



Integrando Jogos de Lógica Matemática no Ensino de Algoritmos: Relatos de Experimentos

Marcelo Batista de Souza¹, João Luis Gomes Moreira¹

¹Departamento de Matemática
Centro de Ciência e Tecnologia
Universidade Federal de Roraima (UFRR)
Campus do Paricarana
69.304-000 – Boa Vista – Roraima (RR) – Brazil

marcelo.souza@ufrr.br, joao.moreira@ufrr.br

Abstract. Difficulty in learning algorithms is a reality faced by graduate students in the field of exact sciences. However, some different approaches collaborate to minimize the problem. This paper describes an experience that handled logical mathematics and some structured programming resources to develop the games Tabelas Mágicas and Jogo da Velha in order to explore the reasoning of students culminating in learning of the contents on the subject. In the implementation, we used the IDE Free Pascal as Moodle environment supported the discussions on the subject. The survey results indicate advances in the development of algorithms and computer programs.

Keywords: learning algorithms, number systems, mathematical logic.

Resumo. A dificuldade na aprendizagem de algoritmos é uma realidade enfrentada por estudantes de graduação da área de ciências exatas. Contudo, diferentes abordagens colaboram para minimizar o problema. O presente artigo descreve uma experiência que utilizou lógica matemática e diferentes recursos de programação estruturada na construção do Jogo da Velha e das Tabelas Mágicas e com o objetivo de explorar o raciocínio dos estudantes que culmine na aprendizagem dos conteúdos sobre o assunto. Na implementação, foi utilizado a IDE Free Pascal. O ambiente Moodle apoiou as discussões sobre o tema. Os resultados da pesquisa apontaram avanços no desenvolvimento de algoritmos e programas de computador.

Palavras-chave: ensino de algoritmos, sistemas de numeração, lógica matemática.

1. Introdução

Os índices de evasão, reprovação e desmotivação de estudantes registrados na disciplina de Introdução à Ciência da Computação (ICC), oferecida pelos cursos de Bacharelado e Licenciatura vinculados ao Departamento de Matemática, podem sinalizar que não se trata apenas de algo pontual. É destacado em [Tedesco and Aureliano, 2012] que conceitos básicos de programação não estão sendo apreendidos, combinados e utilizados na prática.



Diagnosticar as causas do problema e apresentar propostas que ajudem a minimizá-lo tem sido um papel do pesquisador. Em [Souza et al., 2013] foi registrado uma experiência que integrou ábaco, operações básicas da matemática e sistemas de numeração como um recurso para introduzir conceitos de estrutura e funcionamento de um algoritmo. Investigaram também a influência do idioma do aplicativo no aprendizado e observaram que o inglês, geralmente nativo das linguagens de programação, não é o problema chave. Os autores concluíram que as dificuldades de calouros e veteranos não refletem algo incomum. Eles destacaram que a capacidade de raciocinar logicamente foi o principal entrave para a aprendizagem do conteúdo, sugerindo um repensar sobre a posição da disciplina na grade curricular.

Em outros contextos educacionais, alguns pesquisadores desenvolveram novas ferramentas na tentativa de combater o problema, a exemplo de [Hostins and Raabe, 2007], de [Moreira and Favero, 2009] e de [Barbosa et al., 2011]. Este trabalho apresenta uma abordagem utilizando o Jogo da Velha (JV) e das Tabelas Mágicas (TM) como um exercício de lógica e algoritmos que explorou o conhecimento matemático, visando o aprendizado de recursos de programação estruturada. Durante a pesquisa, foram utilizados sala de aula e laboratório de informática do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Roraima (UFRR), que atende cursos de graduação e pós-graduação. Nas máquinas foram instalados as IDE's Free Pascal (FP) e Geany. O Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle também apoiou às discussões sobre o tema.

O restante do artigo está organizado e apresenta nas seções seguinte os trabalhos correlatos que contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa. Na seção 3 e 4 a apresentação do Jogo da Velha e das Tabelas Mágicas. As ferramentas utilizadas na seção 5. As seções 6 e 7 descrevem os resultados alcançados e as conclusões do estudo, respectivamente. As referências que sustentam a discussão sobre o tema finalizam o trabalho.

2. Trabalhos Correlatos

Nesta seção, serão apresentados os trabalhos correlatos que destacam diferentes abordagens, adoção de estratégias e o desenvolvimento de ferramentas voltadas para o ensino. Os autores apresentaram suas contribuições como uma solução para as dificuldades de aprendizagem enfrentadas por estudantes no estudo de algoritmos e programação de computadores.

