

IsoPuzzle: Conectando Educação e Cultura por meio de Jogos Interdisciplinares

Title: IsoPuzzle: Connecting Education and Culture through Interdisciplinary Games

Thiago Moura^{1,3}, Jaqueline Civardi², Luciana Berretta^{1,3}, Sergio Carvalho^{1,3}

¹Instituto de Informática (INF) – Universidade Federal de Goiás (UFG)
Goiânia – GO – Brasil

²Instituto de Matemática e Estatística (IME) – Universidade Federal de Goiás (UFG)
Goiânia – GO – Brasil

³Advanced Knowledge Center for Immersive Technologies – AKCIT
(Centro de Competência EMBRAPPII em Tecnologias Imersivas)
Universidade Federal de Goiás (UFG)
Goiânia – GO – Brasil

thiago.emanuell@discente.ufg.br

{jaqueline, luciana.berretta, sergiocarvalho}@ufg.br

Abstract. *IsoPuzzle is an interdisciplinary educational game combining puzzles, isometric geometry, and Adinkra symbolism. Developed using the PEED (Promoting Domain Expert Involvement) methodology, it distinguishes itself by approaching complex mathematical concepts playfully. Results indicate that its immersion in African culture enriches the experience, fostering inclusive and culturally relevant learning.*

Keywords. *Serious games, Games applied to education, Support tool, Game mobile, Application, Adinkra symbols, African culture*

Resumo. *IsoPuzzle é um jogo educativo interdisciplinar que combina quebra-cabeças, geometria isométrica e simbologia Adinkra. Desenvolvido com a metodologia PEED (Promoção do Envolvimento de Especialistas de Domínio), destaca-se pela abordagem de conteúdos complexos de matemática de forma lúdica. Resultados indicam que sua imersão na cultura africana enriquece a experiência, promovendo uma aprendizagem inclusiva e culturalmente relevante.*

Palavras-chave. *Jogos sérios, Jogos aplicados à educação, Ferramenta de apoio, Game mobile, Aplicativo, Símbolos Adinkras, Cultura africana*

1. Introdução

A geometria, disciplina fundamental para o desenvolvimento do pensamento lógico e espacial, é para muitos estudantes de difícil compreensão dado o nível de abstração dos seus conceitos. Em face do desafio do alto índice de abandono escolar entre os jovens brasileiros durante a transição do ensino fundamental para o médio, torna-se fundamental a criação de novas estratégias de apoio ao ensino. Considerando que a atual geração de estudantes está imersa em um mundo digital, em que os jogos digitais desempenham um

papel significativo como ferramenta educacional, é essencial explorar seu potencial de forma inovadora [Prensky e Thiagarajan 2007].

O desenvolvimento de jogos educativos tem emergido como uma ferramenta poderosa para o ensino, unindo conceitos de diversas disciplinas de forma envolvente e interativa [Vilaça e Araújo 2016]. Nesse contexto, o uso de jogos sérios no ensino de geometria pode oferecer uma abordagem prática e envolvente, contribuindo para uma aprendizagem mais eficaz e significativa [Paiva e Silveira 2021]. Associado ao uso de jogos, a Aprendizagem Baseada em Jogos (GBL - *Game-Based Learning*) tem sido considerada uma abordagem promissora para abordar essa lacuna, oferecendo formas interativas e imersivas para explorar temas complexos, envolvendo também aspectos culturais e de diversidade, de maneira engajadora e significativa [Titus e Ng'ambi 2023].

A legislação brasileira, por meio da Lei nº 10.639/03 [Brasil 2003], tornou obrigatório o ensino da história e cultura afro-brasileira e africana nas escolas, buscando combater a marginalização e a discriminação histórica desses grupos étnicos. No entanto, mesmo após anos da sua sanção, a presença e representação da cultura africana nas salas de aula brasileiras permanecem inadequadas e insuficientes. Essa lacuna revela uma falha significativa no sistema educacional, privando os estudantes do acesso a uma compreensão mais ampla e inclusiva da história e diversidade cultural do Brasil.

