e estilo) utilizadas no jogo são legíveis.	18%	67%	15%	0%
9 - As cores utilizadas no jogo são compreensíveis.	30%	55%	15%	0%
10 - O jogo permite personalizar a aparência (fonte e/ou cor) conforme a minha necessidade.	6%	39%	46%	9%
11 - O jogo me protege de cometer erros.	15%	46%	39%	0%
12 - Quando eu cometo um erro é fácil de me recuperar rapidamente.	6%	42%	21%	30%

Fonte: os autores (2023)

Design Atraente (Pergunta 1): 76% dos usuários deram feedback positivo sobre o design do jogo, incluindo interface, gráficos e tabuleiro, considerando-os atraentes.

Consistência de Texto, Cores e Fontes (Pergunta 2): Uma maioria de 76% também respondeu positivamente sobre os textos, cores e fontes serem combinados e consistentes.

Facilidade de Aprendizado (Pergunta 3): 82% dos jogadores acharam que o jogo requer aprender poucas coisas para começar a jogar, o que indica uma curva de aprendizado fácil.

Facilidade de Aprender a Jogar (Pergunta 4): 82% dos participantes acharam que aprender a jogar o "Semáforo Legal" foi fácil.

Facilidade de Aprendizado para Outros (Pergunta 5): 95% dos usuários acreditam que a maioria das pessoas aprenderia a jogar este jogo rapidamente.

Jogo Fácil de Jogar (Pergunta 6): 85% consideram que o jogo é fácil de jogar.

Clareza das Regras (Pergunta 7): 88% dos usuários encontraram as regras do jogo claras e compreensíveis.

Legibilidade das Fontes (Pergunta 8): 85% dos jogadores estão satisfeitos com o tamanho e estilo das fontes utilizadas, considerando-as legíveis.

Compreensão das Cores (Pergunta 9): 85% dos respondentes acham que as cores utilizadas são compreensíveis.

Personalização do Jogo (Pergunta 10): Apenas 45% dos usuários estão satisfeitos com a capacidade de personalizar a aparência do jogo, indicando uma área potencial para melhoria.

A baixa porcentagem de satisfação (45%) com a capacidade de personalização da aparência do jogo "Semáforo Legal" pode ser explicada pelo fato de que o jogo simplesmente não foi projetado para permitir a personalização pelo jogador. Nesse caso, optamos por manter uma experiência de jogo mais padronizada, na qual a aparência do jogo e ambientes é pré-definida e não pode ser modificada pelos jogadores.

Proteção Contra Erros (Pergunta 11): 61% sentem que o jogo os protege de cometer erros, sugerindo que a maioria dos jogadores encontra um ambiente de jogo seguro.

Recuperação de Erros (Pergunta 12): 48% dos jogadores acham fácil se recuperar rapidamente após cometer um erro, o que pode indicar uma necessidade de melhorias no sistema de feedback de erros. A porcentagem baixa de jogadores (48%) que acham fácil se recuperar rapidamente após cometer um erro pode ser explicada pela ocorrência de travamentos do jogo em alguns dispositivos móveis. Esses travamentos prejudicaram a experiência de jogo, especialmente quando ocorrem em momentos críticos em que os jogadores precisam reagir rapidamente para desviar a CPU dos processos quando ela estava ocupada. Esses resultados mostram que a experiência geral do usuário com o "Semáforo Legal" é positiva, particularmente no que diz respeito ao design e às regras do jogo. Contudo, as áreas de personalização e recuperação de erros apresentam oportunidades para desenvolvimento adicional.

Analisando as perguntas relacionadas à dimensão "Confiança" do jogo "Semáforo Legal" apresentadas no Quadro 2 temos o seguinte resultado:

Quadro 2 - Perguntas relacionadas à Confiança do jogo

PERGUNTA	MUITO SATISFEITO	SATISFEITO	POUCO INSATISFEITO	INSATISFEITO
13 - Quando olhei pela primeira vez o jogo, eu tive a impressão de que seria fácil para mim.	27%	61%	9%	3%
14 - A organização do conteúdo me ajudou a estar confiante de que eu iria aprender com este jogo	24%	73%	3%	0%

Fonte: os autores (2023)

Primeira Impressão de Facilidade (Pergunta 13): 88% dos jogadores tiveram a impressão inicial de que o jogo seria fácil para eles, o que reflete uma reação positiva inicial significativa. Confiança na Organização do Conteúdo (Pergunta 14): 97% dos respondentes sentiram que a organização do conteúdo do jogo ajudou a estar confiantes de que aprenderiam com o jogo, o que indica um alto nível de confiança transmitido pela estrutura do jogo.

