

Máquina de Senhas: Um Jogo Digital para o Aprendizado da Teoria dos Autômatos

Manuella dos Reis Araújo Vieira¹, Victor Travassos Sarinho¹

¹ Laboratório de Entretenimento Digital Aplicado (LEnDA)
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)
Feira de Santana – BA – Brasil

manuellavr7@gmail.com, vsarinho@uefs.br

Abstract. *Digital games have presentend themselves as an important pedagogical tool, sparking the interest of students and facilitating the teaching-learning process. This paper presents the project of a digital educational game that seeks to help the process of teaching-learning of subjects related to the Theory of Computation, with an emphasis on the Automata Theory. The proposed game, named Máquina de Senhas, seeks to stimulate the player's logical reasoning skills, introducing them to theoretical concepts of computer science in a playful and challenging way.*

Resumo. *Jogos digitais educativos têm se mostrado como uma importante ferramenta pedagógica, despertando o interesse do estudante e facilitando o processo de ensino-aprendizagem. Este artigo descreve uma proposta de jogo digital que visa auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de assuntos concernentes à Teoria da Computação, com ênfase na Teoria dos Autômatos. O jogo proposto, denominado Máquina de Senhas, busca estimular no jogador o exercício do raciocínio lógico, introduzindo-o a conceitos teóricos da computação de forma lúdica e desafiadora.*

1. Introdução

A ascensão da tecnologia traz consigo mudanças expressivas nos fenômenos sociais, a exemplo da educação, que vem passando por um processo de reinvenção nos últimos anos. Trata-se de um movimento que enfrenta a necessidade de inserir recursos tecnológicos às práticas pedagógicas existentes, a exemplo dos softwares educativos, que vêm sendo ativamente aplicados como elementos significativos na construção de conhecimento [Bernardi 2010].

Estudos apontam que o ensino de aspectos teóricos da computação em um ambiente tradicional de ensino pode causar no estudante a sensação de monotonia e dificuldade no aprendizado [Silva et al. 2010]. Esta é uma consequência direta da falta de familiaridade dos alunos com a representação formal apresentada [Dognini and Raabe 2003], em conjunto com o grande número de conceitos complexos e abstratos [Devedzic and Debenham 2001] trabalhados durante seu aprendizado.

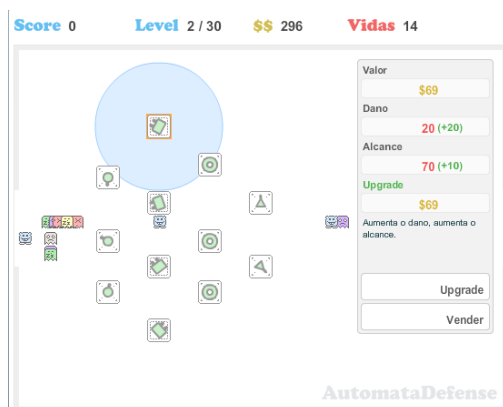
Este artigo apresenta o processo de desenvolvimento do Máquina de Senhas, um jogo educativo, baseado no jogo de tabuleiro *Mastermind*, que busca estimular as habilidades de raciocínio lógico do jogador através de desafios que introduzem conceitos da

Teoria dos Autômatos de forma lúdica e desafiadora. Para tal, serão descritos trabalhos relacionados à produção de jogos digitais para o ensino de aspectos teóricos da computação, metodologia e resultados obtidos com o protótipo desenvolvido, e conclusões e trabalhos futuros a serem realizados neste projeto.

