

AutomataDefense 3.0: Inclusão do conceito de Máquina de Turing para complementação pedagógica

Lucas Maurício Comin¹, Eliane Nascimento Pereira¹

¹UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Grupo de Pesquisa de Tecnologia Aplicada à Educação - DETAE
Avenida Tarquinio Joslin dos Santos, 1300. Jardim Universitário.
CEP 85870-900 Foz do Iguaçu, PR

Resumo. *Os jogos educativos computadorizados são ferramentas que podem ser utilizadas para mediar o processo de ensino-aprendizagem, pois atuam de forma atrativa, motivando alunos e professores através de novos recursos didático-pedagógicos. Dentro deste contexto é que se insere a proposta deste trabalho, que se propõe incluir o conceito de Máquina de Turing para complementação pedagógica da disciplina de Linguagens Formais e Autômatos por meio da implementação da versão 3.0 do jogo educativo AutomataDefense.*

1 Introdução

A utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem vem se tornando uma ferramenta atrativa e inovadora para a promoção e mediação do conhecimento, além de motivar tanto alunos quanto professores. Neste sentido, os jogos educacionais tornam-se aplicativos que envolvem os alunos em uma atividade interativa e que capaz de promover o seu desenvolvimento cognitivo.

No cenário do ensino superior, contexto de estudo deste trabalho, as instituições tendem a utilizar metodologias e recursos didáticos ligados à *cibercultura*, como por exemplo, o jogo *AutomataDefense*.

O *AutomataDefense* é um jogo de cunho educacional, que pode ser inserido no contexto das novas metodologias de ensino. Desse modo, o presente trabalho tem por objetivo descrever a proposta de implementação da versão 3.0 desse jogo, através da inclusão do conceito de Máquina de Turing para complementação pedagógica. Este modelo de computação foi projetado por Alan Turing para descrever um modelo teórico para estabelecer um método efetivo de computação

Este jogo deve permitir ao aluno participar no seu processo de aprendizado ativamente e ao mesmo tempo coletar conhecimento de senso comum tanto dos alunos como dos professores. Ou seja, a utilização de recursos informatizados, pode potencializar o desenvolvimento de diversas competências e ainda, possibilitar uma reestruturação do modo de relacionamento entre aluno professor.

Assim, este trabalho se propõe a enfatizar o uso dos jogos educacionais computadorizados como elo de interação entre os recursos tecnológicos e os conteúdos trabalhados em sala de aula, ampliando ainda as formas de abordagens educacionais.

2 Uso da Computação como Nova Metodologia de Ensino

Com a superlotação das salas de aulas e a falta de estrutura para amenizar tal problema, se faz necessário o desenvolvimento de novas metodologias de ensino que promovam a efetiva construção de conhecimento dos alunos. Certamente, não há o método ideal para ensinar os alunos a enfrentar a complexidade dos assuntos trabalhados, mas sim haverá alguns métodos potencialmente mais favoráveis do que outros [1]. Neste sentido, o uso da computação no ambiente educacional, torna-se uma ferramenta que pode compor e auxiliar, com outras atividades e/ou metodologias, no sentido de resolver esse problema. Outra questão dentro deste contexto é o termo Tecnologia na Educação que se refere a recursos como o computador, pois considera que Tecnologia Educacional dá a entender que se trata de uma tecnologia desenvolvida especificamente para a Educação [2]. A introdução dos microcomputadores na sala de aula pode representar uma possibilidade mais eficaz de lidar com alguns tópicos do ensino, e que o enriquecimento constante dessa tecnologia talvez permita ampliar e flexibilizar sua utilização enquanto instrumento de ensino e aprendizagem, podendo ainda o professor fazer modificações importantes e interessantes e alterar o próprio processo de aprendizagem [3].

2.1 Jogos Educacionais Computadorizados e seu Desenvolvimento

Os jogos podem ser considerados como um importante meio educacional, pois propiciam um desenvolvimento integral e dinâmico dos alunos, quando no contexto educativo. Os jogos educativos computadorizados são criados com a finalidade dupla de entreter e possibilitar a aquisição de conhecimento [4]. Assim, este tipo de jogo é descrito como uma atividade de aprendizagem inovadora na qual as características do ensino apoiado em computador e as estratégias de jogo são integradas para alcançar um objetivo educacional específico [5].