Em [Oliveira et al., 2012] foi apresentado um relato de experiência de ensino de matemática vivenciada com crianças na etapa do ensino fundamental, em uma unidade da rede Municipal de Vitória/ES, no período de junho e julho de 2012. Tratou-se de uma situação didática desenvolvida por meio do recurso de um jogo intitulado Jogo da Velha. As atividades propostas às crianças consistiam em utilizar as operações básicas matemáticas, a estratégia e o raciocínio lógico para desenvolver o jogo, além disso, foi trabalhada também a argumentação e a interação social entre os estudantes. Após a realização do trabalho, os autores concluíram que o Jogo da Velha adaptado constituiu um importante recurso didático que pôde ser utilizado para fixar as quatro operações básicas e estimular a capacidade de estratégia, de



análise e de raciocínio lógico das crianças numa situação lúdica, envolvendo o cálculo numérico.

Em [Gomes et al., 2008], os autores apresentaram uma abordagem para ajudar estudantes com dificuldades de aprendizagem nos conceitos iniciais de programação. Atividades lúdicas foram utilizadas no sistema para desenvolver o raciocínio lógico, estimulando-os a resolver problemas propostos. O ambiente Ambiente Virtual de Ensino de Programação (AVEP) foi desenvolvido por [Pereira Júnior et al., 2006] que basearam o seu desenvolvimento na resolução de problemas. Eles sustentam que o uso computacional da ferramenta apóia o ensino de programação, mas não se limita apenas a execução de códigos.

Outro trabalho que auxilia na aprendizagem de programação é o de [Hostins and Raabe, 2007]. Os autores descrevem o WebPortugol no qual é permitida a edição de algoritmos em Português Estruturado, também conhecido por Portugol. Resultados parciais apontaram evolução na construção do conhecimento e desenvolvimento da autonomia do estudante.

Em [Moreira and Favero, 2009] foi implementado um AVA que explora o ensino automático de programação. Nele, dois modelos de regressão linear medem a solução de algoritmos num processo iterativo/interativo, onde o estudante é orientado a refinar a sua própria solução.

Nas seções seguinte serão descritos os jogos, desde suas criações, até como foram trabalhados com os estudantes. Elas foram motivadas por relatos de estudantes de turmas anteriores, matriculados nas disciplinas de ICC, que apontaram dificuldades em desenvolver um raciocínio lógico que os permitissem solucionar computacionalmente problemas propostos. A abordagem considerou índices de evasão e reprovação.

3. Jogo das Tabelas Mágicas

A motivação de se trabalhar este jogo, se deu pela receptividade que ele apresentou durante o evento Universidade de Portas Abertas, promovido pela Pró-Reitoria de Ensino de Graduação (PROEG) em parceria com a Comissão Permanente de Vestibular (CPV) e a Coordenação dos Cursos de Licenciatura e Bacharelado em Matemática, em 2013, com o objetivo da divulgação dos cursos de graduação da UFRR. Na ocasião, durante a exposição de objetos e recursos voltados para o ensino de matemática, as Tabelas Mágicas se destacaram chamando a atenção de professores e estudantes de diferentes idades, classes sociais e graus de instrução.

Tabelas Mágicas é o jogo, ou a mágica, que descobre qual número uma pessoa escolheu a partir de algumas tabelas/cartelas apresentadas. Ao escolher um número, e mantê-lo em segredo, o jogador é perguntado se o número em questão está ou não em cada uma das tabelas/cartelas, e em seguida é surpreendido com a descoberta do seu número secreto.



3.1. Teoria por detrás do Jogo

Considerando inicialmente o raciocínio imerso na base 2 numérica e o vetor $\vec{v} = (1, 1, 1, 1)$. Pode-se escrever o vetor como

$$\vec{v} = (1, 1, 1, 1) = (0, 0, 0, 1) + (0, 0, 1, 0) + (0, 1, 0, 0) + (1, 0, 0, 0)$$

e verificar que os vetores $(0, 0, 0, 1)$, $(0, 0, 1, 0)$, $(0, 1, 0, 0)$ e $(1, 0, 0, 0)$ são LI (linearmente independentes) e formam uma base de um espaço vetorial V de dimensão 4 [Boldrini].

Assim, qualquer vetor \vec{w} de V pode ser escrito por

$$\vec{w} = a(0, 0, 0, 1) + b(0, 0, 1, 0) + c(0, 1, 0, 0) + d(1, 0, 0, 0)$$

lembrando que a , b , c e d (chamados coordenadas de \vec{w}), por serem números da base 2 numérica, são compostos pelos algarismos 0 ou 1. Temos então $2^4 - 1 = 15$ possíveis combinações das coordenadas (desconsideramos o vetor nulo devido a lógica do jogo). De outra forma, considerando as 4 (quatro) coordenadas de \vec{w} : a , b , c e d , e sabendo que cada uma possui 2 (dois) valores possíveis, temos 2^4 combinações possíveis, retirando-se o vetor nulo composto por todas as coordenadas com valor zero, obtemos $2^4 - 1 = 15$.

