



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL - IUVI
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL

**JOGOS COGNITIVOS CONTROLADOS POR INTERFACE CÉREBRO-
COMPUTADOR: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NA
ATENÇÃO E APRENDIZAGEM DE ESTUDANTES DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

PAULO CESAR VIANA AZEVEDO

Fortaleza
2025

O PRODUTO

O produto educacional resultante desta pesquisa foi um kit composto por dois jogos digitais para treinamento da atenção via Interface Cérebro-Computador, projetados para melhorar as habilidades cognitivas de estudantes. Esse produto está alinhado à pesquisa desenvolvida na dissertação, fundamentando-se em abordagens teóricas sobre cognição, atenção e aprendizagem mediada por tecnologia.

Além disso, os jogos foram desenvolvidos com base em metodologias científicas, garantindo sua validade como ferramenta educacional. A aplicabilidade do kit foi testada em contexto real, permitindo a avaliação de seu impacto na atenção dos estudantes e possibilitando ajustes baseados nos resultados obtidos. O formato digital dos jogos favorece sua disseminação e reutilização, permitindo que outras instituições educacionais possam integrá-los às suas práticas pedagógicas.

Os jogos cognitivos são ferramentas educacionais projetadas para estimular e desenvolver habilidades mentais essenciais, como atenção, memória, raciocínio lógico e resolução de problemas. Eles podem assumir diferentes formatos, desde jogos analógicos até plataformas digitais interativas, e são amplamente utilizados para promover a aprendizagem ativa e o desenvolvimento intelectual (Gee, 2003). Esses jogos são baseados em princípios da neurociência e da psicologia cognitiva, explorando a plasticidade cerebral para fortalecer funções executivas e melhorar o desempenho em diversas tarefas acadêmicas e do dia a dia (Prensky, 2001).

Na educação, os jogos cognitivos desempenham um papel fundamental ao proporcionar um ambiente dinâmico e engajador para os estudantes. Diferente dos métodos tradicionais, que muitas vezes se apoiam na repetição e na memorização passiva, os jogos incentivam a experimentação, o pensamento crítico e a tomada de decisões, tornando o aprendizado mais significativo (Mayer, 2014). Além disso, esses jogos podem ser adaptados para atender a diferentes necessidades e perfis de alunos, incluindo aqueles com dificuldades de aprendizagem ou transtornos do neurodesenvolvimento, favorecendo a inclusão e a personalização do ensino (Granic, Lobel & Engels, 2014).

O uso de jogos cognitivos em sala de aula ou em ambientes virtuais também contribui para o desenvolvimento socioemocional dos estudantes, uma vez que estimula a persistência, a autorregulação e a resiliência diante de desafios (Shute et al., 2015). Além disso, quando combinados com tecnologias avançadas, como interfaces neurais e inteligência artificial, esses jogos podem fornecer dados precisos sobre o desempenho

cognitivo dos usuários, permitindo intervenções pedagógicas mais eficazes (Bavelier, Green & Dye, 2010). Dessa forma, os jogos cognitivos não apenas fortalecem habilidades mentais essenciais, mas também tornam o processo de ensino-aprendizagem mais interativo, acessível e eficiente.

Os dois jogos digitais desenvolvidos contam com uma estrutura bidimensional (2D) e interatividade altamente restrita. Em cada um deles, o jogador pode apenas mover-se para frente ou para cima, utilizando duas únicas formas de interação: o piscar de olhos e o nível das ondas cerebrais, captadas por uma Interface Cérebro-Computador (ICC). Essa limitação intencional no esquema de interação e progressão permite analisá-los à luz de conceitos como jogos lineares, jogos com mecânica singular e, parcialmente, jogos 1D.

De acordo com Gao & Wang (2023), jogos lineares possuem um caminho predeterminado e oferecem pouca liberdade de exploração, guiando o jogador por desafios fixos. Essa definição se aplica aos jogos desenvolvidos, pois a progressão dos personagens é pré-definida, e os jogadores devem seguir um trajeto fixo sem desvios. Em jogos lineares, o design foca no controle da experiência do jogador, permitindo um refinamento da dificuldade e da curva de aprendizado (Mayer, 2014). No caso desses jogos, a ICC restringe a interação, tornando essencial que os desafios sejam bem equilibrados para manter o engajamento do usuário. A linearidade também favorece a acessibilidade, permitindo que jogadores com limitações possam participar sem a complexidade de múltiplos comandos ou decisões simultâneas (Bavelier, Green & Dye, 2010).

A mecânica dos jogos se alinha ao conceito de mecânica singular, discutido por Gao & Wang (2023), no qual o jogador tem apenas uma ou duas formas principais de interação. Diferente de jogos tradicionais que oferecem múltiplas opções de ação (como pular, correr, atacar), aqui a mecânica é reduzida ao controle via piscar de olhos e variação de ondas cerebrais (nível de atenção), o que simplifica a jogabilidade sem comprometer a experiência do usuário. Essa abordagem é frequentemente utilizada em jogos assistivos, especialmente aqueles voltados para inclusão digital e acessibilidade (Granic, Lobel & Engels, 2014). Em particular, o uso da ICC justifica a escolha por uma mecânica limitada, pois a interação direta entre atividade neural e ação no jogo exige um design simplificado para minimizar a sobrecarga cognitiva e maximizar a eficácia da resposta do sistema (Prensky, 2001).