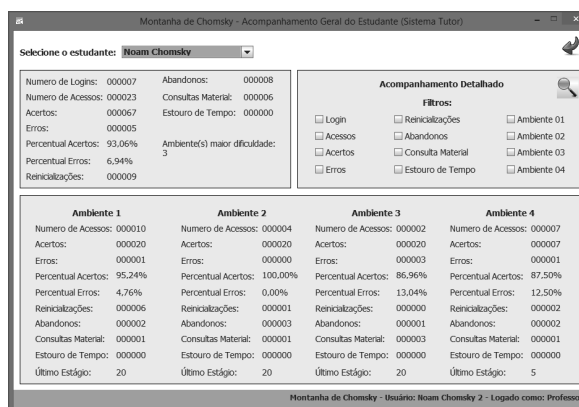
2. Trabalhos Relacionados

Teoria dos Autômatos é um tópico base ideal para o início dos estudos da teoria da computação, possibilitando uma introdução de definições formais e conceitos relevantes para âmbitos não-teóricos da área [Sipser 2006]. Por jogos digitais relacionados ao ensino deste tópico, Automata Defense 2.0 (Figura 1(a)) consiste em um jogo estilo *tower defense* com o objetivo de impedir que criaturas diversas alcancem a saída do tabuleiro. Para tal, torres configuradas com um autômato são posicionadas no intuito de atacar ou retardar os movimentos das criaturas, através do reconhecimento de palavras contidas nas criaturas pelas áreas de abrangência de cada torre [Silva et al. 2010].

Um outro exemplo é o jogo Montanha de Chomsky (Figura 1(b)), cujo objetivo do jogador é alcançar o topo da montanha através da resolução de problemas (ou construção de modelos formais), que são encarados como inimigos que o usuário precisa vencer, referentes às linguagens de uma família em questão [Leite et al. 2014].



(a) Automata Defense 2.0



(b) Montanha de Chomsky

Figura 1. Jogos digitais para o ensino de aspectos teóricos da computação.
Fonte: [SILVA et al. (2010); LEITE et al. (2014)]

3. Metodologia e Resultados

O processo de desenvolvimento do Máquina de Senhas iniciou-se através da busca de referências relevantes à produção de jogos educativos e do estudo aprofundado da Teoria dos Autômatos. Esta etapa inicial de análise teve como principais objetivos: elencar as dificuldades dos estudantes quanto ao aprendizado da Teoria dos Autômatos e encontrar abordagens apropriadas para a atenuação destas dificuldades através da Aprendizagem Baseada em Jogos. Posteriormente, foram executadas as fases de concepção do *design* do jogo, definição das ferramentas de desenvolvimento a serem utilizadas e implementação efetiva de um protótipo.

O jogo de tabuleiro *Mastermind* (Figura 2) – conhecido no Brasil como Senha – desafia o jogador a descobrir um código oculto de quatro símbolos através de informações

dadas a ele ao longo do jogo. Acredita-se que o *Mastermind* exercite o raciocínio lógico, introduzindo o jogador indiretamente em atividades de teste de hipóteses e interpretação de resultados [Strom and Barolo 2011]. Visto que o estudo de assuntos relacionados à ciência da computação possui uma estrutura fortemente baseada no pensamento lógico e algorítmico [Habiballa and Kmet 2004], o desenvolvimento destas habilidades é tido como um atributo extremamente desejável em jogos com o propósito de facilitar o entendimento de questões computacionais.



Figura 2. Tabuleiro do jogo Mastermind
Fonte: RIT Computer Science - Lab 8 - Mastermind

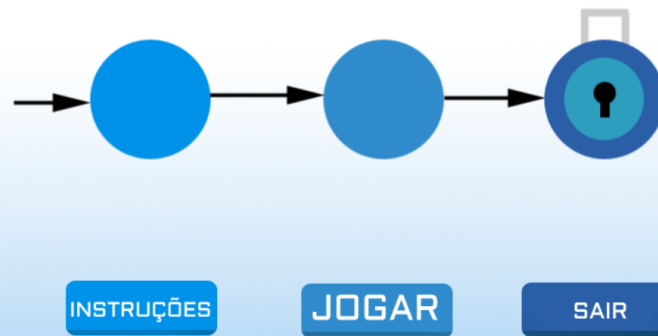
O Máquina de Senhas se baseia na readaptação de aspectos da jogabilidade do *Mastermind*, seguindo o seguinte formato: um exemplo de autômato é apresentado ao jogador e uma sequência de símbolos aceita pelo autômato é gerada. Esta sequência é invisível ao jogador. O jogador deve, então, desvendar a sequência oculta a partir do autômato dado. A cada jogada, informações acerca da tentativa atual são concedidas, tais como: se existem símbolos em comum entre a sequência jogada e a sequência oculta; se algum dos símbolos está na posição correta; e se a sequência sugerida é aceita pelo autômato.