Observando também, que o próximo vetor base a ser incluído na composição do vetor \vec{w} , ampliando assim a base do espaço vetorial V para a dimensão 5, seria o vetor $(1, 0, 0, 0, 0)$ que representa o valor 16_{10} . Dessa forma, antes da inserção deste novo vetor na composição da base vetorial, têm-se 15 valores sendo representados no jogo, ou ainda, $2^4 - 1 = 15$, conforme visto na Tabela 1.

Tabela 1. Visualização dos valores, coordenadas e vetores de V

n	a	b	c	d	$w^{(n)}$
1	1	0	0	0	$(0, 0, 0, 1)$
2	0	1	0	0	$(0, 0, 1, 0)$
3	1	1	0	0	$(0, 0, 1, 1)$
4	0	0	1	0	$(0, 1, 0, 0)$
5	1	0	1	0	$(0, 1, 0, 1)$
6	0	1	1	0	$(0, 1, 1, 0)$
7	1	1	1	0	$(0, 1, 1, 1)$
8	0	0	0	1	$(1, 0, 0, 0)$
9	1	0	0	1	$(1, 0, 0, 1)$
10	0	1	0	1	$(1, 0, 1, 0)$
11	1	1	0	1	$(1, 0, 1, 1)$
12	0	0	1	1	$(1, 1, 0, 0)$
13	1	0	1	1	$(1, 1, 0, 1)$
14	0	1	1	1	$(1, 1, 1, 0)$
15	1	1	1	1	$(1, 1, 1, 1)$

De acordo com a Tabela 1 vê-se que é possível associar cada vetor $w^{(n)}$ (coluna 3) ao número formado pelos bits do vetor (coluna 1). E que todos os vetores são: ou os vetores da base, ou combinações lineares destes.



3.2. Criando o Jogo

Como então aplicar a teoria anterior ao jogo? O que se precisa fazer é associar cada vetor da base V (definida na base 2 numérica) a uma matriz (cartela/tabela), definida com números da base 10 numérica, utilizada no mundo inteiro.

Na Tabela 1, ao vetor $w^{(1)}$ é associado o valor 1 (um), e criada a matriz com os valores de n , gerados por todas as combinações lineares possíveis, para os quais o valor da coordenada a é sempre 1 (um). Ao vetor $w^{(2)}$ é associado o valor 2 (dois), e criada a matriz com os valores de n para os quais o valor da coordenada b é sempre 1 (um). Ao vetor $w^{(4)}$ é associado o valor 4 (quatro), e criada a matriz com os valores de n para os quais o valor da coordenada c é 1 (um). E por fim, e em relação aos vetores da base V , ao vetor $w^{(8)}$ é associado o valor 8 (oito), e criada a matriz com os valores de n para os quais o valor da coordenada d é 1 (um).

Os primeiros números de cada matriz, chamados aqui de valores base, são utilizados para a geração de todos os valores de todas as matrizes. Por exemplo, é possível observar na Tabela 2, que o número 7 (sete) consta nas matrizes de valores base 1, 2 e 4, pois $1 + 2 + 4 = 7$.

Assim, as seguintes 4 (quatro) matrizes serão geradas:

Tabela 2. Visualização das Matrizes (Cartelas) do Jogo de 4 valores base

<i>Matriz 1</i> :	1	3	5	7	9	11	13	15
<i>Matriz 2</i> :	2	3	6	7	10	11	14	15
<i>Matriz 4</i> :	4	5	6	7	12	13	14	15
<i>Matriz 8</i> :	8	9	10	11	12	13	14	15

3.3. Ampliando o Jogo

A quantidade de matrizes (cartelas/tabelas) está diretamente relacionada com a quantidade de vetores da base, o processo de ampliação do número de matrizes geradas passa pelo aumento de vetores base. Também a quantidade de elementos de cada matriz está relacionada com esta quantidade de vetores base.

De outra forma, vê-se que o valor binário de cada vetor da base pode ser representado na base decimal como valores das potências de 2. Ou seja, o vetor $(0, 0, 0, 1)$ representa o valor de $0001_2 = 1_{10} = 2^0_{10}$, o vetor $(0, 0, 1, 0)$ representa o valor de $0010_2 = 2_{10} = 2^1_{10}$, e assim sucessivamente.