Embora os jogos sejam bidimensionais, eles compartilham algumas características de jogos 1D devido à restrição de movimentação: os personagens se deslocam apenas em um eixo principal, podendo apenas avançar ou subir/pular. Nos jogos 1D clássicos, como *Wolfenstein 1-D*, a ação ocorre em uma linha de pixels, e as interações são extremamente limitadas. No caso dos jogos em questão, apesar de o ambiente ser representado em um espaço 2D, a ausência de movimento lateral ou mecânicas adicionais cria uma experiência próxima da unidimensionalidade, no sentido de reduzir a complexidade de navegação e interação (Shute et al., 2015). No entanto, a existência de dois eixos (movimento frontal e vertical) impede que sejam classificados estritamente como 1D, pois ainda há variação na forma como os jogadores podem se deslocar. Assim, podemos considerá-los jogos lineares com mecânica singular que apresentam elementos de design inspirados em jogos 1D.

Os jogos desenvolvidos se classificam primariamente como jogos lineares devido à progressão fixa e à ausência de liberdade exploratória. Além disso, enquadram-se no conceito de mecânica singular, pois os jogadores possuem apenas duas formas de interação, ambas mediadas pela Interface Cérebro-Computador. Embora compartilhem algumas semelhanças com jogos 1D, sua estrutura bidimensional os diferencia dessa categoria. A justificativa para essa abordagem se dá pela necessidade de adaptar o design ao controle via ICC, garantindo que os jogos sejam responsivos e acessíveis para usuários que dependem de interações cerebrais e piscadas de olhos. A escolha por uma mecânica simples também favorece a imersão e reduz a curva de aprendizado, tornando os jogos mais acessíveis a um público amplo, incluindo pessoas com limitações motoras. Essa combinação de características demonstra que o design de jogos pode ser adaptado para diferentes necessidades, promovendo experiências interativas inclusivas sem comprometer o engajamento do usuário.

O design sonoro dos jogos segue a simplicidade característica de jogos lineares, priorizando efeitos sonoros funcionais que reforcem a experiência do jogador sem sobrecarregar a interação. Os sons são utilizados essencialmente para indicar ações-chave, como o deslocamento do personagem, a mudança de velocidade ao correr e a coleta de tesouros (bônus que aumentam a pontuação). Além disso, há efeitos específicos para colisões com obstáculos, sinalizando a perda de vidas. Essa abordagem minimalista do áudio, aliada à simplicidade visual, tem como objetivo reduzir fatores de distração, permitindo que o jogador mantenha o foco e aumente sua capacidade de atenção. A escolha por um design limpo e funcional busca criar um ambiente imersivo e eficiente,

no qual os estímulos sonoros e visuais sejam utilizados apenas para reforçar elementos essenciais da jogabilidade, sem sobrecarregar a experiência cognitiva do usuário.

A Figura 1 mostra uma das crianças participantes do estudo durante uma sessão. Pode-se observar: a imagem de um dos jogos desenvolvidos para treinamento da atenção na tela do laptop; e, a interface cérebro-computador na cabeça da criança. É importante destacar que as mãos das criança não estão sobre a mesa, porque para executar o jogo ele precisa apenas se concentrar e dar piscadas, para desviar dos obstáculos.



Figura 1: Estudante jogando um dos jogos desenvolvidos.

REFERÊNCIAS

BAVELIER, D.; GREEN, C. S.; DYE, M. W. G. Children, wired: For better and for worse. *Neuron*, v. 67, n. 5, p. 692–701, 2010.

GEE, J. P. *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. New York: St. Martin's Press, 2003.

GRANIC, I.; LOBEL, A.; ENGELS, R. C. The Benefits of Playing Video Games. *American Psychologist*, v. 69, n. 1, p. 66–78, 2014.

MAYER, R. E. *Computer games for learning: An evidence-based approach*. Cambridge: MIT Press, 2014.

PRENSKY, M. *Digital game-based learning*. St. Paul: Paragon House, 2001.

SHUTE, V. J.; VENTURA, M.; KIM, Y. J. Assessment and learning of qualitative physics in Newton's Playground. *Journal of Educational Psychology*, v. 105, n. 4, p. 952–967, 2013.

- BAVELIER, D.; GREEN, C. S.; DYE, M. W. G. **Children, wired: For better and for worse**. *Neuron*, v. 67, n. 5, p. 692–701, 2010.

- GAO, R. H.; WANG, O. **How do linear and nonlinear levels inspire game flow in cooperative gameplay?**. DIVA Portal, 2023. Disponível em: <<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2%3A1768861/FULLTEXT01.pdf>>.

- GRANIC, I.; LOBEL, A.; ENGELS, R. C. **The Benefits of Playing Video Games**. *American Psychologist*, v. 69, n. 1, p. 66–78, 2014.

- MAYER, R. E. **Computer games for learning: An evidence-based approach**. Cambridge: MIT Press, 2014.

- PRENSKY, M. **Digital game-based learning**. St. Paul: Paragon House, 2001.

- SHUTE, V. J.; VENTURA, M.; KIM, Y. J. **Assessment and learning of qualitative physics in Newton's Playground**. *Journal of Educational Psychology*, v. 105, n. 4, p. 952–967, 2013.