

Minecraft como Ferramenta Educacional: simulação de portas lógicas e circuitos digitais

Douglas Aquino Moreno¹, Fabiano Fagundes¹, Alessandra Alves Moreira Silva¹

¹Departamento de Computação

Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA) – Palmas, TO – Brazil

{douglas.moreno, fabiano.fagundes}@ulbra.br,
alessandra.silva@rede.ulbra.br

Abstract. *This article explores the use of Minecraft as an educational tool in teaching digital circuits and logic gates. The research proposes a practical methodology, where students use Minecraft's Redstone to build and simulate digital circuits, facilitating the understanding of fundamental electronics concepts. The qualitative approach, applied to Computer Science students, revealed that the use of Minecraft favored active and collaborative learning, promoting a solid understanding of logic gate concepts. The results indicate that the methodology is effective in applying the content in interactive and playful environments.*

Resumo. *Este artigo explora o uso do Minecraft como ferramenta educacional no ensino de circuitos digitais e portas lógicas. A pesquisa propõe uma metodologia prática, onde alunos utilizam o Redstone do Minecraft para construir e simular circuitos digitais, facilitando a compreensão de conceitos fundamentais da eletrônica. A abordagem qualitativa, aplicada a alunos de Ciência da Computação, revelou que a utilização do Minecraft favoreceu o aprendizado ativo e colaborativo, promovendo uma compreensão sólida dos conceitos de portas lógicas. Os resultados indicam que a metodologia é eficaz na aplicação dos conteúdos em ambientes interativos e lúdicos.*

1. Introdução

A constante evolução tecnológica tem promovido transformações significativas nos processos de ensino e aprendizagem, exigindo das instituições educacionais a adoção de metodologias condizentes com as novas demandas sociais e cognitivas dos estudantes. No campo da Computação, onde os avanços ocorrem de forma acelerada, torna-se imperativo desenvolver estratégias pedagógicas que favoreçam uma aprendizagem ativa, significativa e alinhada às práticas contemporâneas.

A ludicidade, característica central dos jogos, permite ao estudante assumir um papel ativo no processo de construção do conhecimento, favorecendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais por meio da experimentação, da tomada de decisões e da resolução de problemas (Salen; Zimmerman, 2012). Além disso, ao integrar elementos de jogos digitais ao ambiente educacional, é possível estimular a curiosidade, o raciocínio lógico e a cooperação, tornando o aprendizado mais dinâmico e atrativo (Souza; Oliveira; Souza, 2022; Magno *et al.*, 2018).

Por outro lado, determinados conteúdos, como os fundamentos da eletrônica digital e da lógica booleana, frequentemente representam desafios à aprendizagem por sua natureza abstrata e simbólica. Introduzida por George Boole em 1854, a álgebra booleana constitui a base teórica dos circuitos digitais, os quais, por sua vez, são compostos por portas lógicas responsáveis pelo processamento de sinais binários em

sistemas computacionais (Idoeta; Capuano, 2019). A abordagem tradicional do ensino desses conceitos, centrada em exposições teóricas e resolução de exercícios descontextualizados, pode dificultar a compreensão e o interesse dos estudantes.

Diante dessa problemática, o jogo Minecraft emerge como uma ferramenta educacional promissora, sobretudo por sua estrutura flexível e capacidade de simular circuitos eletrônicos por meio do recurso denominado Redstone. No modo criativo, os jogadores têm acesso ilimitado a blocos e componentes que permitem a construção de mecanismos funcionais, incluindo portas lógicas e sistemas automatizados. Essa mecânica proporciona um ambiente propício para a experimentação e visualização prática dos princípios da lógica digital, favorecendo o aprendizado por meio da simulação e da manipulação direta dos elementos constituintes dos circuitos.

Neste contexto, foi desenvolvido um projeto pedagógico com estudantes do curso de Computação, cujo objetivo consistiu em explorar, de forma prática e lúdica, os conceitos fundamentais da lógica digital por meio da construção de portas lógicas e circuitos no ambiente virtual do Minecraft. Inicialmente, os alunos participaram de aulas expositivas, onde foram apresentados aos fundamentos teóricos sobre álgebra booleana e portas lógicas. Em seguida, os estudantes, organizados em grupos, foram desafiados a aplicar os conhecimentos adquiridos no desenvolvimento de projetos dentro do jogo, utilizando os elementos de Redstone para representar circuitos lógicos reais.