No que tange os jogos educativos algumas características podem ser destacadas como a de: proporcionar desafio e curiosidade; possuir um objetivo claro e simples; ter resultados incertos; os jogadores devem possuir domínio para aumentar ou diminuir a dificuldade para atender suas habilidades e interesses; oferecer alguma forma de medir o sucesso dos jogadores; oferecer *feedback* de forma clara sobre o desempenho do jogador e ainda, oferecer algum nível de escolha para os jogadores [7].

Em se tratando do ambiente para desenvolver esses jogos, constituem-se ainda, uma área pouco explorada no mercado da computação, devido à dificuldade em se criar um arcabouço de jogos educacionais que sejam interessantes para diferentes perfis de usuários [6].

3 Linguagens Formais e Autômatos

Com a necessidade do desenvolvimento de teorias para linguagens naturais, criou-se na década de 1950 a teoria de linguagens formais. Posteriormente, teve-se a necessidade de utilizá-la para o estudo de linguagens artificiais, especialmente linguagens utilizadas em Ciência da Computação. Esta teoria se desenvolveu muito desde então possuindo vários

enfoques, especialmente no que diz respeito a análise léxica e sintática das linguagens de programação [8].

As Linguagens Formais, ou linguagens estruturadas em frases, podem ser vistas como conjuntos [9], o que tornam a sua teoria e os principais resultados baseados na fundamental teoria dos conjuntos da matemática.

3.1 Máquina de Turing

A Máquina de Turing (MT) é um modelo proposto por Alan Turing em 1936. Ela opera com uma fita, que ao contrário dos Autômatos Finitos e Autômatos com pilha, pode escrever, além de, ler. A fita é dividida em células onde comportam apenas um símbolo por vez, e a fita que é finita a esquerda e infinita a direita [10].

Além da fita, [8] a Máquina de Turing (MT) possui uma unidade de controle, a qual remete o estado corrente da máquina, esta unidade possui uma cabeça de leitura e gravação que acessa uma célula por vez e pode se movimentar tanto para esquerda quanto para a direita. Possui também uma função de transição que comanda as leituras e gravações, o sentido da movimentação da cabeça e define o estado da máquina.

Formalmente uma Máquina de Turing é definida como uma ócupla $M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, \langle, B, F)$ onde [9]:

- Q é o conjunto finito não vazio de estados;
- Σ é o alfabeto de entrada, formado por um conjunto finito não vazio de símbolos;
- Γ é um conjunto finito e não vazio de símbolos que podem ser lidos ou escritos na fita de trabalho;
- δ é a função de transição;
- q_0 é o estado inicial;
- \langle é o símbolo que indica primeira posição da fita de trabalho. Durante toda operação ele não pode aparecer em nenhuma outra posição da fita;
- B é o símbolo utilizado para preencher todas as posições da fita inicialmente, ou seja, preenche todas as posições com branco;
- F é o conjunto de estados finais.

O processamento de uma Máquina de Turing $M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, \langle, B, F)$ em uma palavra w , consiste na sucessiva aplicação da função de transição a partir do estado inicial q_0 até acontecer uma condição de parada. O processamento pode parar ou ficar em loop infinito. A parada pode acontecer de duas maneiras, aceitando ou rejeitando uma palavra [8].

As condições de paradas são como as expostas a seguir [8]:

- A máquina assume um estado final e a palavra é aceita;
- A função de transição é indefinida para o argumento e a palavra é rejeitada.

3.2 Linguagens Recursivamente Enumeráveis

Uma linguagem pode ser considerada recursivamente enumerável, ou irrestrita, se for aceita pelo menos por uma Máquina de *Turing* o que significa que [9]:

- Para toda cadeia $w \in L$, M pára e aceita w ;

- Para toda cadeia $z \in S^* - L$, M pára e rejeita z ou executa uma sequência infinita de movimentações.