Esses resultados sugerem que o jogo "Semáforo Legal" apresenta uma interface e um conteúdo que, à primeira vista, parecem acessíveis e fáceis de entender, e que a organização do conteúdo apoia eficazmente a confiança dos usuários na aprendizagem do jogo.

O Quadro 3 apresenta os resultados para a dimensão "Desafio" do jogo "Semáforo Legal", juntando as categorias "Muito Satisfeito" e "Satisfeito" como respostas positivas:

Quadro 3 - Perguntas relacionadas à dimensão "Desafio" do jogo

PERGUNTA	MUITO SATISFEITO	SATISFEITO	POUCO INSATISFEITO	INSATISFEITO
15 - Este jogo é adequadamente desafiador para mim.	12%	49%	39%	0%
16 - O jogo oferece novos desafios (oferece novos obstáculos, situações ou variações) com um ritmo adequado.	15%	36%	46%	3%
17 - O jogo não se torna monótono nas suas tarefas (repetitivo ou com tarefas chatas).	9%	39%	39%	12%

Fonte: os autores (2023)

Nível de Desafio Adequado (Pergunta 15): Uma combinação de 61% dos jogadores sente que o jogo é adequadamente desafiador para eles, indicando que a maioria acha o nível de

dificuldade apropriado. Já 39% dos jogadores acharam que o jogo não era muito desafiador. Com o passar do tempo, muitos jogadores começaram a perceber um padrão de repetição nas tarefas e nos obstáculos apresentados, levando a uma sensação de previsibilidade e falta de inovação. Esse aspecto foi particularmente evidente entre os jogadores mais experientes, que rapidamente dominaram os desafios iniciais e ansiavam por algo mais estimulante e menos óbvio. Diante dessa percepção, houve um apelo crescente por parte dos jogadores para que fossem adicionados novos desafios ao jogo. Eles solicitaram inovações que pudessem reacender o interesse e o entusiasmo, trazendo elementos inéditos e mais complexos.

Oferta de Novos Desafios (Pergunta 16): Apenas 51% dos usuários estão satisfeitos com a oferta de novos desafios no jogo, com 15% "Muito Satisfeitos" e 36% "Satisfeitos". Este resultado se deve ao fato de que quase metade dos jogadores sugeriram mais novidades ou desafios adicionais durante o jogo.

Variedade de Tarefas (Pergunta 17): Apenas 48% dos participantes acreditam que o jogo não se torna monótono, indicando que há uma divisão entre os usuários quanto à repetitividade. Esse resultado é explicado pelo fato de que o jogo na opinião da maioria se mostra repetitivo. Eles sugeriram novas fases do jogo com novos desafios.

Esses dados mostram que, enquanto a maioria dos jogadores encontra o jogo "Semáforo Legal" com um nível de desafio adequado, há uma porcentagem significativa que deseja mais variedade e novos desafios para manter o jogo envolvente e evitar monotonia.

O Quadro 4 apresenta os resultados da pesquisa relacionados à dimensão "Satisfação" do jogo "Semáforo Legal":

Quadro 4 - Perguntas relacionadas à "Satisfação" do jogo

PERGUNTA	MUITO SATISFEITO	SATISFEITO	POUCO INSATISFEITO	INSATISFEITO
18 - Completar as tarefas do jogo me deu um sentimento de realização.	30%	64%	6%	0%
19 - É devido ao meu esforço pessoal que eu consigo avançar no jogo.	24%	60%	15%	0%
20 - Me sinto satisfeito com as coisas que aprendi no jogo.	21%	67%	12%	0%
21 - Eu recomendaria este jogo para meus colegas.	27%	42%	21%	9%

Fontes: os autores (2023)

Realização ao Completar Tarefas (Pergunta 18): 94% dos jogadores sentiram um senso de realização ao completar as tarefas do jogo, o que indica um alto nível de satisfação com os objetivos alcançados durante o jogo.