Dessa forma, aumentando-se o número de vetores base, aumenta-se também a quantidade de elementos em cada um desses vetores. Implicando em uma quantidade maior de matrizes, com uma maior quantidade de elementos (números) em cada matriz. Algumas outras características que facilitam na criação, e ampliação, do jogo, considerando o raciocínio na base binária com potência n , são: o número de tabelas é $n + 1$, o número de elementos de cada tabela é 2^n .

4. Jogo da Velha

A metodologia utilizada para facilitar a aprendizagem do conteúdo de algoritmos foi explorar jogos que incluem o exercício de lógica matemática como o JV, RCT v.1.n.1 (2015)

sob a justificativa de que todos os estudantes o conheciam e sabiam jogá-lo, com a vantagem de que, sendo um jogo simples, favorece o raciocínio e a velocidade de atenção.

Inicialmente, foram elaborados no papel alguns testes de lógica envolvendo simulações de jogadas utilizando o JV a exemplo do que está sendo mostrado na Figura 1. A idéia teve o propósito de estimular os estudantes a pensarem nas inúmeras possibilidades de jogadas, construídas como estratégia de jogo que culminassem na vitória do jogador 1 (um).

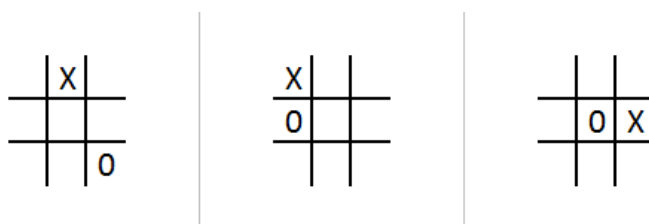


Figura 1. Alguns exemplos de simulações de jogadas iniciadas pelo jogador 1 (um) utilizando o marcador X em 3 (três) partidas diferentes.

Concluídas as simulações, foram dadas orientações para a construção de um JV como atividade na disciplina, utilizando técnicas de programação estudadas até o momento. No desenvolvimento do algoritmo, os estudantes também deveriam condicionar as crianças participantes da pesquisa a realizarem jogadas lógicas para vencer ou empatar as partidas disputadas com seus oponentes. Quanto ao JV, ele deveria ter um ambiente de treino, baseado em simulações que permitissem o crescimento da criança sobre as regras do jogo, ora defendendo, ora atacando em partidas que ela sempre venceria ou empataria, sem nunca perder, e um ambiente de jogo, onde a criança pudesse aplicar as regras do jogo utilizando a lógica e todo o conhecimento adquirido nas simulações. Após essa etapa, os estudantes foram orientados a observar as jogadas ponta, meio e lateral destacadas na Figura 2, para extrair informações sobre as marcações como o máximo de 3 (três) possibilidades iniciais, e como o limite de até 5 (cinco) repetições, considerando o jogo já iniciado e o ângulo de visão do tabuleiro, bem como a quantidade mínima de 4 (quatro) jogadas para vencer.

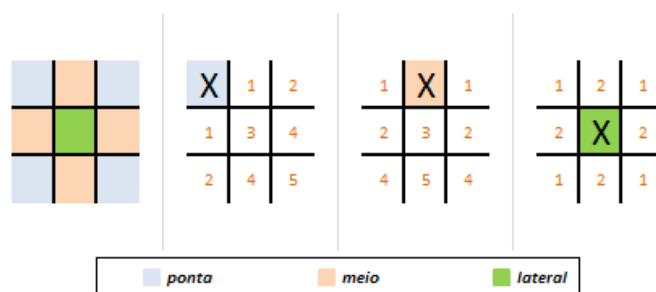


Figura 2. Possibilidade, repetições e quantidades de jogadas iniciais.

Após o início, como pode ser visto na Figura 3, o estudante que nesse caso assume o papel do jogador 1, deveria analisar o desdobramento do jogo com base na RCT v.1.n.1 (2015)

escolha feita pelo jogador oponente, marcador “0” na posição B1 no tabuleiro. A figura apresenta ainda essa variação de jogada, que configura um cenário equivalente a 57,14% de chances de vitória para o jogador 1, caso ele opte por uma das posições destacadas em amarelo.

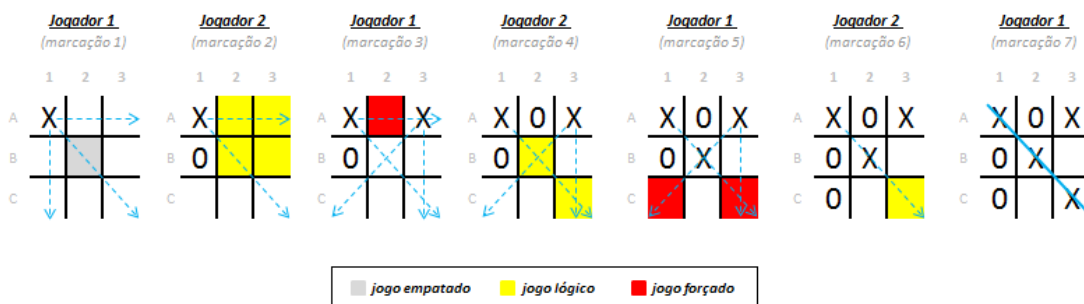


Figura 3. Exemplo de variação de jogadas originadas na ponta do tabuleiro.