A proposta teve como finalidade verificar o potencial do Minecraft como ferramenta de apoio à aprendizagem de conteúdos abstratos, por meio da simulação prática em um ambiente virtual atrativo. Para orientar a atividade, foi disponibilizado um roteiro detalhado na plataforma virtual da disciplina, e, ao final do processo, os alunos apresentaram seus projetos, compartilharam experiências e responderam a um formulário de avaliação. Os dados obtidos permitiram analisar o impacto da metodologia na compreensão dos conceitos, no desenvolvimento de habilidades práticas e na motivação para o estudo de eletrônica digital.

2. Aprendizagem Significativa com Jogos Digitais

A adoção de metodologias que favoreçam a aprendizagem ativa e significativa tem sido uma preocupação constante no campo educacional, especialmente nas áreas de Ciências Exatas e Tecnológicas. De acordo com Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações se conectam de maneira não arbitrária e substantiva à estrutura de conhecimento já existente do aluno, o que implica na necessidade de estratégias que favoreçam essa assimilação ativa dos conteúdos. Nesse sentido, a simples exposição de conteúdos teóricos, sem a devida contextualização prática, tende a limitar a compreensão e a retenção do conhecimento, sobretudo em disciplinas que exigem alto nível de abstração, como a lógica digital.

Com o avanço das tecnologias digitais, diversas abordagens inovadoras têm sido propostas para superar as limitações do ensino tradicional. Dentre essas, destaca-se o uso de jogos digitais como ferramentas de apoio pedagógico, sobretudo por sua capacidade de integrar elementos lúdicos ao processo de aprendizagem, promovendo maior engajamento, autonomia e colaboração entre os alunos (Prensky, 2001). Para Gee (2003), os jogos digitais bem projetados criam ambientes de aprendizagem ricos e

desafiadores, nos quais o erro é tratado como parte do processo e o conhecimento é construído por meio da interação com o sistema e com os pares.

A proposta de integrar jogos ao ensino está ancorada também nas teorias de Vygotsky (1984), que enfatiza o papel da mediação social e cultural na aprendizagem. O espaço lúdico do jogo se apresenta como um território de experimentação, onde o aluno pode desenvolver competências cognitivas e sociais por meio da interação com os colegas e com o ambiente virtual. Nesse contexto, Salen e Zimmerman (2012) destacam que o jogo envolve estruturas formais de regras e objetivos, mas também espaços de criação, negociação e descoberta, elementos que contribuem diretamente para a aprendizagem ativa.

Dentre os jogos com potencial educativo, o Minecraft tem se consolidado como uma ferramenta promissora no ensino de conteúdos diversos. Segundo Lane e Yi (2017), o Minecraft é capaz de promover a aprendizagem de conceitos complexos de forma visual, prática e interativa, tornando-se uma plataforma versátil para o ensino de disciplinas como Física, Matemática e Computação.

3. Lógica Booleana

A Lógica Booleana é um sistema matemático utilizado na computação e na eletrônica digital, baseado em operações que utilizam apenas dois estados: verdadeiro (1) e falso (0). Desenvolvida pelo matemático George Boole no século XIX, essa lógica estabeleceu as bases para a criação de circuitos digitais e algoritmos computacionais (Idoeta; Capuano, 2019). Sua aplicação é essencial em áreas como programação, bancos de dados, inteligência artificial e sistemas embarcados, permitindo a construção de expressões lógicas que controlam o funcionamento de computadores e dispositivos eletrônicos.

George Boole introduziu uma nova abordagem à lógica matemática, transformando-a em uma estrutura algébrica e integrando-a à matemática. Ele destacou a relação entre símbolos algébricos e os que representam conceitos lógicos, criando assim a álgebra booleana, que se tornou essencial para o desenvolvimento de computadores, circuitos eletrônicos, linguagens de programação e projetos de *hardware* moderno. No campo educacional, a álgebra booleana auxilia na construção do raciocínio lógico-dedutivo, facilitando o aprendizado e aprimorando a resolução de problemas (Santos, 2024).

3.1. Operações Fundamentais da Álgebra Booleana

As portas lógicas são componentes da eletrônica digital, responsáveis por processar sinais binários com base nos princípios da álgebra booleana. Elas executam operações lógicas básicas, como AND, OR, NOT, XOR, NAND, NOR e XNOR, e são utilizadas na construção de circuitos digitais que compõem desde microprocessadores até sistemas embarcados (Idoeta; Capuano, 2019). Cada porta lógica opera manipulando tensões elétricas correspondentes aos estados 0 (falso) e 1 (verdadeiro), permitindo a criação de sistemas complexos, como memórias, processadores e unidades de controle. As principais funções estão apresentadas no quadro a seguir (Idoeta; Capuano, 2019; Santos, 2024):