Progresso por Esforço Pessoal (Pergunta 19): Uma soma de 84% dos usuários atribui seu avanço no jogo ao próprio esforço, o que reflete uma experiência positiva.

Satisfação com o Aprendizado (Pergunta 20): 88% dos participantes estão satisfeitos com o que aprenderam no jogo, indicando que o conteúdo e as mecânicas são considerados úteis e relevantes.

Recomendação do Jogo (Pergunta 21): 69% dos jogadores recomendariam este jogo para seus colegas, sugerindo uma boa recepção geral, embora haja uma minoria significativa que se mostrou menos inclinada a recomendá-lo. Os demais jogadores relataram que só recomendariam o jogo após atendidas algumas sugestões levantadas por eles.

Esses dados sugerem que a dimensão "Satisfação" é forte para o jogo "Semáforo Legal", com altos níveis de satisfação em relação ao senso de realização, ao aprendizado e à disposição de recomendar o jogo a outros. Contudo, a recomendação do jogo não é unanimidade, o que indica oportunidades para melhorar a experiência do usuário a fim de aumentar essa taxa. A análise das respostas dos jogadores ao jogo "Semáforo Legal" revela uma forte dimensão de satisfação em vários aspectos, incluindo o senso de realização, o aprendizado obtido e a disposição para recomendar o jogo a outros. Especificamente, 94% dos jogadores sentiram um senso de realização ao completar as tarefas, e 88% estão satisfeitos com o aprendizado

proporcionado pelo jogo. Além disso, 84% atribuem seu progresso ao próprio esforço, refletindo uma experiência de jogo positiva e gratificante. Contudo, quando se trata da recomendação do jogo a colegas, observa-se uma divergência. Apesar de uma boa recepção geral, com 69% dos jogadores dispostos a recomendar o "Semáforo Legal", uma minoria significativa mostra hesitação. Essa hesitação se traduz numa condição clara: a recomendação depende da implementação de melhorias específicas solicitadas pelos jogadores. O principal ponto de melhoria identificado está relacionado à adição de novos desafios no jogo.

Os jogadores expressaram que, embora o jogo tenha sido satisfatório em muitos aspectos, ele poderia se beneficiar significativamente da inclusão de desafios mais variados e complexos. Eles sugerem que o jogo poderia alcançar um novo patamar de engajamento e retenção se essas mudanças fossem realizadas, tornando a experiência mais dinâmica e menos previsível. Acreditam que, com a implementação dessas alterações, o "Semáforo Legal" não só manteria o interesse dos jogadores atuais, mas também se tornaria mais atraente para novos usuários.

Portanto, embora a dimensão "Satisfação" seja forte para o jogo "Semáforo Legal", há uma clara oportunidade para melhorar ainda mais a experiência do usuário. Atendendo às solicitações dos jogadores para a introdução de novos desafios, o jogo tem potencial para aumentar sua taxa de recomendação.

O Quadro 5 apresenta os resultados da pesquisa sobre a dimensão "Interação Social" do jogo "Semáforo Legal":

Quadro 5 - Perguntas relacionadas à dimensão "Interação Social" do jogo

PERGUNTA	MUITO SATISFEITO	SATISFEITO	POUCO INSATISFEITO	INSATISFEITO
22 - Eu pude interagir com outras pessoas durante o jogo.	3%	24%	39%	33%
23 - O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre os jogadores.	9%	36%	36%	18%
24 - Eu me senti bem interagindo com outras pessoas durante o jogo.	6%	33%	27%	33%

Fonte: os autores (2023)

Capacidade de Interação (Pergunta 22): Apenas 27% dos jogadores sentiram-se satisfeitos ou muito satisfeitos com a capacidade de interagir com outras pessoas durante o jogo. A maior parte dos jogadores, 72%, expressou algum nível de insatisfação com a interação social no jogo. O jogo tem a característica de ser individual, não promovendo a interação com outras pessoas.