A maior importância desta classe está em sua aplicação ao desenvolvimento teórico da computação. Diferentemente de linguagens regulares, livres de contexto e sensíveis ao contexto, não é conhecido nenhum tipo de estrutura para identificar Linguagens Recursivamente Enumeráveis apenas pela inspeção de propriedades sintáticas das sentenças. Além de serem caracterizadas a partir de Máquinas de *Turing* elas podem também ser caracterizadas pelas gramáticas chamadas irrestritas [9].

4 AutomataDefense

O AutomataDefense é um jogo de cunho educacional, e também uma forma de mediar o processo de ensino-aprendizagem. O jogo visa com que o aluno seja o centro do aprendizado, diferentemente de outras abordagens onde o professor é o centro [11].

Este jogo foi desenvolvido inicialmente por Watanabe (2008) [11], com auxílio do grupo de Desenvolvimento de Tecnologias Aplicadas a Educação (DETAE), utilizando a tecnologia *Flex*, que oferece ao final um arquivo *Flash*. Este arquivo é de fácil acesso a qualquer tipo de navegador e *web* existente, sendo de suma importância para o acesso e instalação por parte dos interessados.

Este aplicativo obteve alto índice de aprovação pelos acadêmicos, sendo muito disseminado no curso de Ciência da Computação da Universidade Estadual Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Foz do Iguaçu, auxiliando o aprendizado de alguns conceitos da disciplina de Linguagens Formais e Autômatos (LFA), entretanto, muitos conceitos ainda precisam ser abordados.

4.1 Características Gerais do Jogo

Este jogo possui características de estilo *Tower Defense*, que constituem-se [12]:

- Composto por um tabuleiro contendo somente uma entrada e uma saída;
- Objetos, pessoas, criaturas em geral entram no tabuleiro com a finalidade de encontrar a saída;
- Torres são dispostas no tabuleiro a fim de destruírem as criaturas e também dificultar a sua passagem, mas não bloqueando completamente a sua saída.

O *AutomataDefense* além de possuir estas características, possui funcionalidades relacionadas ao ensino de Linguagens Formais e Autômatos tais como [12]:

- Há dois tipos de criaturas civis e monstros, os quais são relacionados com alguma palavra, a ser reconhecida por algum dispositivo computacional;
- O jogo possui um editor de autômatos, onde o jogador deverá representar graficamente um ou mais autômatos que reconheçam somente monstros que passarão pelo tabuleiro, não podendo reconhecer civis, pois isto acarretará na perda de pontos.

4.2 AutomataDefense 1.0

Implementada por Watanabe (2008) [11], esta versão inicial, aborda apenas o conceito de Autômato Finito Determinístico (AFD), conseqüentemente utilizando apenas

palavras de Linguagens Regulares (LR), simbolizando uma pequena parte referente aos vários tópicos abordados na disciplina de Linguagens Formais e Autômatos (LFA).

Nesta versão, as palavras atribuídas a monstros e civis eram fixas, ou seja, a cada vez que o jogo era iniciado, as palavras dos monstros e civis eram sempre as mesmas, o que diminuía a qualidade de usabilidade e jogabilidade.

Embora houvesse alguns problemas de usabilidade e falta de algumas funcionalidades, esta versão oferece toda infraestrutura, de estruturas de dados e classes, necessária para adaptações e evoluções para posteriores versões.

4.3 AutomataDefense 2.0

Como dito anteriormente, o *AutomataDefense* 1.0 aborda apenas o conceito de AFD e LRE. Tendo isto em vista, foi proposta uma reedição do jogo por [12] a fim de aumentar o seu escopo educacional incluindo novos conceitos e tópicos de LFA e melhorar a usabilidade e interação do mesmo.

Os novos tópicos de LFA incluídos para fins educacionais foram Autômato Finito Não-determinísticos (AFN), Autômato com Pilha Determinístico (APD) e conseqüentemente, como os APD reconhecem uma classe particular de linguagens, foi necessário inserir o conceito de Linguagens Livre de Contexto (LLC).