- **Porta NOT (Inversora):** inverte o valor da entrada; se recebe 1, retorna 0, e vice-versa.
- **Porta AND:** retorna 1 apenas se todas as entradas forem 1; caso contrário, retorna 0.
- **Porta OR:** retorna 1 se pelo menos uma das entradas for 1; retorna 0 apenas se todas forem 0.
- **Porta XOR (OU Exclusivo):** retorna 1 se apenas uma das entradas for 1; retorna 0 se todas forem iguais.
- **Porta NAND:** retorna o oposto da AND; só retorna 0 se todas as entradas forem 1, caso contrário, retorna 1.
- **Porta NOR:** retorna o oposto da OR; só retorna 1 se todas as entradas forem 0, caso contrário, retorna 0.
- **Porta XNOR (OU Exclusivo Negado):** retorna o oposto da XOR; retorna 1 se todas as entradas forem iguais, e 0 se forem diferentes.

A compreensão da Lógica Booleana e das portas lógicas é essencial para diversas disciplinas da área de computação, pois constitui a base para o funcionamento de circuitos digitais, sistemas computacionais e linguagens de programação. Além disso, o domínio desses fundamentos possibilita a criação e otimização de algoritmos, o desenvolvimento de *hardware* eficiente e a compreensão do funcionamento interno dos computadores, tornando-se um conhecimento indispensável para qualquer profissional da computação.

4. Trabalhos Relacionados

Carmo *et al.* (2019) relatam sua experiência com o uso do Minecraft na formação de professores dos anos iniciais na disciplina de Matemática. Os autores desenvolveram oficinas que promoveram discussões sobre o uso de jogos no ensino da disciplina, com destaque para o Minecraft. Diante da pouca familiaridade dos professores com o jogo, sua aplicação ocorreu principalmente em momentos voltados à exploração lúdica de conceitos teóricos. Como resultado, os autores destacam a importância da visualização geométrica e a possibilidade de desenvolver estratégias para a resolução de problemas.

Santos (2023) destaca o Minecraft como uma ferramenta pedagógica eficaz para o ensino de plano cartesiano, geometria e algoritmos. O autor buscou ampliar o repertório dos professores, oferecendo recursos que possibilitam a criação de aulas mais dinâmicas e envolventes. Para isso, foi realizada uma pesquisa com 12 professores, os quais receberam instruções sobre como baixar e utilizar o jogo, além de orientações sobre as atividades propostas. A dinâmica consistia em fornecer uma localização dentro do Minecraft, e os alunos deveriam encontrá-la para construir sua casa, explorando conceitos espaciais e coordenadas cartesianas de maneira interativa. A conclusão do autor é que o jogo pode ser uma ferramenta valiosa para fins educacionais, pois as habilidades adquiridas durante sua utilização contribuíram para superar lacunas no entendimento do conteúdo.

Os trabalhos de Carmo *et al.* (2019) e Santos (2023) oferecem contribuições importantes para este artigo, ao evidenciar o potencial do Minecraft como ferramenta pedagógica em diversos contextos educacionais. Ambos os estudos reforçam a eficácia

do Minecraft em criar ambientes de aprendizagem dinâmicos e imersivos, proporcionando aos alunos a oportunidade de explorar, experimentar e entender conceitos de maneira prática, o que fundamenta a proposta de integrar o jogo ao ensino de eletrônica digital de forma interativa.

5. Metodologia

Este trabalho foi realizado na turma de Arquitetura e Organização de Computadores do curso de Ciência da Computação do Centro Universitário Luterano de Palmas, composta por 23 alunos. O objetivo principal foi explorar o aprendizado de circuitos digitais e portas lógicas de forma prática e lúdica, utilizando o jogo Minecraft como ferramenta educacional. O Minecraft é uma plataforma de construção que permite aos jogadores criar e modificar ambientes virtuais por meio de blocos, oferecendo uma mecânica de construção flexível. No modo criativo, os jogadores têm acesso ilimitado a materiais, incluindo o Redstone, um recurso que simula circuitos elétricos e permite replicar o funcionamento de portas lógicas (Minecraft, 2024).

Foi adotada uma abordagem qualitativa exploratória, permitindo uma análise das interações dos alunos com o ambiente do jogo. O caráter exploratório buscou investigar como o recurso Redstone no Minecraft poderia facilitar o aprendizado de conceitos fundamentais relacionados aos circuitos lógicos. De acordo com Losch, Rambo e Ferreira (2023), a abordagem qualitativa exploratória busca responder a questionamentos por meio da compreensão de fatos que necessitam de investigação, envolvendo os participantes no processo de reflexão, análise da realidade e produção de conhecimento. A composição do processo de desenvolvimento do trabalho é apresentada na Figura 1.



