

Matemagos: Uma Experiência de e-Sports e Matemática na Região Amazônica

Sylker Teles¹, Tarcinara Tavares², Isabelly Oliveira³, Suziane Cundiff³, Rodrigo Rosas⁴, Brendo Teles⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Design – Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
e Samsung Ocean Center, Manaus – AM – Brazil

²Secretaria de Estado da Educação e Desporto (SEDUC-AM)
Manaus – AM – Brazil

³Instituto de Computação (IComp) – Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Manaus – AM – Brazil

⁴DX Gameworks
Manaus – AM – Brazil

sylker@kyudai.jp, tarcinara@educ.net, {irbo, svlc}@icomp.ufam.edu.br,
{rodrigo.costa, brendo.teles}@dxgameworks.com

Abstract. *This article describes the work carried out in the state of Amazonas within the scope of the Matemagos nas Escolas project. Matemagos is an educational game aimed for teaching mathematics developed from a doctoral thesis with a method called ARCS-REACT. The game was developed by Flying Saci Game Studio and was implemented in 163 public schools in 34 municipalities in the State of Amazonas. 98 of those schools are located in the capital Manaus and 65 in the countryside of the state. In the final phase of the project, a tournament was held, the Matemagos Arena Tournament (MAT). 105 students from 25 schools in 9 municipalities were classified for the finals. In future research, we intend to test the results of student learnings with the same ARCS-REACT method that originated the game.*

Keywords— *edugames, education, mathematics, learning*

Resumo. *Este artigo descreve o trabalho realizado no estado do Amazonas no âmbito do projeto Matemagos nas Escolas. Matemagos é um jogo educacional voltado para o ensino de matemática desenvolvido a partir de uma tese de doutorado com um método chamado ARCS-REACT. O jogo foi desenvolvido pela Flying Saci Game Studio e foi implementado em 163 escolas da rede estadual de ensino em 34 municípios do Estado do Amazonas, sendo 98 escolas na capital Manaus e 65 no interior do Estado. Na fase final do projeto foi realizado um torneio, o Matemagos Arena Tournament (MAT). 105 estudantes de 25 escolas de 9 municípios foram classificados para a etapa final do torneio. Em uma pesquisa futura, pretende-se testar os resultados da aprendizagem dos alunos com o mesmo método ARCS-REACT que originou o jogo.*

Palavras-chave— *edugames, educação, matemática, aprendizagem*

1. Introdução

Este artigo é um relato da implementação do jogo Matemagos em 163 escolas no estado do Amazonas como parte de um projeto conjunto entre a Secretaria de Estado da

Educação e Desporto do Amazonas e o estúdio de jogos Flying Saci Game Studio. Matemagos é um jogo educacional desenvolvido em Unity com foco no ensino de matemática básica especialmente desenhado para os anos finais do ensino fundamental. O jogo é o resultado de uma pesquisa realizada na Universidade Kyushu sobre games e educação contextual [Teles 2015].

Durante o projeto foram atendidas 163 escolas em 34 municípios do estado do Amazonas entre os anos de 2018 e 2019. O projeto compreendeu as seguintes fases: desenvolvimento, treinamento, implementação e torneio. A fase final, o torneio, também chamado de MAT (Matemagos Arena Tournament) foi uma experiência de e-sports que as escolas públicas puderam experimentar, envolvendo alunos, pais, professores e gestores em um evento que seguiu o calendário da Feira Amazonense de Matemática. A final do torneio foi realizada na cidade de Manaus na Universidade Federal do Amazonas.

2. Aprendizagem Contextual e o Método ARCS-REACT

Matemagos é um jogo educacional para o ensino de matemática básica (Fig. 1). O game foi desenvolvido em Unity e nasceu a partir de uma pesquisa brasileira de doutorado realizada entre os anos de 2012 e 2015 na Universidade de Kyushu com recursos do Governo Japonês. Neste período, um protótipo de jogo foi desenvolvido e testado em uma escola brasileira para validar um novo método de aprendizagem contextual, batizado de ARCS-REACT [Teles 2015].