O objetivo deste artigo é apresentar o jogo IsoPuzzle¹, um recurso educacional projetado para promover a aprendizagem disciplinar da matemática no Ensino Médio, e também para celebrar e disseminar o conhecimento sobre a rica e diversificada cultura africana. O jogo sério foi desenvolvido visando não apenas transmitir o conhecimento acadêmico, mas também de promover a compreensão intercultural e o respeito à diversidade. O artigo busca examinar não apenas o desenvolvimento técnico do jogo IsoPuzzle, mas também sua importância como uma ferramenta de promoção da educação intercultural e da valorização da cultura africana. Ao fazê-lo, visa-se contribuir para uma reflexão crítica sobre os desafios e oportunidades associados ao ensino da cultura africana nas escolas brasileiras, bem como para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes e inclusivas para alcançar esse objetivo.

2. Fundamentos Teóricos e Trabalhos Relacionados

2.1. Jogos e Cultura

Apesar da Lei 10.639/2003 estar em vigor desde 2003 [Brasil 2003], pouco se vê sua aplicação em sala de aula. O ensino escolar ainda é fortemente eurocêntrico, focando o estudo africano apenas em pobreza e escravidão, causando apagamento das diversas colaborações e raízes africanas na cultura brasileira. Segundo [Styhre et al. 2018], a legitimação intelectual dos videogames como artefatos culturais pode ser uma fonte de renovação para a indústria, possibilitando uma maior diversidade de temas e perspectivas.

Um exemplo interessante é discutido por [Titus e Ng'ambi 2023], que abordam o uso de jogos digitais para a aprendizagem intercultural. Eles desenvolveram um modelo de aprendizagem baseado em jogos construtivistas sociais em uma universidade sul-africana, mostrando como os jogos podem ser eficazes na promoção da compreensão e

¹O jogo IsoPuzzle foi registrado junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) com o número BR512023002477-5 e data de concessão 29 de agosto de 2023.

do diálogo intercultural.

Outro aspecto relevante é explorado por [Kleftodimos et al. 2023], que discute a criação de jogos de realidade aumentada baseados em localização para o patrimônio cultural. Esses jogos proporcionam uma experiência imersiva que permite aos jogadores explorar e aprender sobre locais culturais significativos, incluindo aspectos da cultura africana.

Essas obras destacam a importância dos jogos digitais como ferramentas poderosas para a disseminação da cultura e do conhecimento, especialmente quando se trata da rica diversidade cultural da África. Elas demonstram como os jogos podem não apenas entreter, mas também educar e promover a compreensão intercultural, contribuindo assim para uma maior valorização e preservação da cultura africana. O Jogo IsoPuzzle tem como proposta atuar como uma ferramenta educativa e cultural, visando aproximar os estudantes dos ricos conhecimentos de nossa ancestral cultura.

2.2. Cultura Africana e a Matemática

O Jogo IsoPuzzle envolve o conhecimento matemático articulado com a compreensão intercultural africana, por meio do uso de símbolos Adinkra. Os Adinkras são conjuntos de ideogramas de relevância cultural e histórica para os povos Akan, originários da África Ocidental, especialmente de Gana e da Costa do Marfim [Nascimento e Gá 2009]. A cultura Ashanti, que se destaca nesse grupo, é caracterizada por sua forte hierarquia social, sistema de realeza e ênfase na família e solidariedade. Segundo a crença local, os sacerdotes Ashanti criaram os símbolos Adinkra, inicialmente utilizados em rituais religiosos e em tecidos usados pela realeza, mas que, com o tempo, se difundiram em diversas formas de arte e decoração [Nascimento e Gá 2009].

Cada símbolo Adinkra carrega um significado único e muitas vezes está ligado a provérbios ou histórias tradicionais que transmitem sabedoria ancestral (Figura 1).

A seguir, alguns exemplos.