O menu inicial do jogo (Figura 3(a)) foi desenvolvido de forma a apresentar uma representação gráfica de um autômato finito, tendo como estado de aceitação a figura de um cadeado, incitando a ideia de que para que a “senha” possa estar correta, a sequência escolhida deve ser capaz de alcançar o estado de aceitação do autômato.

A Figura 3(b) ilustra uma das fases do jogo, implementada através do motor de jogos *Godot*, na linguagem GDScript. O autômato representado na parte superior da tela deve ser tomado como base pelo jogador para que ele possa descobrir a sequência oculta. No centro, encontram-se as tentativas feitas em busca da sequência correta. Os pinos ao lado direito representam informações fornecidas acerca de uma tentativa para que o jogador possa, através da análise destes dados, chegar à sequência desejada: pinos vermelhos indicam que existe um símbolo na posição correta, pinos brancos indicam que existe um símbolo correto - contido na sequência oculta -, mas em uma posição incorreta. O sinal de verificação, em verde, significa que a sequência de símbolos inserida pelo jogador é aceita pelo autômato, mesmo que esta não seja a sequência correta.

O jogo é dividido em fases com graus de dificuldade que aumentam de forma

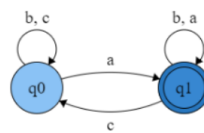
Máquina de Senhas



(a) Menu inicial



PONTOS: 0



Tentativas Restantes: 7



(b) Tela principal

Figura 3. Imagens do jogo Máquina de Senhas. Fonte: Autoria própria

progressiva. Entre uma fase e outra, alguns fatores são modificados de modo a incrementar a complexidade dos desafios, sendo eles: a quantidade de dígitos da sequência a ser desvendada, a quantidade de símbolos pertencentes ao alfabeto do autômato e a quantidade de estados do autômato. Em um momento inicial, somente a primeira fase do jogo é acessível ao jogador, como pode ser visto na tela de seleção de fases representada na Figura 4. Para desbloquear uma etapa, é necessário que a fase anterior a ela tenha sido finalizada com êxito.