Figura 1. O Jogo Matemagos

ARCS-REACT é um modelo de ensino e aprendizagem contextual proposto com base nos trabalhos de John Keller (2009) e Michael Crawford (2001). Podemos compreender ensino e aprendizagem contextual como uma abordagem educacional social, construtivista e culturalmente direcionada [Crawford 2001a], [Johnson 2010]. A proposta de Keller, denominada ARCS, propõe as seguintes categorias necessárias à construção do conhecimento: Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação. Por outro lado, o modelo de Crawford estabelece como parâmetros: Relacionar, Experimentar, Aplicar, Cooperar e Transferir. A tabela seguinte mostra os dois modelos combinados:

Tabela 1. Categorias do modelo ARCS-REACT

Categoria	Definição	Objetivos
Atenção	Prender a atenção do aprendiz; estimular a curiosidade para aprender.	<ul style="list-style-type: none"> - Envolver o jogador de forma fácil e rápida; - Criar uma boa história ou argumento; - Usar apelos audiovisuais para aumentar o interesse.
Relevância	Levantar necessidades pessoais; os objetivos do aprendiz levam a uma atitude positiva.	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar objetivos claros do jogo e pequenas missões que possam ser concluídas ao longo do jogo; - O jogador deve descobrir a história a partir do gameplay; - Estabelecer um envolvimento pessoal e emocional do jogador com o jogo.
Confiança	Ajudar os aprendizes a acreditar; sentir que controlam o seu próprio sucesso.	<ul style="list-style-type: none"> - O jogador deve ter um senso de controle sobre personagens e estratégias de jogo; - O jogador deve poder identificar seu progresso e pontuação; - Os controles devem ser fáceis de aprender rapidamente.
Satisfação	Reforço de sucessos com prêmios (interno e externo).	<ul style="list-style-type: none"> - O jogo deve ser divertido de ser jogador novamente; - O jogador deve alcançar uma conquista em cada sessão de jogo; - As recompensas precisam fazer sentido para o jogador.
Relação	Aprender no contexto de experiências ou conhecimento prévios.	<ul style="list-style-type: none"> - Usar temas comuns ou familiares da cultura popular; - As mecânicas de jogo e as interfaces devem ser fáceis de usar com base em tarefas comuns.
Experiência	Construir o conhecimento através da prática.	<ul style="list-style-type: none"> - Jogadores devem aprender a jogar através de um tutorial no próprio jogo; - Oferecer ao jogador um conteúdo envolvente e um mundo de jogo progressivamente emergente.
Aplicação	Colocar o conhecimento construído em uso em atividades de solução de problemas.	<ul style="list-style-type: none"> - Criar desafios que se equiparem às habilidades do jogador. - O nível de dificuldade deve ser progressivo.

Cooperação	Trabalhar em grupo para ajudar a resolver problemas complexos.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar ferramentas sociais dentro do jogo; - Oferecer um modo de jogo online; - Disponibilizar resultados e rankings na internet.
Transferência	Transferir o conhecimento adquirido.	<ul style="list-style-type: none"> - Prover meios dos jogadores compartilharem seu progresso no jogo. - O jogo deve promover interações sociais.

Os conceitos apresentados no modelo ARCS-REACT foram usados na prototipação do jogo Matemagos, exceto Cooperação e Transferência, que somente foram incorporados algum tempo depois com o game já lançado. Durante a pesquisa, entre 2012 e 2015, o protótipo foi testado em uma escola da cidade de Manaus, com estudantes do 7º ano do ensino fundamental com a ajuda de professores e pedagogos [Teles 2015]. O jogo foi finalizado em 2016 quando recebeu o prêmio INOVApps do Governo Federal, permitindo assim a criação da Flying Saci Game Studio¹.

3. Matemagos nas Escolas

O presente artigo traz os resultados do projeto Matemagos nas Escolas, implementado na rede estadual de ensino do estado do Amazonas. O projeto foi realizado em conjunto com a Secretaria de Estado da Educação e Desporto do Amazonas (SEDUC-AM), visando a melhoria contínua do ensino e da aprendizagem na área do conhecimento de Matemática.

O projeto surgiu da necessidade de investimento em ferramentas para o desenvolvimento das habilidades de raciocínio lógico e matemático dos estudantes dos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental, uma vez que a aplicação da mecânica e estética dos *games* em contexto educacional oportuniza o desenvolvimento cognitivo de forma lúdica, obtendo maior engajamento do público-alvo promovendo resultados significativos no aprendizado da Matemática. A edição do Matemagos nas Escolas aqui descrita teve início em Julho de 2018 e foi finalizada em Outubro de 2019. O projeto compreendeu as seguintes etapas:

3.1. Desenvolvimento

A primeira parte do projeto consistiu em adaptar o game às necessidades pedagógicas das escolas-alvo da ação. Foram elencadas 150 escolas utilizando como critério o desempenho em matemática. Um estudo foi realizado pela Profa. Tarcinara Tavares levantou as competências da Base Nacional Comum Curricular (MEC, 2022) que o game atendia e aquelas habilidades que precisava atender [Tavares 2022].