- **Gye Nyame:** um dos símbolos Adinkra mais conhecidos e representa a onipotência e a supremacia de Deus. Ele é comumente traduzido como “exceto Deus” ou “ninguém exceto Deus” [Willis 1998].
- **Sankofa:** representado por um pássaro voltado para trás com um ovo na boca ou por um coração estilizado. Este símbolo significa “retornar e pegar”, um lembrete da importância de aprender com o passado [Quarcoo 1994].
- **Dwennimmen:** representado por dois chifres de carneiro. Este símbolo significa “humildade e força” e ensina que é possível ser forte e humilde ao mesmo tempo [Rattray 1927].
- **Fawohodie:** simboliza a independência e a liberdade, refletindo a luta dos povos Akan pela emancipação e autodeterminação [Willis 1998].

Os símbolos Adinkra transcendem suas origens tradicionais e são amplamente utilizados em diversas formas de arte e *design*. Eles aparecem em roupas, acessórios, joias, arquitetura e logotipos, tanto na África quanto na diáspora africana. O uso moderno desses símbolos serve não apenas como uma decoração esteticamente agradável, mas também como um meio de preservar e divulgar a sabedoria e os valores ancestrais [Quarcoo 1994].

Símbolo	Nome	Significado	Descrição	Símbolo	Nome	Significado	Descrição
	Adinkrahene	Chefe dos símbolos adinkra	Grandeza, carisma e liderança		Nea Ope Se Obedi Hene	Aquele que quer ser rei	Serviço, liderança
	Akrofena	Espada de guerra	Coragem, valor		Nkyimu	Divisões do tecido adinkra antes da impressão	Previsão, habilidade
	Akroben	Corneta de guerra	Vigilância, atenção		Nkonsonkonson	Elos de correntes	União, relações humanas

Figura 1: Alguns símbolos Adinkra [Nascimento e Gá 2009].

Os símbolos são frequentemente encontrados nas grades dos portões e janelas das casas, principalmente em regiões de Gana e Costa do Marfim. Essas grades não são apenas elementos de segurança, mas também servem como meios de expressão cultural e estética [Silva 2023]. Os desenhos intrincados dos símbolos Adinkra adicionam um toque artístico e significativo às estruturas, transformando elementos utilitários em manifestações de identidade cultural.

Por exemplo, um portão decorado com o símbolo *Fawohodie* (que simboliza independência e liberdade) pode transmitir uma mensagem de orgulho e auto-determinação da família que reside naquela casa. Da mesma forma, a presença do símbolo *Gye Nyame* (representando a supremacia de Deus) nas janelas pode indicar a fé e a espiritualidade dos moradores.

Nas calçadas e pátios, os símbolos Adinkra são frequentemente incorporados em mosaicos ou pavimentações. Esses símbolos são usados não apenas para decorar, mas também para contar histórias ou transmitir mensagens significativas. Um pátio decorado com símbolos como *Sankofa* pode encorajar os visitantes a refletirem sobre a importância de aprender com o passado, enquanto caminhos ou passagens com *Nsoromma* (estrela) podem simbolizar esperança e orientação [Silva 2023].

A integração dos símbolos Adinkra na arquitetura e *design* urbano não apenas preserva e celebra a herança cultural, mas também adapta esses símbolos a contextos modernos. Essa prática cria um diálogo entre tradição e inovação, permitindo que as pessoas se conectem com suas raízes culturais de maneiras novas e relevantes.

Trazendo para a realidade nacional, arquitetos e *designers* contemporâneos estão cada vez mais incorporando os símbolos Adinkra em seus projetos para criar espaços que são tanto esteticamente agradáveis quanto culturalmente significativos [Silva 2023]. Em áreas urbanas, os símbolos podem ser encontrados em murais, edifícios públicos, praças e até em mobiliário urbano, como bancos e postes de iluminação, ou em setores residenciais, nas grades e portões por exemplo, como visto na Figura 2. Ainda assim, esses símbolos passam despercebidos por muitas pessoas, já que, apesar de fortemente infundido na cultura nacional, esse tema é pouco disseminado e apresentado, principalmente nas escolas.