Outra variação de jogada seria o jogador 1 iniciar pelas laterais destacadas na Figura 4. Entretanto, o estudante deveria ser capaz de perceber suas chances de vitória que nesse caso seriam de 50%. A Figura 4 mostra ainda a simulação de escolha da posição B3 feita pelo jogador 2 que assegura ao jogador 1, 28,57% de chances de vitória, caso ele opte por marcar as posições destacadas em amarelo.

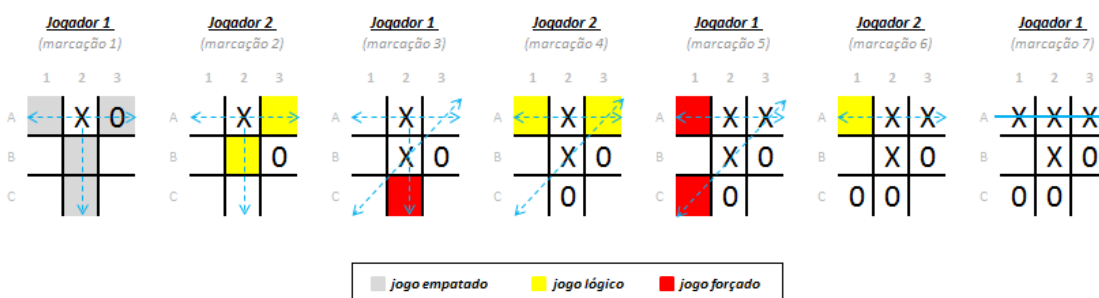


Figura 4. Exemplo de variação de jogadas originadas na lateral do tabuleiro.

Considerando a escolha feita no meio do tabuleiro, o jogador 1 garantirá 85,71% de chances de vitória, quando o jogador 2 marcar qualquer uma das opções da lateral B1, A2, C2 ou B3. A Figura 5 apresenta um exemplo dessa variação de jogadas, cabendo ao jogador 1 apenas executar a sua estratégia para vencer o jogo, forçando o jogador 2 a marcar nas posições que o interessam.

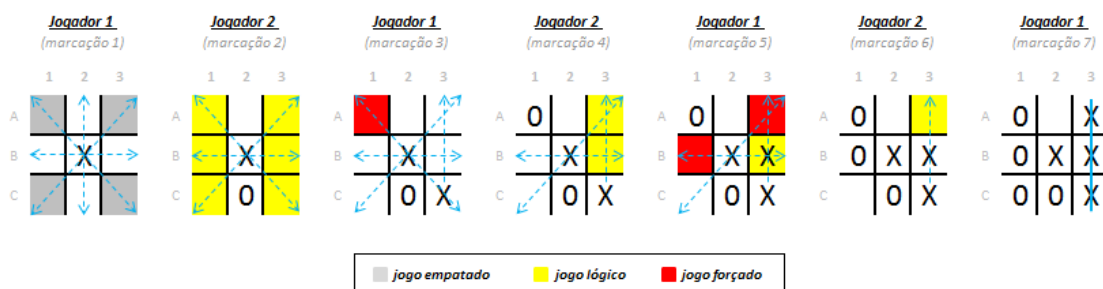


Figura 5. Exemplo de variação de jogadas originadas no meio do tabuleiro.

4.1. Álgebra Lógica de Boole no Desenvolvimento do Algoritmo

A lógica proposicional remonta a Aristóteles que acreditava modelizar o raciocínio humano, partindo de frases declarativas é possível investigar o processo de construção de proposições. Em [Oberderfer, 2011] é ressaltado que são válidas quando substituídas por símbolos e após análise dos elementos do problema.

Em [Boole, 1848] associou-se as leis do pensamento às da álgebra e sistematizou a lógica do cálculo proposicional, considerando que os conectivos lógicos “e”, “ou” e “não” são as operações necessárias para efetuar comparações. Em [Oberderfer, 2011] é destacado que Boole introduziu conceitos de lógica para demonstrar sua representação, utilizando equações algébricas.