Promoção de Cooperação ou Competição (Pergunta 23): 45% dos participantes acharam que o jogo promove momentos de cooperação ou competição entre os jogadores. No entanto, uma parcela considerável de 54% dos respondentes está pouco satisfeita ou insatisfeita com esse aspecto. A observação indica que a maioria dos jogadores estava primariamente interessada em compreender o conceito proposto pelo jogo e em completar a atividade com êxito. Embora a cooperação entre os jogadores não tenha sido uma característica predominante durante a maior parte do jogo, houve um aspecto colaborativo notável: os alunos que finalizaram o jogo primeiro se dispuseram a ajudar os colegas que ainda não haviam concluído. Esta disposição para ajudar após a conclusão própria do jogo demonstra um tipo de cooperação pós-tarefa, indicando que, embora a colaboração não fosse o foco principal durante o jogo, ela emergiu naturalmente entre os participantes após atingirem seus objetivos individuais.

Sensação de Integração com Outros Jogadores (Pergunta 24): Um total de 39% dos usuários se sentiu bem e integrados interagindo com outras pessoas durante o jogo, enquanto uma quantia igual de 60% indicou insatisfação ou pouca satisfação. Este foi projetado principalmente para ser jogado individualmente, o que significa que a interação com outros jogadores não é um componente central ou essencial da experiência de jogo. Em jogos predominantemente individuais, o foco está na realização de objetivos pessoais, na exploração independente e na solução de problemas sem a necessidade de colaboração ou comunicação constante com outros jogadores. Portanto, o fato de 60% dos jogadores indicarem insatisfação ou pouca satisfação com a interação social no jogo não necessariamente reflete um problema com o jogo em si. Em vez disso, reflete a natureza do jogo, que não prioriza ou necessita de interação social intensa.

O Quadro 6 apresenta os resultados da pesquisa sobre a dimensão "Diversão" do jogo "Semáforo Legal":

Quadro 6 - Perguntas relacionadas à dimensão “Diversão” do jogo

PERGUNTA	MUITO SATISFEITO	SATISFEITO	POUCO INSATISFEITO	INSATISFEITO
25 - Eu me diverti com o jogo.	27%	46%	24%	3%
26 - Aconteceu alguma situação durante o jogo (elementos do jogo, competição, etc.) que me fez sorrir.	12%	42%	36%	9%

Fonte: os autores (2023)

Diversão Geral com o Jogo (Pergunta 25): 73% dos jogadores reportaram sentir-se satisfeitos ou muito satisfeitos em termos de diversão ao jogar, o que indica uma resposta geral positiva à experiência de entretenimento do jogo.

Momentos Alegres Durante o Jogo (Pergunta 26): 54% dos usuários experimentaram situações durante o jogo que os fizeram sorrir, sugerindo que mais da metade dos jogadores teve momentos de alegria. No entanto, ainda há uma parcela de 45% que parece estar menos satisfeita com os elementos divertidos do jogo.

Estes resultados refletem que a maioria dos jogadores encontrou diversão ao jogar "Semáforo Legal", mas a experiência poderia ser enriquecida para aumentar a quantidade de desafios no jogo.

Quadro 7 - Perguntas relacionadas à dimensão “Atenção Focada” do jogo

PERGUNTA	MUITO SATISFEITO	SATISFEITO	POUCO INSATISFEITO	INSATISFEITO
27 - Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	9%	58%	30%	3%
28 - Eu estava tão envolvido no jogo que eu perdi a noção do tempo.	6%	30%	36%	27%
29 - Eu esqueci sobre o ambiente ao meu redor enquanto jogava este jogo.	12%	30%	46%	12%

Fonte: os autores (2023)

Captura de Atenção no Início (Pergunta 27): 67% dos jogadores sentiram que houve algo interessante no início do jogo que capturou sua atenção, com 9% se sentindo muito satisfeitos e 58% satisfeitos. No início do jogo, um elemento que chamou a atenção para muitos jogadores foi a presença de uma voz robótica encarregada de ler conceitos propostos. Essa abordagem foi apreciada, com vários jogadores destacando que a audição dos conceitos em

uma voz robótica facilitou a leitura e compreensão, melhorando assim a absorção do conteúdo educacional. A combinação da tecnologia de voz sintética com a entrega de informações educativas não só capturou a atenção dos jogadores, mas também contribuiu significativamente para o processo de aprendizagem dentro do jogo.