Essa atenção extensiva ajuda a manter a relevância dos símbolos Adinkra na vida moderna, ao mesmo tempo que promove uma apreciação contínua pelas artes e história africanas. Além do uso estético, os símbolos Adinkra são ferramentas educativas poderosas. Na matemática, os símbolos Adinkra apresentam propriedades algébricas relevantes, como evidenciado por [Gates 2010], que explora essas propriedades utilizando



Figura 2: Símbolos Adinkra frequentemente vistos no cotidiano. Fonte: autoral.

a teoria dos grupos e a teoria da representação. Ainda, também oferecem oportunidades únicas para a integração no ensino de matemática, especialmente no contexto da etnomatemática. De acordo com [Babbitt et al. 2015], os padrões geométricos dos símbolos Adinkra podem ser utilizados para ilustrar conceitos matemáticos como simetria, transformações geométricas e algoritmos.

Os símbolos Adinkra são ricos em formas geométricas que podem ser exploradas para ensinar diversos conceitos matemáticos [Babbitt et al. 2015]. Através da análise de padrões simétricos e transformações isométricas, os estudantes podem visualizar e compreender melhor os princípios matemáticos [Babbitt et al. 2015]. Por exemplo, os movimentos isométricos como translações, rotações e reflexões podem ser ensinados utilizando os desenhos Adinkra, tornando a aprendizagem mais tangível e conectada com a cultura local.

A incorporação dos símbolos Adinkra no ensino de matemática não apenas facilita a compreensão dos conceitos geométricos, mas também promove um ensino culturalmente relevante. Utilizando esses símbolos, os educadores podem conectar a matemática ao contexto cultural dos alunos, o que pode influenciar no engajamento e no interesse pela matéria. Nesse contexto, [Babbitt et al. 2015] destacam que essa abordagem etnomatemática ajuda a construir uma ponte entre a matemática abstrata e as experiências culturais dos estudantes, tornando a aprendizagem mais significativa e contextualizada.

Esses símbolos também se relacionam de forma importante na teoria das supercordas, onde sua simetria de espelhamento é fundamental para explicar as partículas subatômicas observadas na natureza [Abdalla 1990]. Essa simetria está relacionada com as transformações isométricas, que preservam distâncias e orientações de objetos, como reflexões, rotações e translações [Ribeiro 2015].

Portanto, a cultura Ashanti e seus símbolos Adinkra são temas multifacetados, abrangendo história, religião, arte e matemática. A compreensão desses símbolos, em seus contextos culturais e matemáticos, promove uma imersão mais profunda na cultura e tradições do povo Ashanti e dos povos Akan em geral, além de destacar a aplicação dos conceitos matemáticos em contextos não convencionais.

3. Metodologia

Ao longo do desenvolvimento do Jogo IsoPuzzle, foram abordados diversos estudos sobre jogos sérios, e suas metodologias de desenvolvimento. Segundo [Américo e Navari 2013], é fundamental que haja um objetivo pedagógico claro desde

o início do projeto e que especialistas do domínio sejam envolvidos no processo de *design* conceitual do jogo. Diante da complexidade do desenvolvido do projeto, Américo e Navazri destacam que pelo menos três atores (*stakeholders*) devem ser inseridos, a saber: Equipe Técnica de Desenvolvimento (ETD), responsáveis desde o *design* visual do jogo, definição da mecânica e jogabilidade, e até a codificação do jogo; Usuários Finais Especialistas de Domínio (UFE), responsáveis por definir e delimitar o foco e conteúdo específico do jogo bem como aspectos pedagógicos pertinentes; e Usuários Finais Aprendizes (UFA), que representam o público-alvo [Américo e Navari 2013].

Diante disso, o projeto contou com uma revisão da literatura sobre metodologias de desenvolvimento de jogos educativos, destacando as tendências atuais e a relevância da abordagem adotada. Ao selecionar a metodologia PEED (Promoção do Envolvimento de Especialistas de Domínio), conjugada com os procedimentos metodológicos já empregados no estudo de [Rutes et al. 2015], reconheceu-se a importância da colaboração interdisciplinar e do *feedback* contínuo no processo de desenvolvimento.