A Álgebra de Boole pode ser definida como a sêxtupla $\{S, +, \cdot, ', 0, 1\}$, sendo S um conjunto com elementos $x, y, z, \dots, +, \cdot, ', 3$ (três) operações envolvendo elementos desse conjunto e 0/1, 2 (dois) elementos específicos de S . A sêxtupla será válida se forem verificadas os seguintes axiomas (Tabela 3):

Tabela 3. Axiomas verificadas pela Álgebra de Boole

Associatividade :	$x + (y + z) = (x + y) + z$ e $x \cdot (y \cdot z) = (x \cdot y) \cdot z$
Comutatividade :	$x + y = y + x$ e $x \cdot y = y \cdot x$
Distributividade :	$x + (y \cdot z) = (x + y) \cdot (x + z)$ e $x \cdot (y + z) = x \cdot y + x \cdot z$
Elemento Neutro :	$x + 0 = x$ e $x \cdot 1 = x$
Elemento Oposto :	$x + x' = x' + x = 0$

A álgebra booleana também pode ser interpretada em termos da teoria clássica dos conjuntos, conforme pode ser observado na Tabela 4.

Em [Shannon, 1953] foi aplicada a álgebra booleana para analisar o comportamento de relés eletrônicos utilizando portas lógicas com apenas 2 (dois) estados, n variáveis e 2^n conjuntos. Ele acrescentou que o valor de uma função, para uma combinação diferente dos valores de entrada, poderia ser representado com tabelas-verdade de 2^n linhas. Um exemplo disso está sendo mostrado na Figura 6.

Considerando cada jogada realizada em uma posição do tabuleiro do JV como uma proposição, os estudantes foram orientados a fazer uma análise similar para avaliarem o comportamento dos valores lógicos resultantes das funções booleanas

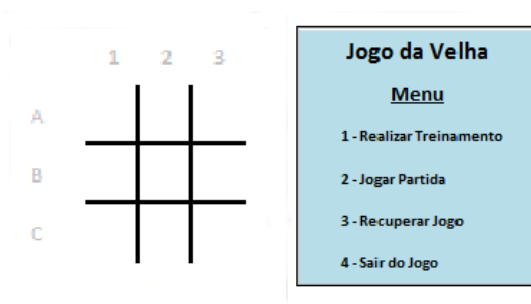


Figura 7. Esqueleto e menu da parte gráfica do Jogo da Velha.

respeito à orientação no tabuleiro, captura da posição e do marcador a ser utilizado pelos jogadores. E mais, na mesma figura é possível observar no seu lado direito, um menu de opções que deveria ser construído no ambiente do jogo.

Na parte lógica do JV, foram desenvolvidas 3 (três) diferentes versões do jogo como prática de exercício dos conteúdos estudados em sala de aula. A proposta era utilizar recursos de estruturas de programação, conectivos lógicos e operadores relacionais para produzir uma versão do jogo que pudesse ser melhorada posteriormente a exemplo do que está sendo mostrado na Figura 8.

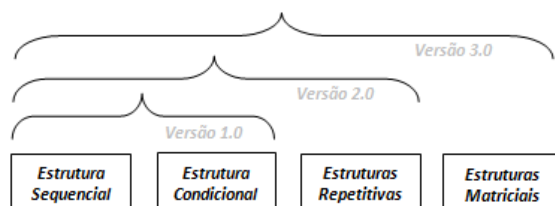


Figura 8. Esqueleto e menu da parte gráfica do Jogo da Velha.

5. Ferramentas Utilizadas

A ênfase na criação de um modelo matemático facilitou a execução dos testes de mesa e aumentou a confiabilidade para implementar os jogos. Nesta seção, serão apresentadas as ferramentas computacionais utilizadas no desenvolvimento da pesquisa integrada pelos aplicativos Open Source FP e Moodle. Ambas estão disponíveis gratuitamente na Internet para download.

5.1. A IDE Free Pascal

O FP é um ambiente de desenvolvimento integrado, onde é possível editar e compilar programas de computador. Em [Manzano and Yamatumi, 2010], é destacado que a ferramenta foi desenvolvida para o ensino de programação e acrescentam as vantagens dela ser estável, multiplataforma e compatível com o formato usado pela Borland, empresa proprietária do Turbo Pascal.

Alguns trabalhos serviram de referência para que o FP e a linguagem Pascal fossem utilizadas na pesquisa, como em [Rocha et al., 2010] que adequou a linguagem no ensino inicial de programação imperativa, enfatizando a lógica de pro-



gramação na resolução de problemas, ou como em [Rocha and Ferreira, 2011] que utilizou uma ferramenta de correção automática de algoritmos implementada no FP, aplicada a um sistema personalizado de ensino. Muitas outras referências relatam experiências no aprendizado de algoritmos utilizando a linguagem Pascal, sendo apoiadas por um AVA.