Envolvimento com o Jogo (Pergunta 28): Somente 36% dos jogadores ficaram tão envolvidos com o jogo a ponto de perderem a noção do tempo, o que indica que a imersão no jogo poderia ser aprimorada, visto que uma maioria de 63% não se sentiu tão envolvida.

Esquecimento do Ambiente Externo (Pergunta 29): 42% dos usuários se sentiram imersos a ponto de esquecerem o ambiente ao seu redor enquanto jogavam. Por outro lado, 58% dos jogadores não alcançaram esse nível de envolvimento, o que pode sugerir que o jogo poderia ser mais cativante ou imersivo.

Esses resultados indicam que enquanto a maioria dos jogadores teve sua atenção inicialmente capturada pelo jogo "Semáforo Legal", há margem para melhorias no que diz respeito ao envolvimento profundo e à capacidade do jogo de manter os jogadores completamente imersos na experiência. Os jogadores propuseram a introdução de novos desafios no jogo, acreditando que isso tornaria a experiência mais envolvente e, conseqüentemente, aumentaria o nível de atenção. Eles sentiram que a implementação de tarefas adicionais ou obstáculos mais complexos poderia enriquecer o jogo, mantendo os jogadores mais imersos e investidos na jogabilidade. Essa sugestão reflete o desejo dos jogadores por uma experiência de jogo que não apenas os entretinha, mas também os desafie de maneiras novas e interessantes, aumentando assim o apelo geral do jogo.

O Quadro 8 apresenta os resultados da pesquisa sobre a dimensão "Relevância" do jogo "Semáforo Legal":

Quadro 8 - Perguntas relacionadas à dimensão "Relevância" do jogo

PERGUNTA	MUITO SATISFEITO	SATISFEITO	POUCO INSATISFEITO	INSATISFEITO
30 - O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	12%	60%	24%	3%
31 - É claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com a disciplina.	46%	49%	6%	0%
32 - O jogo é um método de ensino adequado para esta disciplina.	30%	52%	18%	0%
33 - Eu prefiro aprender com este jogo do que de outra forma (outro método de ensino).	21%	46%	24%	9%

Fonte: os autores (2023)

Relevância do Conteúdo (Pergunta 30): 72% dos jogadores consideraram o conteúdo do jogo relevante para seus interesses, o que sugere uma boa conexão entre os temas do jogo e as preferências dos jogadores.

Clareza da Relação com a Disciplina (Pergunta 31): Uma grande maioria, 95%, entendeu claramente como o conteúdo do jogo está relacionado com a disciplina em questão, indicando eficácia na transmissão do propósito educacional do jogo.

Adequação como Método de Ensino (Pergunta 32): 82% dos usuários consideraram o jogo um método de ensino adequado para a disciplina, demonstrando uma aceitação positiva do jogo como uma ferramenta educacional.

Preferência pelo Jogo como Método de Aprendizado (Pergunta 33): 67% dos participantes preferem aprender com este jogo em comparação com outros métodos de ensino.

Os dados indicam que o jogo "Semáforo Legal" é visto como relevante e eficaz no contexto educacional para a maioria dos jogadores. A clareza na relação do conteúdo com a disciplina e a preferência pelo jogo como ferramenta de aprendizagem são pontos fortes.

No Quadro 9 são apresentados os resultados para a dimensão "Aprendizagem" do jogo "Semáforo Legal":

Quadro 9 - Perguntas relacionadas à dimensão "Aprendizagem" do jogo

PERGUNTA	MUITO SATISFEITO	SATISFEITO	POUCO INSATISFEITO	INSATISFEITO
34 - O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina.	33%	58%	9%	0%
35 - O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.	33%	52%	12%	3%

Fonte: os autores (2023)

Contribuição para Aprendizagem (Pergunta 34): 91% dos jogadores sentiram que o jogo contribuiu para a sua aprendizagem na disciplina. Com 33% expressando "Muito Satisfeito" e 58% "Satisfeito", os resultados são predominantemente positivos.