Logo, dada a escolha do conteúdo que envolveu o jogo (isometria), tornou-se necessário uma especialista do referido domínio, no caso, uma professora doutora em didática da matemática, no propósito de acompanhar a aplicação e os ajustes do conteúdo nas fases de implementação do Jogo IsoPuzzle. Também se juntou à equipe uma especialista em cultura africana, cuja *expertise* e sensibilidade foram fundamentais para garantir a representação precisa e respeitosa dos aspectos culturais abordados no jogo. Essa colaboração multidisciplinar entre a especialista em isometria e a especialista em cultura africana proporcionou uma abordagem holística e integrada ao desenvolvimento do IsoPuzzle, assegurando tanto a qualidade técnica do conteúdo matemático quanto a autenticidade e relevância cultural das temáticas abordadas. A sinergia entre esses dois domínios de conhecimento trazem uma potencial e significativa contribuição para a criação de uma experiência educacional enriquecedora e culturalmente inclusiva para os estudantes do Ensino Médio.

A metodologia PEED consiste em etapas, conforme ilustradas na Figura 3.

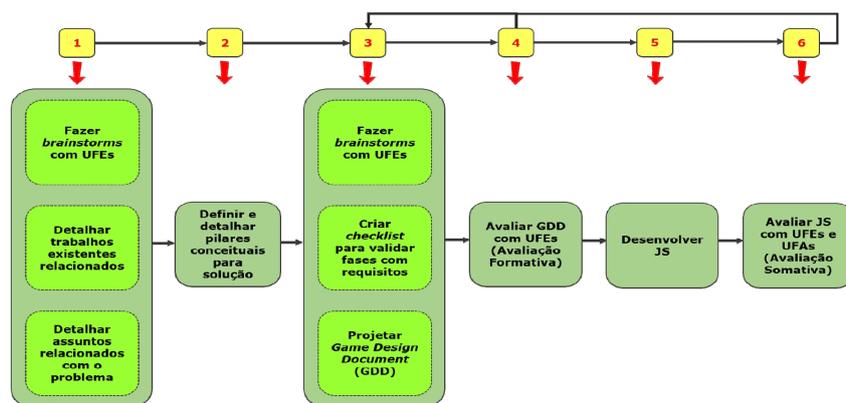


Figura 3: Metodologia PEED na criação de um jogo sério [Rutes et al. 2015].

Durante a fase de concepção, diversas reuniões de *brainstorming* foram realizadas para gerar ideias e conceitos para o jogo, considerando as contribuições de especialistas em matemática, cultura africana e *design* de jogos. Identificamos e corrigimos questões

conceituais relacionadas à movimentação isométrica e à abordagem dos símbolos Adinkra, com orientação de especialistas.

Ao longo do processo de desenvolvimento, utilizamos uma variedade de técnicas de coleta de dados, incluindo entrevistas, observações e análise de documentos, para informar as decisões de *design*. As ferramentas e tecnologias utilizadas, como as de modelagem 3D e motores de jogo, foram cuidadosamente selecionadas para garantir a eficiência e qualidade do jogo. A gestão de projeto foi uma prioridade em todas as etapas do projeto, com ferramentas de comunicação eficazes, cumprimento de prazos e alocação de recursos cuidadosamente planejados. As estratégias de *design* de jogo foram baseadas em prototipagem, testes de usabilidade e de interação, no sentido de prover uma experiência envolvente e educativa para os usuários.

O envolvimento dos *stakeholders* foi fundamental para o sucesso do projeto, com colaboração ativa de professores, alunos e especialistas em todas as etapas do desenvolvimento. Além disso, mantivemos um diálogo aberto e colaborativo com todos os envolvidos, garantindo que suas necessidades e expectativas fossem atendidas ao longo do processo de desenvolvimento.