5.2. O AVA Moodle como Ferramenta de Apoio

Moodle significa Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment. Em [Al-Ajlan and Zedan, 2008], os autores afirmam que a ferramenta é baseada no construtivismo, voltada para o gerenciamento escolar. E [Souza et al., 2011] destaca algumas das suas vantagens como instalação, baixo custo, flexibilidade e facilidade na utilização, que o tem tornado uma opção para a criação de AVAs flexíveis e interativos.

A escolha do Moodle se baseou nos trabalhos: [Aydan and Tirkes, 2010], que destaca as vantagens dos seus recursos na e-learning; [Al-Ajlan and Zedan, 2008], que apresenta um estudo comparativo com outros AVAs; [Alencar and Netto, 2011], que combina o uso de tecnologias para melhorar a colaboração nos seus fóruns de discussão; e [Kakasevski et al., 2008], que explora a questão da avaliação da sua usabilidade.

6. Resultados

A análise estatística dos dados da disciplina de ICC se baseou nos resultados finais publicados no site do Departamento de Registro e Controle Acadêmico da UFRR. A pesquisa foi dividida em 4 (quatro) partes, onde foram avaliadas 7 (sete) turmas no período de 2012/1 a 2014/2, com um total de 217 (duzentos e dezessete) estudantes matriculados. A Figura 9 apresenta esse total em percentuais, e destaca as 5 (cinco) primeiras turmas do professor A que aplicou de 4 (quatro) a 6 (seis) avaliações e as duas restantes do professor B que aplicou apenas duas. Vale ressaltar que o semestre 2013/2 foi o único que coincidiu de ambos professores trabalharem com a mesma disciplina, de forma autônoma. Devido a isso, e observando um comportamento similar dessas turmas, os dados foram considerado, e trabalhados, na totalidade. Os quantitativos de estudantes matriculados em cada turma, além dos índices de reprovação e evasão registrados na disciplina colaboraram para definir a estratégia de ensino.

Na primeira parte, a pesquisa considerou todos os estudantes aprovados, reprovados por falta, reprovados por nota e os que nunca apareceram. A Figura 10 destaca o percentual de estudantes aprovados em cada semestre que saltou de 9,5% para 39%. No geral, a linha de tendência $y = 4,4354x + 10,044$ representa esse crescimento linear. A mesma Figura aponta também uma redução de 18,9% dos reprovados por nota, de 100% dos que nunca apareceram na disciplina e um acréscimo de 18% na quantidade dos reprovados por falta.

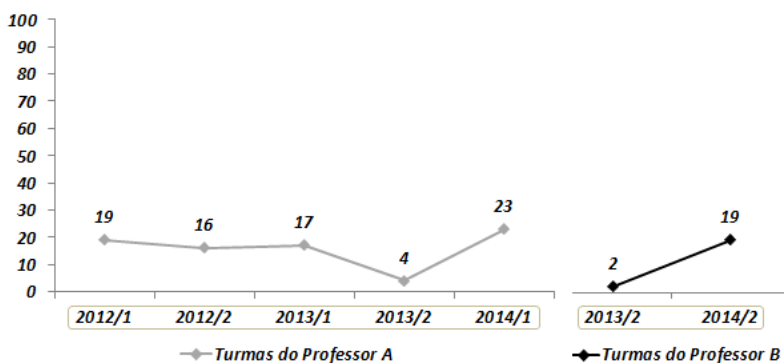


Figura 9. Relação Percentual da Quantidade de Estudantes Matriculados por Turma.

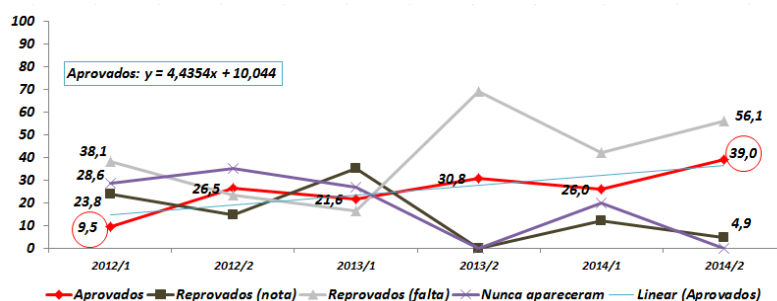


Figura 10. Análise Geral dos Grupos de Estudantes.