Eficiência para Aprendizagem (Pergunta 35): 85% dos participantes consideraram o jogo eficiente para a sua aprendizagem quando comparado com outras atividades da disciplina. Isso inclui 33% "Muito Satisfeitos" e 52% "Satisfeitos", enquanto apenas uma minoria expressou algum grau de insatisfação (15%).

Estes dados indicam uma percepção positiva do impacto do "Semáforo Legal" na aprendizagem dos jogadores, tanto em termos de contribuição quanto de eficiência, destacando o potencial do jogo como uma ferramenta educativa valiosa.

Também houve a questão "Espaço reservado para críticas e sugestões", na qual os alunos responderam de forma qualitativa, fornecendo sugestões para a melhoria do jogo. Recebemos as seguintes sugestões:

Os comentários dos entrevistados sobre o jogo digital "Semáforo Legal" são variados, abrangendo diferentes aspectos do jogo. Alguns elogiam o jogo, destacando sua utilidade como ferramenta de aprendizado. No entanto, muitos sugerem melhorias e apontam aspectos que podem ser aprimorados.

Vários entrevistados expressaram o desejo de ter mais obstáculos no jogo para torná-lo mais desafiador. Alguns acham tedioso ter que passar pela explicação toda vez que perdem e prefeririam recomeçar na parte do jogo.

A sugestão de adicionar mais dinâmicas ao jogo foi mencionada por alguns entrevistados, assim como a ideia de ter mais espaços para escapar do "DOWN". Alguns sugeriram melhorar a clareza das cores usadas para indicar respostas corretas e erradas.

A maioria dos entrevistados concordou que o jogo deveria permitir que os jogadores continuassem de onde pararam após perderem, em vez de reiniciar do início. Houve também menções sobre a presença de *bugs* no jogo que precisam ser corrigidos.

Alguns entrevistados apontaram que a explicação inicial do jogo é entediante e sugeriram a possibilidade de pular o tutorial. Além disso, eles desejariam ver níveis mais interessantes e detalhes adicionais sobre a disciplina abordada no jogo.

Em resumo, as opiniões sobre o jogo "Semáforo Legal" variam, mas a maioria dos entrevistados concorda que há espaço para melhorias, incluindo mais desafios, correção de bugs, aprimoramento das cores e a capacidade de pular as explicações iniciais. No entanto, alguns apreciam a utilidade do jogo como uma ferramenta de aprendizado.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou uma análise do jogo "Semáforo Legal", utilizado como ferramenta educacional no ensino de SO para alunos do 1º ano do curso de Informática no IFAM-CSGC. A avaliação, baseada no Modelo MEEGA+, destacou tanto os pontos fortes quanto as áreas que necessitam de aprimoramento no jogo.

Resultados Positivos: os resultados indicaram que o "Semáforo Legal" foi bem recebido pelos alunos, com aspectos como usabilidade, confiança, satisfação com o aprendizado e a percepção da relevância do conteúdo para a disciplina sendo avaliados positivamente. A maioria dos estudantes considerou o jogo um método eficaz de ensino, ressaltando sua utilidade como ferramenta de aprendizado.

Áreas de Melhoria: no entanto, a análise revelou várias áreas que necessitam de melhorias. Aspectos como a capacidade de personalização do jogo, recuperação após erros, imersão e interatividade social receberam avaliações menos positivas, sugerindo a necessidade de ajustes para atender às expectativas de um espectro mais amplo de alunos.

As limitações do trabalho apresentado com o jogo "Semáforo Legal" são: I) Monotonia e Falta de Variedade: Observou-se uma tendência do jogo em se tornar monótono e repetitivo, uma vez que carece de variedade nos desafios propostos aos jogadores. II) Sistema de Feedback e Recuperação de Erros: Os jogadores enfrentaram dificuldades em se recuperar rapidamente após cometerem erros, o que diminui a eficácia da experiência de aprendizado e a satisfação geral com o jogo. III) Personalização e Opções de Configuração: A ausência de opções de personalização e a rigidez nas configurações do jogo limitam a capacidade dos usuários de moldar a experiência de acordo com suas preferências individuais. IV) Problemas Técnicos e Usabilidade: Foram relatados problemas técnicos, como travamentos do jogo, além de desafios relacionados à usabilidade, impactando negativamente a experiência do usuário. V) Introdução e Tutorial Prolongados: Uma parcela dos jogadores considerou a introdução e o tutorial do jogo extensos e monótonos, expressando o desejo de ter a opção de pular estas partes para acessar diretamente o gameplay. Estas limitações destacam áreas importantes que requerem atenção para aprimorar a experiência geral do jogo e aumentar seu valor educativo.