Além da ampliação de conceitos, foram feitas melhorias no que se diz respeito a usabilidade e interação do jogo. Foram incluídas uma lista de linguagens e palavras pré-determinadas. Conforme a escolha do jogador por determinado tipo de autômato, linguagens e palavras são escolhidas aleatoriamente para representar monstros e civis. Este aspecto melhorou o caráter lúdico do jogo, pois diferentemente da outra versão, a cada jogada novas palavras são atribuídas às criaturas.

5 Proposta de Implementação da Versão do AutomataDefense 3.0

Os conceitos abordados nas versões anteriores do jogo abrangem apenas uma pequena parte da disciplina de Linguagens Formais e Autômatos (LFA), deixando o aplicativo limitado no que diz respeito aos vários temas abordados na disciplina de Linguagens Formais e Autômatos, tais como a Máquina de Turing (MT).

O aprendizado deste modelo teórico é de grande importância não somente em Linguagens Formais e Autômatos, mas também em temáticas que dizem respeito a área de computação, haja visto que este conceito esteve no centro do desenvolvimento dos computadores e da computação durante os últimos 70 anos.

Neste contexto, a implantação da Máquina de Turing no jogo *Automata Defense*, proporcionaria aos alunos uma ferramenta de auxílio no aprendizado deste conceito, além de incentivar pesquisas e o desenvolvimento de jogos nesta área.

Para tal feito, será utilizada a estrutura básica do *AutomataDefense* 2.0 com a inclusão de classes, algoritmos e estrutura de dados os quais darão suporte para todo o funcionamento da Máquina de Turing.

Mas além destes aspectos, deverá ser inserido também no jogo palavras de uma classe particular de linguagens que somente são reconhecidas pela Máquina de Turing. Estas linguagens são conhecidas como Linguagens Recursivamente Enumeráveis. Quando o jogador escolher a opção de Máquina de Turing, estas palavras deverão ser atribuídas a monstros e civis.

Após a implementação destas inclusões na nova versão, será realizado uma avaliação de usabilidade com alunos do curso de Ciência da Computação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) Campus de Foz do Iguaçu, alunos estes que cursaram a disciplina de Linguagens Formais e Autômatos neste ano de 2011. Os alunos voluntários, responderão um pré-questionário para traçar um perfil dos alunos, após eles utilizarão o jogo e ao finalizar o uso os alunos responderão a um questionário. Neste questionário serão avaliados aspectos de usabilidade do jogo e a contribuição deste para o aprendizado e evolução de cada aluno no que se diz respeito à Máquina de Turing.

6 Trabalhos Relacionados

Existem muitas ferramentas as quais simulam o funcionamento de uma Máquina de Turing, como por exemplo, JFLAP [14] e MUST [15].

JFLAP [14] é uma ferramenta educativa desenvolvida em Java para experimentação de diversos tipos de autômatos e gramáticas. JFLAP possui um editor gráfico de autômatos, além de permitir a execução de diversos algoritmos passo a passo tais como reconhecimento de cadeias e conversão de autômatos para gramáticas, autômatos finitos não-determinísticos, autômatos *pushdown* não determinístico, máquinas de Turing, vários tipos de gramáticas, entre outros.

Já o MUST [15] foi implementado em Prolog e é destinado a computar funções e reconhecer linguagens aceitas por uma Máquina de Turing. O desenvolvimento deste estudo se deu devido ao fato que embora existam alguns simuladores para MT encontram-se disponíveis para *download*, e destinados ao uso no ensino de graduação na área de Teoria da Computação, a maioria destes encontra-se apenas o código executável, e em geral, destinados exclusivamente a plataforma Windows da Microsoft.

Estas ferramentas como outras encontradas, apenas simulam o funcionamento da Máquina de Turing, mas não há indícios de jogos que utilizem deste conceito para além de ensinar motivar o usuário com uma atividade mais interativa como um jogo.

7 Conclusão

Este trabalho irá contribuir no contexto da tecnologia educativa, assim ressaltando a importância dos jogos educacionais como agente de motivação do processo de ensino-aprendizagem. Neste sentido, o *AutomataDefense* torna-se uma ferramenta que pode ser utilizada neste contexto.