4. O Jogo Isopuzzle

Inserido na categoria de *puzzle game*, o IsoPuzzle se destaca como uma ferramenta intrincada de aprendizado. Composto por uma série de 40 quebra-cabeças, sua estrutura desafia os jogadores com crescente complexidade em cada fase, como representado pelas Figuras 4a, 4b, 4c e 4d. Cada quebra-cabeça demanda a manipulação de peças dispostas em um tabuleiro repleto de obstáculos, exigindo não apenas movimentos de translação, mas também rotação e reflexão para alcançar as soluções. A interação com tais desafios promove uma abordagem engenhosa e analítica por parte do jogador, fomentando o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de resolução de problemas.

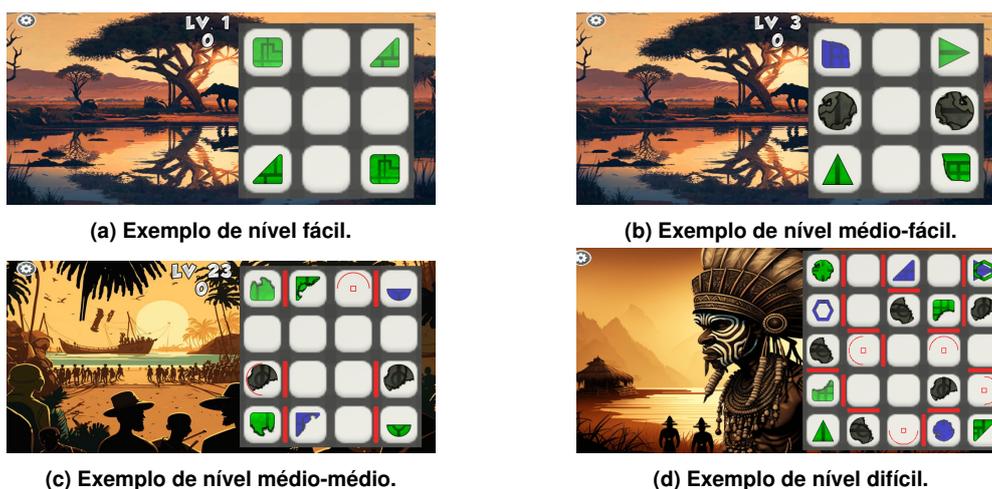


Figura 4: Dificuldade crescente de níveis. Fonte: autoral.

A elaboração cuidadosa de cada quebra-cabeça inclui a definição de um número mínimo de movimentos para sua resolução. Aqueles que conseguem completar os desafios dentro desse limite são recompensados com a pontuação máxima (Figura

5a), enquanto desempenhos que se aproximam do mínimo recebem uma classificação intermediária (Figura 5b); já os distantes recebem uma classificação mínima (Figura 5c). Essa estrutura de avaliação não apenas estimula a busca pela excelência em cada quebra-cabeça, mas também promove a persistência e o aprimoramento contínuo das habilidades do jogador.



Figura 5: Feedbacks de desempenho. Fonte: autoral.

Uma característica do IsoPuzzle é a incorporação da simbologia Adinkra como elemento de recompensa. Cada quebra-cabeça concluído corretamente garante ao jogador um símbolo Adinkra, enriquecendo não apenas sua coleção de artefatos no jogo, mas também seu conhecimento sobre a cultura africana. Por meio do menu de artefatos (Figuras 6a, 6b, 6c, 6d) os jogadores podem explorar cada símbolo recebido, acompanhado de seu nome e uma contextualização sobre seu significado cultural.



Figura 6: Telas relacionadas à simbologia Adinkra.

Além do aspecto educacional, o IsoPuzzle destaca a temática da cultura africana. Desde a estética visual (Figuras 7a, 7b, 7c, 7d) até a trilha sonora, cada elemento do jogo evoca os traços distintivos dessa rica herança cultural. Essa abordagem não apenas

enriquece a experiência de jogo, mas também promove a apreciação e compreensão da diversidade cultural entre os jogadores.



Figura 7: Ambientalização artística. Fonte: autoral.