Para apresentar as limitações identificadas no trabalho com o jogo "Semáforo Legal", propõem-se os seguintes trabalhos futuros: I) Adição de Novos Desafios e Variedade: A implementação de novos desafios e o aumento da variedade de tarefas são essenciais para manter o jogo envolvente e desafiador, garantindo que os jogadores continuem interessados e estimulados. II) Melhoria do Sistema de Feedback e Erros: É importante tornar o sistema de feedback e a recuperação de erros mais intuitivos e menos punitivos, visando melhorar a experiência de aprendizado e manter os jogadores motivados mesmo após cometerem erros. III) Personalização e Flexibilidade: A introdução de mais opções de personalização e configurações flexíveis permitirá que os jogadores ajustem o jogo de acordo com suas preferências individuais, aumentando assim a satisfação e o envolvimento. IV) Resolução de Problemas Técnicos: Identificar e corrigir problemas técnicos, além de aprimorar a usabilidade, são passos cruciais para garantir uma experiência de jogo suave e agradável para todos os usuários, independentemente de suas plataformas ou dispositivos. V) Otimização da Introdução e Tutorial: Tornar a introdução e o tutorial mais concisos ou opcionais pode beneficiar os jogadores que preferem uma imersão mais direta no jogo, reduzindo o tempo necessário para começar a jogar efetivamente.

Essas sugestões visam melhorar significativamente a experiência do jogo "Semáforo Legal", tornando-o uma ferramenta educacional mais eficaz e atraente no ensino de conceitos de sistemas operacionais e computação.

Conclui-se que o "Semáforo Legal" é uma ferramenta educacional promissora, demonstrando potencial para melhorar a aprendizagem e engajamento dos alunos em conceitos de SO. As sugestões e críticas dos alunos fornecem uma base sólida para futuras atualizações e melhorias no jogo. Este estudo reforça a importância dos jogos educacionais no ensino de disciplinas complexas, contribuindo significativamente para a pesquisa na área de jogos na educação.

8. REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. G. S. B.; FERRETE, R. B. Metodologias ativas e a educação profissional e tecnológica: invertendo a sala de aula em vista de uma aprendizagem significativa. **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, v. 3, n. 2, p. 86-98, 2019. DOI: 10.36524/profept.v3i2.451.

BRUNE, M. **Gen Z gamers: key insights**. Newzoo, 2021. Disponível em: <https://newzoo.com/resources/blog/gen-z-gamers-key-insights>. Acesso em: 20 nov. 2023.

CAEIRO-RODRÍGUEZ, M. *et al.* A survey about the use of lesson plans as an approach to OER: a proposal based on action research. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIIE)**, 2016. IEEE, 2016. p. 1–6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7751864>. Acesso em: 15 nov. 2022.

CHEN, X. *et al.* Security verification method of embedded operating system semaphore mechanism based on Coq. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIG DATA & ARTIFICIAL INTELLIGENCE & SOFTWARE ENGINEERING (ICBASE)**, 2., 2021. IEEE, 2021. p. 392–395.
DE OLIVEIRA, E. G. *et al.* Development and evaluation of a mobile educational application to support teaching of management of process in Operating Systems. In: **IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES (ICALT)**, 20., 2020. IEEE, 2020. p. 19–21.

GADELHA, R. N.; AZEVEDO, R.; OLIVEIRA, H. OS simulator: um simulador de sistemas de arquivos para apoiar o ensino/aprendizagem de sistemas operacionais. In: **BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SBIE)**, 2010. v. 1, n. 1, 2010.