Figura 1. Procedimentos metodológicos.

Na Fase 1, foram ministradas aulas expositivas que abordaram o conteúdo sobre circuitos digitais e portas lógicas, com foco nas operações lógicas básicas (AND, OR, NOT, NOR, NAND, XOR e XNOR). Esse conteúdo foi apresentado ao longo de seis aulas, com o objetivo de proporcionar o aprendizado necessário para a etapa prática. Além das aulas teóricas, os alunos participaram de atividades complementares destinadas à consolidação dos conceitos estudados. Essas atividades incluíram exercícios realizados no caderno e o uso de ferramentas específicas para a construção de portas lógicas, circuitos digitais e aplicação dos teoremas booleanos.

Na Fase 2, os alunos foram introduzidos ao recurso Redstone no Minecraft e receberam orientações sobre como utilizá-lo na simulação de circuitos digitais. Para apoiar esse processo, foram disponibilizados vídeos de orientação, que detalhavam o uso do recurso no ambiente do jogo, e exemplos práticos de circuitos simples foram apresentados. As demonstrações facilitaram a transição dos conceitos teóricos para sua aplicação prática no ambiente virtual, permitindo aos alunos compreenderem as possibilidades do Minecraft como ferramenta para modelagem de circuitos lógicos.

Na Fase 3, os alunos participaram de discussões em grupo sobre as possibilidades do Minecraft como ferramenta educativa para o ensino de circuitos lógicos. Durante essa etapa, cada grupo foi responsável por esboçar projetos que aplicassem os conceitos teóricos estudados, propondo soluções criativas para a construção de portas lógicas e circuitos digitais no ambiente do jogo. Além disso, os grupos elaboraram planos para suas construções, integrando os conhecimentos teóricos à prática no Minecraft, o que fomentou a colaboração e o planejamento estratégico.

Na Fase 4, os grupos iniciaram a construção de portas lógicas básicas utilizando Redstone no modo criativo do Minecraft. Cada equipe foi desafiada a projetar e construir circuitos digitais, começando pela criação de representações funcionais das portas lógicas. A partir dessas estruturas iniciais, os alunos combinaram as portas lógicas em circuitos mais complexos, aplicando os conceitos teóricos de forma prática.

Na Fase 5, cada grupo apresentou suas construções no Minecraft, detalhando o funcionamento e as soluções implementadas para os desafios encontrados. Um formulário Google foi utilizado para coletar a percepção dos alunos sobre o uso do Minecraft como ferramenta educacional. O formulário abordou tópicos como engajamento, compreensão dos conceitos e dificuldades enfrentadas.

6. Resultados e Discussão

As aulas expositivas forneceram aos alunos os fundamentos teóricos sobre circuitos digitais e portas lógicas. Durante essa etapa, percebeu-se que os exercícios complementares, como a aplicação prática dos teoremas booleanos, foram essenciais para consolidar o entendimento inicial dos conceitos abordados. Ao término das aulas teóricas, os alunos organizaram-se em grupos de cinco integrantes para desenvolver projetos baseados no estudo do jogo Minecraft e na compreensão de seu potencial como ferramenta educacional. Para apoiar essa etapa, foi disponibilizada no ambiente virtual de aprendizagem uma atividade com um roteiro detalhado de orientação, contendo diretrizes claras para a construção de portas lógicas e circuitos digitais no jogo.

Os alunos projetaram e construíram portas lógicas básicas, utilizando o recurso Redstone do Minecraft, e posteriormente combinaram-nas para formar circuitos mais complexos. Durante essa etapa, um dos principais desafios relatados pelos grupos foi a representação visual de portas lógicas como XOR e XNOR, devido ao maior nível de abstração necessário para sua modelagem no ambiente virtual. A Figura 2 ilustra parte das portas lógicas e dos circuitos desenvolvidos pelos alunos, destacando a criatividade e a aplicação prática dos conceitos teóricos no processo de construção.