5. Discussão

O desenvolvimento do Jogo IsoPuzzle tem como marca a interseção entre educação, cultura e tecnologia, além de uma manifestação concreta do potencial dos jogos digitais como ferramentas pedagógicas inovadoras. Este estudo aprofundou-se nos fundamentos teóricos que sustentam a importância dos jogos educativos interdisciplinares, destacando a necessidade premente de promover uma educação mais inclusiva e diversificada, especialmente em contextos culturalmente ricos e diversos, como o da África.

A metodologia adotada no desenvolvimento do IsoPuzzle, aliada à colaboração interdisciplinar entre especialistas em matemática, cultura africana e *design* de jogos, revelou-se não apenas essencial, mas crucial para a criação de uma experiência educacional enriquecedora e culturalmente relevante. A abordagem PEED (Promoção do Envolvimento de Especialistas de Domínio) facilitou a integração de conhecimentos especializados, e permitiu uma apropriação das necessidades e expectativas do público-alvo.

Para além do ensino dos conceitos abstratos da geometria isométrica, o IsoPuzzle traz a proposta de imersão na riqueza da cultura africana, especialmente por meio da incorporação dos símbolos Adinkra. Cada quebra-cabeça concluído não é apenas um desafio para os jogadores resolverem de forma analítica e engenhosa, mas também uma oportunidade para expandir seu conhecimento sobre a complexa e diversa herança cultural africana. A avaliação formativa e sumativa garante que o jogo não apenas entretém, mas também efetivamente educa, promovendo uma aprendizagem ativa e engajadora.

Por fim, o IsoPuzzle emerge como mais do que uma simples contribuição para uma educação mais abrangente e equitativa; ele é uma ferramenta com potencial de transformação que ilustra vividamente como os jogos digitais podem fomentar a inclusão e a diversidade nas salas de aula. Refletindo sobre os desafios enfrentados durante o desenvolvimento do jogo, é evidente que a colaboração interdisciplinar, a autenticidade cultural e a gestão eficiente do projeto desempenharam papéis cruciais em seu sucesso.

A verdadeira essência do IsoPuzzle transcende seu *status* como um mero jogo; ele é uma ponte para o conhecimento, cultura e compreensão intercultural, oferecendo uma experiência educacional profundamente enriquecedora e culturalmente inclusiva para os estudantes do Ensino Médio e, por extensão, para todos aqueles que se envolvem com ele.

6. Conclusão

Ao revisitar os aspectos que se destacaram no desenvolvimento e implementação do Jogo IsoPuzzle², torna-se evidente sua relevância e potencial como uma ferramenta educativa e cultural inovadora. Este projeto transcende a mera definição de um jogo digital; ele encapsula uma visão de educação interdisciplinar e inclusiva que celebra a diversidade e promove uma aprendizagem significativa e engajadora.

O IsoPuzzle não apenas desafia os jogadores com quebra-cabeças intrincados, mas também oferece uma experiência educacional que celebra e dissemina o conhecimento sobre a rica e diversificada cultura africana. A incorporação da simbologia Adinkra como elemento de recompensa não apenas enriquece a experiência de aprendizagem, mas também contribui para a valorização da cultura africana, promovendo a inclusão e o engajamento de todos os alunos, independentemente de sua origem cultural.

Uma das sugestões para futuros trabalhos é a promoção de uma cultura de colaboração e trabalho em equipe entre os alunos. Essa abordagem pode ser ainda mais explorada, incentivando a criação de desafios colaborativos em que os estudantes possam resolver quebra-cabeças juntos, compartilhando estratégias e conhecimentos. Além disso, a personalização e adaptação do jogo para atender às necessidades individuais de cada estudante podem ser aprimoradas, oferecendo opções de ajustes de dificuldade e recursos de suporte para diferentes estilos de aprendizagem.

Outra sugestão relevante é a introdução de elementos narrativos envolventes, como histórias ou personagens, que possam contextualizar os desafios do jogo e envolver os jogadores em uma jornada educativa mais imersiva. Além disso, a criação de uma comunidade online dedicada ao IsoPuzzle pode ampliar a interação entre os alunos, permitindo que compartilhem suas experiências, discutam estratégias e até mesmo criem e compartilhem seus próprios quebra-cabeças.