GRANIC, I.; LOBEL, A.; ENGELS, R. C. M. E. The benefits of playing video games. **American Psychologist**, v. 69, n. 1, p. 66-78, 2014. DOI: 10.1037/a0034857.

KEMP, S. **Digital 2023: Global overview report**. DataReportal, 26 jan. 2023. Disponível em: <https://datareportal.com/reports/digital-2023-global-overview-report>. Acesso em: 20 nov. 2023.

KIANE, R. **Aprendizagem baseada em jogos ou gamificação? Entenda a diferença**. Via UFSC, 7 set. 2019. Disponível em: <https://via.ufsc.br/aprendizagem-baseada-em-jogos-ou-gamificacao-entenda-a-diferenca/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

LÉVY, P. **Cibercultura**. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 2010.

MACHADO, F. B.; MAIA, L. P. **Arquitetura de sistemas operacionais**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

MATTAR, J. **Metodologias ativas para a educação presencial, blended e a distância**. São Paulo: Artesanato Educacional, 2017.

MAZIERO, C. A. **Sistemas operacionais: conceitos e mecanismos**. Curitiba: [s.n.], 2014. Disponível em: <https://www.inf.ufpr.br/maziero/socm/>. Acesso em: 22 out. 2025.

MEI, H.; GUO, Y. Toward ubiquitous operating systems: a software-defined perspective. **Computer**, v. 51, n. 1, p. 50-56, 2018. DOI: 10.1109/MC.2018.1121024.

MORAES, T. C. H. et al. Module for procedural evaluation of learning in digital games based on non-linear metrics. In: **IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE)**, 2019. IEEE, 2019. p. 1–5.

NOOR, A. **20+ Gen Z statistics for employers in 2023**. Qureos, 7 dez. 2023. Disponível em: <https://www.quireos.com/hiring-guide/gen-z-statistics>. Acesso em: 22 out. 2025.

OLIVEIRA, R. S. de; CARISSIMI, A. da S.; TOSCANI, S. S. Sistemas operacionais. **Revista de Informática Teórica e Aplicada**, v. 8, n. 3, p. 7-39, 2001.

PIMENTEL, F. S. C.; SALES JÚNIOR, V. B. **Aprendizagem baseada em jogos digitais: teoria e prática**. Recife: BG Business Graphics Editora, 2021.

PETRI, G.; WANGENHEIM, C. G. V.; BORGATTO, A. F. MEEGA+: um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 27, n. 3, p. 238-270, 2019. DOI: 10.5753/rbie.2019.27.03.238.

SHE, Y.-X.; LIN, M.-H.; JONG, B.-S.; HSIA, Y.-T. Using growing pet game in Facebook to enhance students' learning motivation: in operating system course. In: **LEARNING AND TEACHING IN COMPUTING AND ENGINEERING (LaTICE)**, 2013. IEEE, 2013. p. 224–228.

SOUZA, D. A. de; LOPES, Á. R.; ALBUQUERQUE, R. M. de. Prototype of an educational game for teaching and learning in paged virtual memory. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIIE)**, 2015. IEEE, 2015. p. 132–136.

SUANDIQUE, T. M. H.; BEÇA, P.; ARESTA, M. A tool to support the creation of digital games to promote environmental awareness. In: **IBERIAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (CISTI)**, 16., 2021. IEEE, 2021. p. 1–4.

TAJARA, T. T. *et al.* Pesquisa-ação em Sistemas de Informação de 2002 a 2012 – uma revisão sistemática. In: **IV ENCONTRO DE ENSINO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE**, 2013. 2013.

VIDAL, A. S.; MIGUEL, J. R. As tecnologias digitais na educação contemporânea/Digital technologies in contemporary education. **ID on line. Revista de Psicologia**, v. 14, n. 50, p. 366-379, 2020. DOI: 10.14295/online.v14i50.2464.

VIEIRA, B. **Entenda o novo perfil dos alunos e como se adequar a ele**. Rubeus, 23 set. 2021. Disponível em: <https://rubeus.com.br/blog/o-novo-perfil-dos-alunos/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

VICTAL, E. *et al.* Aprendendo sobre o uso de jogos digitais na educação. In: **WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA**, 2015. p. 444–453.