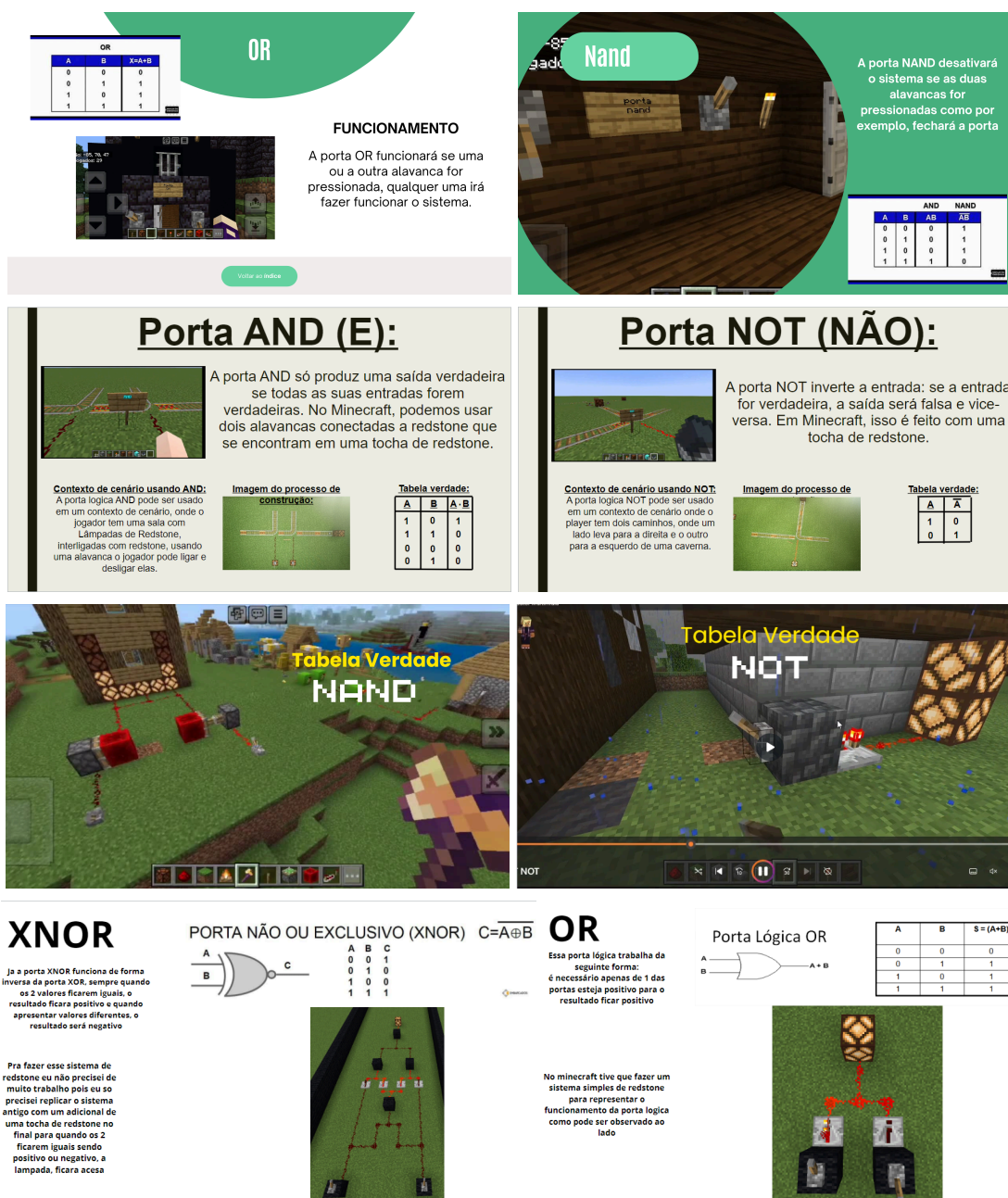


Figura 2. Parte dos circuitos e portas lógicas desenvolvidas pelos grupos.

Após a conclusão e submissão das atividades, os alunos realizaram apresentações dos resultados alcançados, demonstrando as portas lógicas e os circuitos digitais que construíram. Durante as apresentações, cada grupo teve a oportunidade de explicar o funcionamento de suas criações, destacando as soluções implementadas e os desafios superados ao longo do processo.

Para validação da atividade, foi disponibilizado um formulário no *Google Forms* para coletar o *feedback* dos alunos sobre a experiência de aprendizado. A avaliação foi estruturada com uma escala *Likert* de 5 pontos, permitindo medir o nível de concordância dos participantes em relação a diferentes afirmações. As questões foram organizadas em quatro categorias principais: Conhecimento (compreensão dos conceitos

de portas lógicas e circuitos digitais), Habilidade (capacidade de aplicar os conceitos no ambiente do Minecraft) e Atitude (engajamento e motivação durante as atividades).