¹ A Flying Saci Game Studio é uma startup de games fundada em 2016. No ano seguinte, a Flying Saci participou do programa de aceleração InovAtiva Brasil e em 2018 do programa Creative Startups da Samsung. No início de 2022 foi incorporada à DX Gameworks.

Ao longo da Educação Básica, as aprendizagens essenciais definidas na Base Nacional Comum Curricular- BNCC, devem concorrer para assegurar aos estudantes o desenvolvimento de 10 (dez) Competências Gerais, que consubstanciam, no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento. Onde a competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho [Tavares 2022]. Ainda de acordo com a autora, a Base Nacional Comum Curricular estipula 10 competências Básicas, dentre estas o jogo Matemagos contempla 9, para todos os estudantes brasileiros que são:

- 1) Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
- 2) Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
- 3) Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
- 4) Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
- 5) Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
- 6) Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
- 7) Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
- 8) Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.

9) Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

10) Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

(MEC, 2022)

Outro aspecto abordado na fase de desenvolvimento foi a adequação do projeto aos ativos tecnológicos disponíveis em cada escola. Um problema encontrado foi a variedade de modelos de computadores, laptops e tablets, além de diferentes sistemas operacionais. Isso ocorre na rede pública ao longo de diferentes administrações em função de compras realizadas em períodos distintos que buscam menores preços em processos licitatórios. Como resultado, as escolas dispõem de máquinas inadequadas para jogos digitais, além da variedade de configurações de hardware e software. Essa variedade torna difícil o desenvolvimento, pois o game precisa ter capacidade técnica de rodar em cada cenário, de Windows 7 a Linux.

Após testar o game na maior parte dos computadores disponíveis, o ponto mais crítico na performance foi a quantidade de ativos gráficos ou *assets* presentes em cada cenário. A solução proposta foi utilizar uma técnica conhecida como *pre-rendered backgrounds* [Meiners e Rasmussem 2022], comum no final dos anos 1990 e início dos anos 2000, na era dos processadores de 32 bits, sobretudo no console Playstation. Jogos famosos como Resident Evil e Final Fantasy VII fizeram uso dessa técnica substituindo cenários complexos por imagens estáticas (Fig. 2).

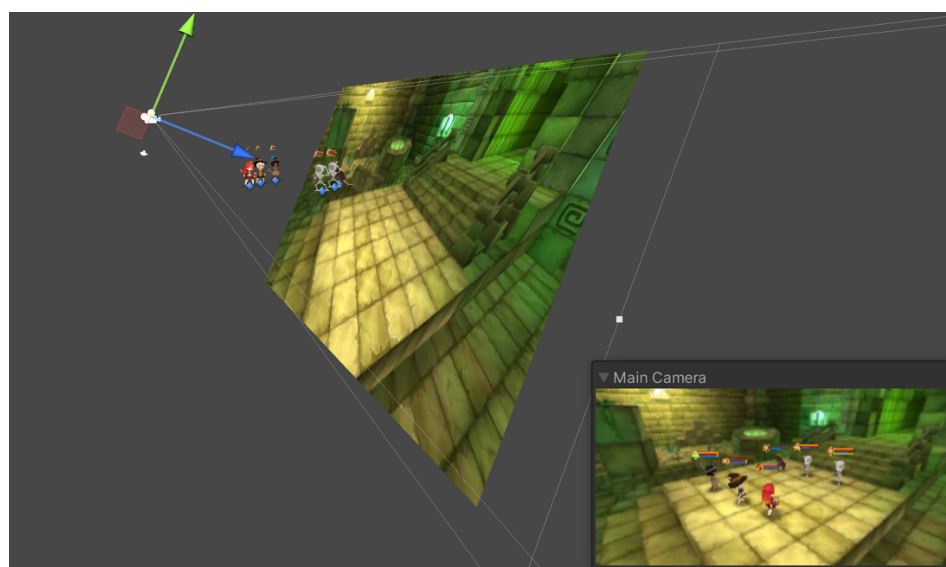


Figura 2. O plano de pre-rendering e imagem final (canto inferior direito).