Durante o desenvolvimento de jogos educativos computadorizados é importante considerar que o jogo pode propiciar o desenvolvimento de diversas características do ser humano, como: memória, orientação temporal e espacial, coordenação motora

visomanual, percepção auditiva, percepção visual, raciocínio lógico-matemático, expressão lingüística, planejamento e organização.

A implementação do conceito de Máquina de Turing na versão 3.0 fará com que alunos aprendam e desenvolvam seu conhecimento nesta área de uma forma divertida e prática apoiando o conhecimento obtido em sala de aula.

Deve-se destacar que os jogos educativos não devem apenas estimular a criatividade, atenção, memória, entre outras habilidades, como também auxiliar o processo de ensino-aprendizado apresentando conteúdos embutidos no jogo.

Como proposta de trabalhos futuros, destaca-se a inclusão de fases e níveis de dificuldade diferentes que possibilitem uma maior interação e desafio ao jogador. Também, a inclusão de novas linguagens de forma dinâmica pelo próprio jogador.

Referências

- [1] Bazzo, V. L. “Para onde vão as licenciaturas?” A formação de professores e as políticas públicas. Educação, Santa Maria-RS, Vol. 5, No. 1, 2000. p. 53-65.
- [2] Chaves, E. O. C. “Tecnologia na Educação”. Disponível em: <<http://www.chaves.com.br/TEXTSELF/EDTECH/tecned2.html>>. Acesso em: 11 jul. 2011.
- [3] Cox, K. K. “Informática na Educação Escolar”. Campinas, SP: [s.n.], 2003.
- [4] Passerino, L. M. “Avaliação de jogos educativos computadorizados”. Taller Internacional de Software Educativo 98 - TISE' 98/Anais, Santiago, Chile, 1998.
- [5] Sthal, M. M. “Ambientes de ensino-aprendizagem computadorizados: da sala de aula convencional ao mundo da fantasia”. Rio de Janeiro: COPPE-UFRJ, 1991.
- [6] Clua, E. W. G; Bittencourt, J.R. “Uma Nova Conceção para Jogos Educativos”. Disponível em: <http://sbie2004.ufam.edu.br/anais_cd/anaisvol2/Minicursos/Minicurso_03/minicurso_03.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2011.
- [7] Malone, T. W. “Toward a theory of intrinsically motivating instruction”. Cognitive Science: A Multidisciplinary Journal, v. 5, n. 4, p. 333-369, 1981.
- [8] Menezes, P. B. “Linguagens Formais e Autômatos”. [S.l.]: Bookman Companhia Ed., 2001. ISBN 9788577802661.
- [9] Ramos, M. V. M.; Neto, J. J.; Vega, I. S. “Linguagens Formais: Teoria, modelagem e implementação”. [S.l.]: Editora Sagra Luzzatto, 2009. ISBN 9788577804535.
- [10] Vieira, N. J. “Introdução aos fundamentos da computação: Linguagens e Máquinas”. [S.l.]: Thomsom Pioneira, 2006. ISBN 9788522105083.
- [11] Watanabe, R. “AutomataDefense: Jogo educacional para apoio em linguagens formais e autômatos”. Foz do Iguaçu: [s.n.], 2008.

[12] Silva, R. C.; Watanabe, R.; Carelli, I. M. "Automatadefense: Jogo educacional para apoio em linguagens formais e autômatos". Simpósio Santa Catarina Games, Florianópolis, 2009.

[13] Binsfeld, R. L. "AutomataDefense 2.0: Reedição de um Jogo Educacional para Complementação Pedagógica em Linguagens Formais e Autômatos". Foz do Iguaçu: [s.n.], 2009.

[14] Debugando. "JFlap v7.0". Disponível em: <<http://debugando.wordpress.com/2011/04/17/jflap-v7-0/>> Acesso em: 28 ago. 2011.

[15] Sá, Claudio Cesar de; Sunderraman, Rajshekhar. "MUST: Mais Um Simulador da Máquina de Turing". 2004. Biblioteca Digital. Disponível em: <bibliotecadigital.sbc.org.br/download.php?paper=42> Acesso em: 28 ago. 2011.