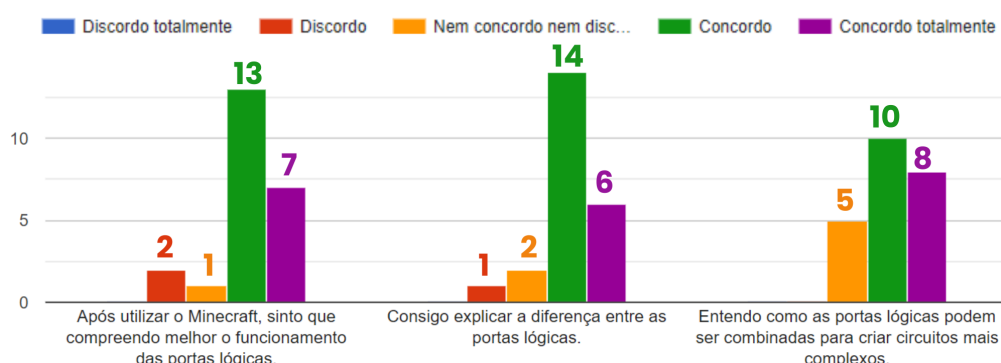


Figura 3. Compreensão dos conceitos de portas lógicas e circuitos digitais.

A Figura 3 apresenta o resultado dos aspectos do conhecimento e compreensão dos conceitos de portas lógicas e circuitos digitais. A análise das respostas revela que aproximadamente 87% dos alunos concordam ou concordam totalmente que o uso do Minecraft contribuiu para uma melhor compreensão do funcionamento das portas lógicas, evidenciando o impacto positivo da metodologia adotada. Apenas duas respostas indicaram discordância, cerca de 8,7%, e uma foi neutra que representa 4,3%, sugerindo que, embora a abordagem tenha sido eficaz para a grande maioria, alguns alunos podem ter enfrentado dificuldades ou necessitado de maior suporte.

A análise das respostas à afirmação "Consigo explicar a diferença entre as portas lógicas" demonstra um forte grau de concordância entre os alunos, com 87% concordando ou concordando totalmente. Isso indica que a metodologia adotada conseguiu fortalecer a compreensão sobre as portas lógicas. No entanto, observa-se que 8,7% dos alunos marcaram respostas neutras, sugerindo que alguns podem não se sentir totalmente confiantes para explicar as diferenças entre as portas. Além disso, uma resposta indicou discordância, representando 4,3% da turma.

A análise das respostas à afirmação "Minha compreensão sobre os conceitos de portas lógicas e circuitos digitais" revela um alto nível de concordância, com a maioria dos alunos expressando compreensão sólida sobre o tema. Aproximadamente 78,3% das respostas foram positivas, indicando que a metodologia utilizada foi eficaz em fortalecer o entendimento dos conceitos. No entanto, cerca de 21,7% das respostas foram neutras, sugerindo que alguns alunos ainda podem não se sentir completamente confiantes.

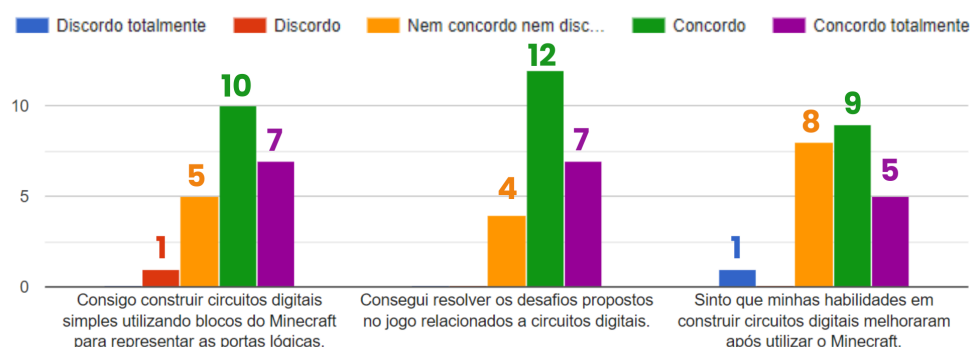


Figura 4. Capacidade de aplicar o conhecimento na prática, utilizando o Minecraft.

A Figura 4 apresenta o resultado dos aspectos relacionados à habilidade e a capacidade de aplicar os conhecimentos teóricos na prática, utilizando o Minecraft. A análise das respostas à afirmação "Consigo construir circuitos digitais simples utilizando blocos do Minecraft para representar as portas lógicas" revela que aproximadamente 74% dos alunos concordam ou concordam totalmente, demonstrando confiança em aplicar os conhecimentos na prática. Por outro lado, 21,7% responderam de forma neutra, indicando uma percepção moderada de suas habilidades, enquanto uma única resposta (4,3%) apontou discordância.