Como resultado da aplicação da técnica de pré-render nos cenários do jogo, a performance pôde atender a maioria dos equipamentos disponíveis nas escolas. A

utilização de modelos 3D com baixa densidade de polígonos (*low poly*) aliada a texturas com resoluções entre 128 a 1024 pixels ajudaram a manter a taxa de quadros dentro de limites que permitiam aos alunos jogar sem estragar a experiência e o aprendizado. Adicionalmente, o game foi disponibilizado na sua versão mobile para aparelhos Android, garantindo ainda mais acessibilidade.

3.2. Formação

Durante a segunda fase do projeto foram realizadas oficinas com orientações pedagógicas acerca do uso do jogo no auxílio da aprendizagem da disciplina de Matemática. Neste período, 110 profissionais da educação de 9 municípios receberam orientações presenciais. Além da capital, os municípios de Autazes, Careiro, Careiro da Várzea, Itacoatiara, Iranduba, Manacapuru, Novo Airão e Silves receberam oficinas presenciais. Grande parte dos participantes nas oficinas eram professores. Outros profissionais também foram contemplados como gestores, pedagogos, secretários e assessores.

Além das oficinas presenciais, foi realizada uma oficina remota através de uma transmissão a partir do Centro de Mídias da SEDUC-AM no dia 2 de Julho de 2019. A transmissão foi realizada pela Secretaria de Estado da Educação e Desporto, SEDUC-AM através da Coordenação de Ensino Fundamental do DEPPE (Departamento de Política e Programas Educacionais) com a participação do CEO da Flying Saci, Sylker Teles, e das professoras Tarcinara Tavares, Kácia Oliveira, Ana Maria Pinho e Sirlei dos Santos.

3.3. Implementação

No período de 29 de abril a 4 de julho a Flying Saci Game Studio juntamente com representantes da SEDUC-AM atuaram em campo para atender escolas da rede estadual de ensino, realizando a instalação do jogo Matemagos e verificando o estado de funcionamento dos computadores e laboratórios visitados, uma vez que o jogo apresenta requisitos mínimos de hardware e software.



Figura 3. Matemagos Implementado na Escola Estadual Maria do Céu

Durante o projeto foram atendidas 163 escolas em 34 municípios do Estado do Amazonas, sendo 98 escolas na capital Manaus e 65 no interior do Estado. O jogo Matemagos foi instalado e testado com sucesso em 538 máquinas de 105 escolas das 163 alcançadas, sendo 50 notebooks. Entretanto, 1.111 máquinas apresentaram problemas diversos, a maioria relacionado à obsolescência de hardware ou software.

3.4. Matemagos Arena Tournament

A última etapa do Projeto Matemagos compreendeu o torneio interescolar chamado *Matemagos Arena Tournament* ou M.A.T. Nesta etapa, os melhores alunos das escolas da capital e do interior se enfrentaram em rodadas eliminatórias e na grande final realizada em conjunto com a II Feira Amazonense de Matemática no dia 22 de Outubro de 2019 no Centro de Convivência da Universidade Federal do Amazonas, UFAM. O torneio contou com a participação de 163 escolas de 34 municípios do estado do Amazonas. Destes, 105 estudantes de 25 escolas de 9 municípios foram classificados para a etapa final do torneio.

A primeira fase do torneio ocorreu nas escolas participantes do projeto, de forma itinerante, nos municípios do Amazonas. Os melhores alunos desta fase foram classificados para a fase final.



Figura 4. Primeira fase do M.A.T. na cidade amazonense de Itapiranga.

Na última fase do torneio os alunos foram divididos em grupos por sorteio e se enfrentaram em partidas eliminatórias. A grande final do torneio foi realizada na Universidade Federal do Amazonas com a participação de estudantes de várias cidades.



Figura 5. Final do M.A.T.

4. Considerações Finais

O projeto foi uma experiência pioneira no estado, uma iniciativa da Secretaria de Estado da Educação e Desporto do Amazonas que promoveu a inclusão digital na capital e no interior. O engajamento das escolas e das crianças durante o torneio foi inspiradora, sobretudo as comunidades do interior do estado que demonstraram especial afinco em competir no torneio Matemagos. Como resultado, as escolas do interior figuraram como os melhores resultados em todas as métricas, exceto o melhor tempo geral por estudante, que ficou com a Escola Estadual Santo Antônio, de Manaus.