Considerando a importância da acessibilidade, uma área-chave para futuros desenvolvimentos é a melhoria do suporte para portadores de deficiências visuais. A inclusão de recursos de áudio e interfaces adaptativas pode garantir que o jogo seja acessível a todos os alunos, independentemente de suas necessidades específicas.

Por fim, a introdução de desafios especiais relacionados a eventos culturais específicos ou datas comemorativas pode enriquecer ainda mais a experiência do IsoPuzzle, tornando-a mais contextualizada e relevante para os alunos. Essa abordagem não apenas promove uma maior conexão com a cultura e identidade dos estudantes, mas também os incentiva a explorar e aprender sobre diferentes tradições culturais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao AKCIT (Advanced Knowledge Center for Immersive Technologies) pelo apoio e auxílio financeiro.

²Um vídeo do jogo está disponível em <https://encurtador.com.br/QfTmj>

Referências

- Abdalla, É. (1990). Teoria das supercordas - o limiar de uma nova física teórica. *Revista USP*, page 183–190.
- Américo, M. e Navari, S. C. (2013). Gamificação: abordagem e construção conceitual para aplicativos em tv digital interativa. *Revista Geminis*, pages 87–105.
- Babbitt, W., Lachney, M., Bulley, E., e Eglash, R. (2015). Adinkra mathematics: A study of ethnocomputing in ghana. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 5(2):110–135.
- Brasil (2003). Lei nº 10.639, de 09 de janeiro de 2003. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*.
- Gates, J. (2010). Symbols of power: Adinkras and the nature of reality. *Physics World*, 23(6):34–39.
- Kleftodimos, A., Evagelou, A., Gkoutzios, S., Matsiola, M., Vrigkas, M., Yannacopoulou, A., Triantafillidou, A., e Lappas, G. (2023). Creating location-based augmented reality games and immersive experiences for touristic destination marketing and education. *Computers*, 12(11).
- Nascimento, E. L. e Gá, L. C. (2009). Adinkra: sabedoria em símbolos africanos. rio de janeiro: Ed. *Pallas*.
- Paiva, C. A. e Silveira, R. M. (2021). Jogos digitais de entretenimento e o estímulo da inteligência lógico-matemática de gardner. In *Anais do XX SBGAMES*, pages 462–471. SBC.
- Prensky, M. e Thiagarajan, S. (2007). Digital game-based learning (paragon house ed.). *St. Paul, MN: Paragon House*.
- Quarcoo, A. (1994). *The Language of Adinkra Patterns*. University of Ghana, Legon.
- Rattray, R. S. (1927). *Religion and Art in Ashanti*. Oxford University Press, London.
- Ribeiro, M. A. d. S. (2015). *Transformações geométricas planas: um estudo experimental e dinâmico*. PhD thesis, Universidade de São Paulo.
- Rutes, W., Oliveira, H. d., e Hounsell, M. d. S. (2015). Peed: Uma metodologia para promoção do envolvimento de especialistas de domínio em projetos acadêmicos de jogos sérios. *XIV SBGAMES*, pages 447–454.
- Silva, M. F. d. (2023). Adinkra: imagens da ancestralidade africana na cultura brasileira. *Repositório Institucional - PUC-SP*.
- Styhre, A., Szczepanska, A. M., e Remneland-Wikhamn, B. (2018). Consecrating video games as cultural artifacts: Intellectual legitimation as a source of industry renewal. *Scandinavian Journal of Management*, 34(1):22–28.
- Titus, S. e Ng’ambi, D. (2023). Digital gaming for cross-cultural learning: Development of a social constructivist game-based learning model at a south african university. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, 13(1):1–20.
- Vilaça, M. L. C. e Araújo, E. V. F. d. (2016). Tecnologia, sociedade e educação na era digital. *Duque de Caxias: UNIGRANRIO*.

Willis, W. B. (1998). *The Adinkra Dictionary: A Visual Primer on the Language of Adinkra*. The Pyramid Complex, Washington D.C.