A análise das respostas à afirmação "Conseguir resolver os desafios propostos no jogo relacionados a circuitos digitais" mostra que 82,6% dos alunos concordam ou concordam totalmente, indicando que a maioria conseguiu aplicar os conhecimentos na resolução prática dos desafios no Minecraft. Contudo, 17,4% das respostas foram neutras, sugerindo que alguns alunos podem ter encontrado dificuldades em lidar com os desafios ou necessitado de mais tempo para concluí-los. Nenhuma resposta indicou discordância, o que reforça que, embora alguns tenham se sentido menos confiantes, todos participaram ativamente.

A análise das respostas à afirmação "Sinto que minhas habilidades em construir circuitos digitais melhoraram após utilizar o Minecraft" demonstra que 60,9% dos alunos concordam ou concordam totalmente, indicando que a maioria percebeu um aprimoramento em suas habilidades práticas com circuitos digitais. Entretanto, 34,8% deram respostas neutras e 4,3% discordaram totalmente, apontando que uma parcela significativa dos estudantes não sentiu um avanço claro ou pode ter encontrado dificuldades ao longo do processo.

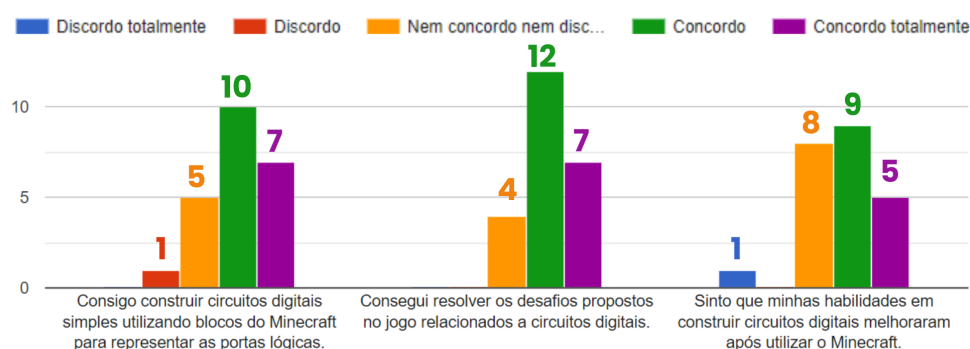


Figura 5. O uso do Minecraft como ferramenta de aprendizado.

A Figura 5 apresenta o resultado dos aspectos relacionados ao uso do Minecraft como ferramenta de aprendizado. A análise das respostas à afirmação "Acredito que o Minecraft é uma ferramenta útil para aprender sobre portas lógicas e circuitos digitais" revela um alto nível de aceitação, com 87% dos alunos concordando ou concordando totalmente. Este resultado demonstra que a grande maioria considera o Minecraft uma ferramenta eficaz para o aprendizado dos conceitos abordados. No entanto, 13% dos participantes deram respostas neutras, indicando que alguns podem não ter se envolvido plenamente ou não perceberam um impacto significativo. Não houve discordâncias, o que reforça a percepção positiva geral da ferramenta.

A análise das respostas à afirmação "Achei as atividades no Minecraft mais divertidas do que as atividades tradicionais" demonstra uma percepção amplamente

positiva, com 78,3% dos alunos concordando ou concordando totalmente. Esse resultado indica que a maioria dos participantes considerou o uso do Minecraft mais envolvente e prazeroso em comparação com métodos tradicionais de ensino. Por outro lado, 17,4% optaram por respostas neutras, possivelmente refletindo experiências mais equilibradas ou menos impacto na percepção de diversão. Apenas uma resposta (4,3%) expressou discordância total, sugerindo que nem todos os alunos se identificaram com a abordagem utilizada.

A análise das respostas à afirmação "O Minecraft me motivou a estudar mais sobre eletrônica digital" mostra que 69,7% dos alunos concordam ou concordam totalmente, indicando que a maioria reconhece o impacto motivacional do uso do Minecraft no aprendizado de eletrônica digital. Contudo, 21,7% marcaram respostas neutras, sugerindo que alguns estudantes não sentiram um aumento significativo em sua motivação para estudar além do contexto das aulas. Além disso, 4,3% discordaram e 4,3% discordaram totalmente, o que pode indicar que, para um pequeno grupo, o uso do Minecraft não despertou interesse adicional no tema.