Os três municípios mais bem colocados por número de vitórias foram Novo Airão, Iranduba e Itapiranga, respectivamente. Quanto ao percentual médio de acertos, as três cidades mais bem colocadas foram Novo Airão (87,27%), Itacoatiara (87,17%) e Itapiranga (80,89%). A escola com o maior percentual médio de acertos foi a E. E. Nossa Senhora do Carmo de Parintins com 97,8%. Nos resultados individuais em percentual de acertos, as três melhores escolas foram E.E. Prof. Fernando Ellis Ribeiro, E.E. Prof. Fernando Ellis Ribeiro e E.E. Profa. Berezith Nascimento da Silva, todas de Itacoatiara e todas com 100% de acertos. Com relação ao tempo médio de resposta das questões, o interior teve destaque novamente, sendo as três melhores cidades Parintins (2,016s), Itacoatiara (2,615s) e Novo Airão (2,687s). As melhores escolas no resultado individual neste quesito foram E.E. Maria Ivone de Araújo Leite, de Itacoatiara, com 1,437 segundos, E.E. Quitó Tatikawa, de Itapiranga, com 1,533 segundos e E.E. Prof. Fernando Ellis Ribeiro com 1,647 segundos para responder a cada questão. O menor tempo médio entre as escolas, no entanto, ficou com a Escola Estadual Santo Antônio, de Manaus, com 1,926 segundos.

Uma importante e necessária nota final sobre este trabalho é que não foi possível validar o método ARCS-REACT ao final do projeto nas escolas, embora este tenha sido

usado para o desenvolvimento da aplicação em primeiro lugar. O motivo pelo qual não foi possível realizar testes com essa finalidade estão no tempo de duração do programa, entre outros entraves legais. Apesar do projeto ter durado um ano (um ano e meio considerando atrasos burocráticos), seria necessário um acompanhamento mais longo das mesmas turmas que jogaram o Matemagos para que se pudesse mensurar o nível de aprendizagem comparado a um grupo-controle, sem acesso ao jogo. Uma pesquisa dessa natureza, no entanto, está nos planos futuros. A realização de um acompanhamento prolongado de uma escola com a contribuição de professores e pedagogos para endossar o resultado.

O game Matemagos é um jogo inovador que promove a educação de forma lúdica com inclusão digital. A iniciativa do Governo do Estado do Amazonas com este projeto está alinhada com as diretrizes e as bases da educação. Devido à pandemia de Covid-19, o projeto Matemagos nas Escolas teve de ser suspenso a partir de 2020, mas há planos para que seja retomado em 2022, mais uma vez no estado do Amazonas. Espera-se que o projeto possa ser expandido para outros estados brasileiros no futuro. Atualmente, o jogo faz parte da DX Gameworks², assim como a Flying Saci Game Studio.

Referências

- Crawford, M. (2001b). “Contextual teaching and learning: Strategies for creating constructivist classrooms”. *Connections*, 11 (6), 1-6.
- Crawford, M. (2001a). “Teaching contextually: Research, rationale, and techniques for improving student motivation and achievement”. Texas: CCI Publishing.
- Meiners, J., Rasmussen, H. “An Adventure in Pre-Rendered Backgrounds”, <https://www.jmeiners.com/pre-rendered-backgrounds/>. Acesso em 16 de Abril de 2022.
- Ministério da Educação. “Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base”, <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em 21 de Maio de 2022.
- Johnson, E. B. (2010). “Contextual Teaching and Learning: What It Is and Why It's Here to Stay”. Thousand Oaks: Corwin Press, Inc.
- Keller, J. M. (2009). “Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach”. New York: Springer Science & Business Media.
- Tavares, T. R. S. “Cultura Digital: O jogo Matemagos como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem”. Dissertação de mestrado. Universidad del Sol. San Lorenzo, Paraguai, 2022.
- Teles, S. T. (2015) “Instructional Design for Contextual Learning-Based Online Games”. Tese de doutorado. Kyushu University, Fukuoka, Japan.

² A DX Gameworks é uma empresa multinacional brasileira com três escritórios regionais no Brasil (São Paulo, Manaus e Brasília) e dois escritórios internacionais, Estados Unidos e Portugal.