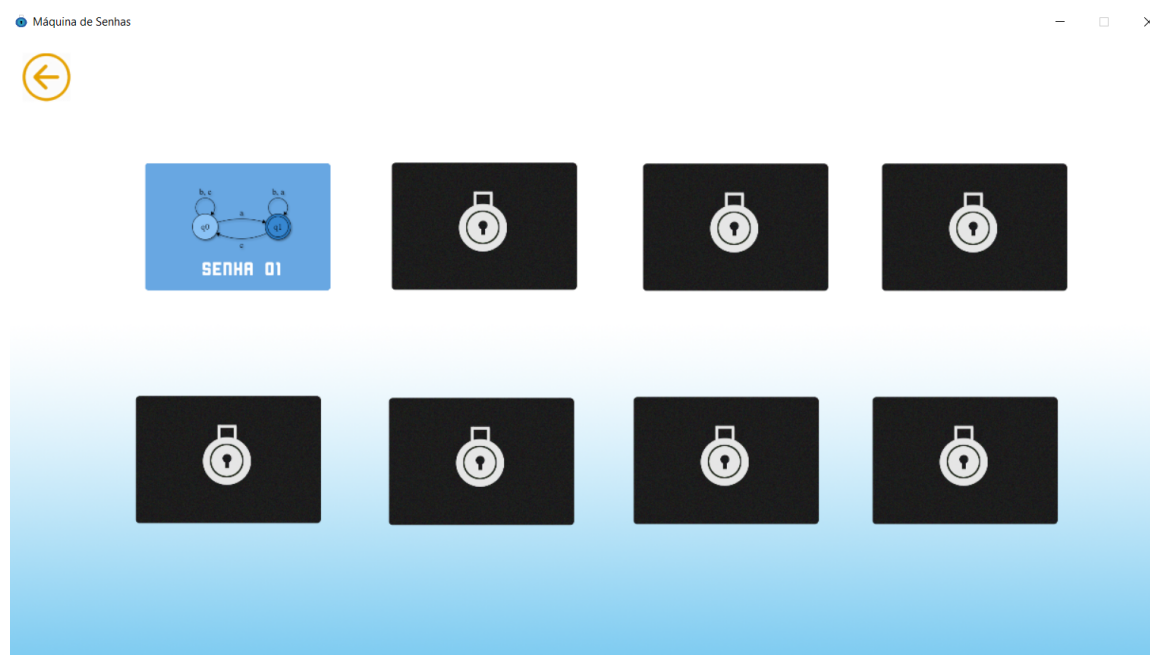


Figura 4. Tela de Seleção de Fases. Fonte: Autoria própria

A pontuação no jogo ocorre de acordo com a quantidade de acertos - símbolos corretos em posições corretas - obtidos ao longo da fase, tendo um multiplicador de pontos que é inversamente proporcional à quantidade de tentativas feitas. Desta forma, quanto menor o número de tentativas necessárias para alcançar a sequência correta, maior a pontuação do jogador. As fases implementadas até então foram modeladas de forma a abranger conceitos de autômatos finitos determinísticos. Demais fases farão referência a autômatos finitos não determinísticos, autômatos com pilha e Máquina de Turing.

4. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou o jogo Máquina de Senhas, uma ferramenta pedagógica capaz de auxiliar no ensino-aprendizagem de aspectos teóricos da computação. Para tal, foram descritos trabalhos relacionados à produção de jogos digitais para o ensino de aspectos teóricos da computação, bem como metodologia e resultados parciais do protótipo desenvolvido.

Com relação aos jogos apresentados que se propõem a auxiliar o aprendizado de assuntos concernentes à Teoria da Computação através de desafios lúdicos, tem-se que as atividades propostas pelos mesmos exigem do jogador um conhecimento prévio de nível próximo ao intermediário sobre autômatos e modelos formais. Ou seja, tratam-se de jogos digitais mais apropriados para aplicação em um estágio de aprendizado onde o aluno já

se encontra familiarizado com os conceitos base dos aspectos teóricos da computação. O Máquina de Senhas, por sua vez, apresenta uma abordagem voltada para as etapas iniciais de Teoria dos Autômatos, auxiliando os estudantes no contato inicial e nos processos de habituação à teoria e exercício do pensamento lógico envolvido neste tópico de estudo.

Em relação ao jogo proposto em si, trata-se de uma solução simples, divertida e de fácil implementação, com possibilidades significativas de contribuição para a falta de ferramentas de ensino dos aspectos teóricos da computação baseadas em jogos digitais educativos. Contudo, este ainda se encontra nas fases finais de implementação, o que impossibilitou, até então, a realização de testes de validação bem como a distribuição em larga escala do mesmo.

Como trabalhos futuros, além da finalização efetiva da primeira versão do jogo, planeja-se também a realização de testes de aceitação com estudantes de semestres iniciais de cursos superiores relacionados a computação, aplicando questionários para coleta de opiniões de modo a identificar possíveis melhorias a serem implementadas no jogo proposto. Ações como a distribuição *open source* e ambientes multiplataforma do jogo desenvolvido, em conjunto com a criação de comunidades virtuais e salas de jogos online, também serão realizadas em um futuro próximo.

Referências

- Bernardi, S. T. (2010). Utilização de softwares educacionais nos processos de alfabetização, de ensino e aprendizagem com uma visão psicopedagógica. *Revista de Educação do IDEAU*, 5:1–15.
- Devedzic, V. and Debenham, J. (2001). An intelligent tutoring system for teaching formal languages. *Lecture Notes in Computer Science*, 3:36–49.
- Dognini, M. J. and Raabe, A. L. A. (2003). Eduling-software educacional para linguagens regulares. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 1, pages 216–225.
- Habiballa, H. and Kmet, T. (2004). Theoretical branches in teaching computer science. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35(6):829–841.
- Leite, L. S., Sibaldo, M. A. A., Carvalho, T., and Souza, R. (2014). Montanha de chomsky: jogo tutor para auxílio no ensino de teoria da computação. In *XXII Workshop sobre Educação em Informática (WEI 2014)*, Brasília, DF.
- Silva, R. C., Binsfeld, R. L., Carelli, I. M., and Watanabe, R. (2010). Automata de-fense 2.0: reedição de um jogo educacional para apoio em linguagens formais e autômatos. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 1.
- Sipser, M. (2006). *Introduction to the Theory of Computation*. Thomson Course Technology, 2nd edition.
- Strom, R. A. and Barolo, S. (2011). Using the game of mastermind to teach, practice, and discuss scientific reasoning skills. *PLOS Biology*, 9.