7. Conclusão

Este estudo demonstrou o potencial do Minecraft, por meio do uso de Redstone, como ferramenta educacional para o ensino de circuitos digitais e portas lógicas. A construção de circuitos no ambiente do jogo proporcionou uma experiência prática e visual, facilitando a compreensão dos conceitos de eletrônica digital. A prática com Redstone possibilitou a criação e teste de portas lógicas, reforçando o entendimento dos princípios da lógica digital de maneira acessível e empolgante. Esse estudo também destacou a importância da integração de metodologias inovadoras no ensino, utilizando recursos já familiares e atraentes para os alunos, como os jogos digitais. O Redstone no Minecraft, em particular, oferece uma maneira intuitiva de explorar circuitos digitais, reforçando o aprendizado e permitindo que os alunos vejam os resultados de seus experimentos em tempo real.

Apesar dos resultados positivos, a proposta enfrentou alguns desafios. Um dos principais refere-se à familiaridade prévia dos alunos com o jogo Minecraft, o que pode ter impactado a curva de aprendizagem e a execução das atividades práticas. Alguns estudantes relataram dificuldades em representar portas lógicas mais complexas, como XOR e XNOR, exigindo suporte adicional. Além disso, a infraestrutura tecnológica, como computadores compatíveis e acesso ao software, é um fator determinante para a replicabilidade da metodologia em outras instituições. Para que a proposta seja aplicada em contextos distintos, recomenda-se a adaptação do plano de aula de acordo com o nível de familiaridade dos alunos com o ambiente do jogo e o conteúdo técnico, bem como a disponibilização de tutoriais ou oficinas introdutórias.

Como trabalhos futuros, sugere-se a ampliação do estudo para incluir a simulação de circuitos mais complexos e o desenvolvimento de módulos de ensino adaptativos que integrem Minecraft em plataformas educacionais formais. Além disso, seria interessante explorar o impacto dessa metodologia em diferentes faixas etárias e em grupos de alunos com perfis diversos, avaliando a eficácia da ferramenta em diversos contextos educacionais.

Referências

- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.
- CARMO, A. F. do; FERNANDES, K. G.; MEIRELLES, M. A.; CARNEIRO, R. F. O. Minecraft na formação de professores dos anos iniciais em matemática. **Horizontes**, [S. l.], v. 37, p. e019015, 2019. DOI: 10.24933/horizontes.v37i0.592. Disponível em: <https://revistahorizontes.usf.edu.br/horizontes/article/view/592>. Acesso em: 27 mar. 2025.
- GEE, James Paul. **What video games have to teach us about learning and literacy**. New York: Palgrave Macmillan, 2003.
- IDOETA, Ivan V.; CAPUANO, Francisco G. **Elementos de Eletrônica Digital 42ª edição**. 42. ed. Rio de Janeiro: Érica, 2019. E-book. p.49.
- LANE, H. Chad; YI, Seung. Using Minecraft to teach computing concepts to students with learning differences. In: **ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education**, 2017, Seattle. Proceedings. New York: ACM, 2017. p. 567–572.
- LÖSCH, S.; RAMBO, C. A.; FERREIRA, J. L. A pesquisa exploratória na abordagem qualitativa em educação. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara**, v. 18, n. esp., e023141, 2023. e-ISSN: 1982-5587.
- MAGNO, Carlos; FELIX, Lucas; LAGO, Lucas; ROCHA, Leonardo; ALBERGARIA, Elisa Tuler de. MD Investigações: um jogo educacional aberto para auxiliar a aprendizagem de lógica. In: **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE**, 29., 2018, Brasília. Anais... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. p. 675-684.
- PRENSKY, Marc. **Digital game-based learning**. New York: McGraw-Hill, 2001.
- SALEN, Katie; ZIMMERMAN, Eric. **Rules of play: game design fundamentals**. Cambridge: MIT Press, 2012.
- SANTOS, Bruno Henrick Souza. **O jogo Minecraft como ferramenta no ensino dos algoritmos, geometria e plano cartesiano e o tratamento de suas informações**. 2023. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação (Matemática) - Universidade Estadual de Goiás, Santa Helena de Goiás.
- SANTOS, Mauro Roberto Rosa dos. **O uso da lógica booleana matemática no ensino básico**. 2024.92 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Rede - Matemática em Rede Nacional/CCET) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2024.
- SOUZA, M. R.; OLIVEIRA, F. A.; SOUZA, M. T. Jogos digitais como ferramenta de ensino de lógica: uma proposta com Minecraft. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 30, n. 2, p. 45–60, 2022. Disponível em: <https://www.rbie.org.br>. Acesso em: 28 mar. 2025.
- VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1984.