Na segunda parte, a pesquisa descartou os estudantes que nunca apareceram e considerou apenas o grupo dos aprovados, reprovados por falta e reprovados por nota. A Figura 11 destaca que houve redução de 33,3% para 4,9% no índice de reprovação por nota e um aumento no índice dos reprovados por falta de 2,8%. Entretanto, é possível observar também uma tendência de crescimento linear no número de aprovados, descrito pela curva $y = 2,9819x + 20,591$.

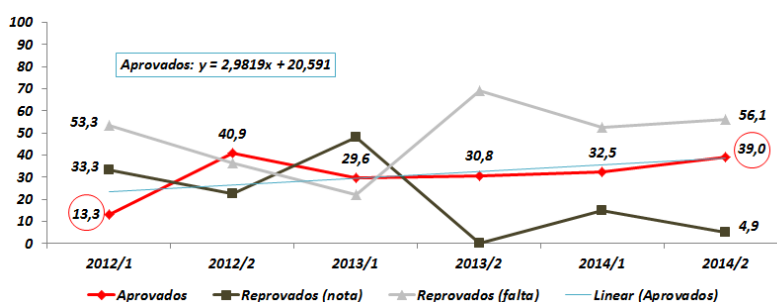


Figura 11. Análise dos Estudantes Aprovados, Reprovados por Nota e Reprovados por Falta.

Na terceira parte, a pesquisa considerou apenas os aprovados e reprovados por nota, por se tratar dos estudantes que tiveram 75% ou mais de registro de frequência e realizaram as atividades. A Figura 12 destaca tanto um aumento significativo no número de aprovados quanto uma redução no índice de reprovados por nota, superior

a 60 pontos percentuais. A função $y = 10,74x + 27,121$ representa essa tendência de crescimento linear.

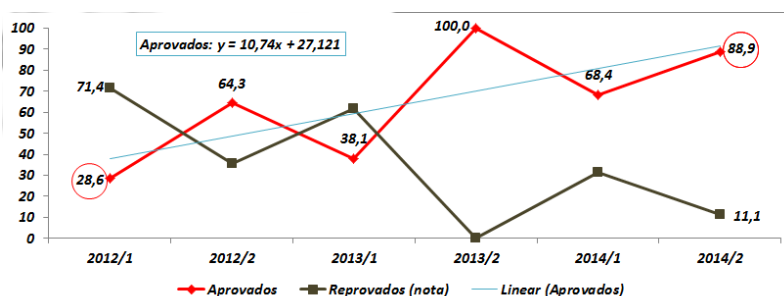


Figura 12. Análise dos Estudantes Aprovados e Reprovados por Nota.

Na quarta e última parte, a pesquisa considerou apenas o total de estudantes aprovados e reprovados. A análise dos dados mostra que, em termos percentuais, houve um aumento no número de aprovados de 10% para 39%, conforme pode ser observado na Figura 13. A curva $y = 4,4354x + 10,044$ representa uma tendência de crescimento linear. A mesma Figura aponta uma redução de 90% para 61% no total de reprovados.

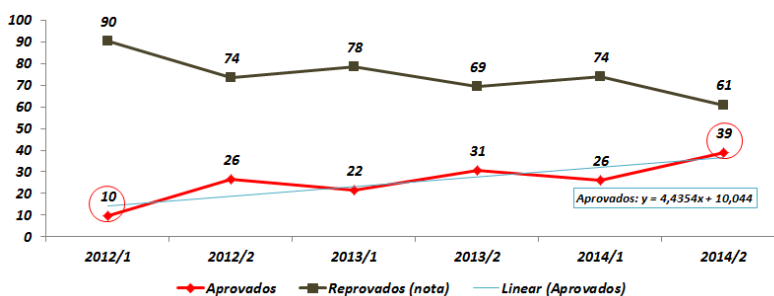


Figura 13. Análise dos Estudantes Aprovados e Reprovados.

Na seção seguinte serão apresentadas as conclusões da pesquisa e os trabalhos em andamento.

7. Conclusões e Trabalhos em andamento

Neste trabalho foi apresentada uma abordagem que explorou o ensino de algoritmos utilizando recursos de programação estruturada, jogos educacionais e a IDE FP. O foco da estratégia visou desenvolver nos estudantes percepção, raciocínio lógico, concentração e organização das idéias para introduzir o estudo dos algoritmos a exemplo do trabalho de [Souza et al., 2013] que relatou uma experiência integrada por ábaco, sistemas de numeração e ensino algoritmos na mesma disciplina de ICC.

Após o levantamento sobre o estado da arte e a experiência de trabalhar inúmeras vezes com a disciplina de ICC, foi definida a utilização do lúdico para ensinar algoritmos. Os Jogos da Velha e Tabelas Mágicas foram os escolhidos para trabalhar com as estruturas de programação, operadores relacionais e os conectivos lógicos. A justificativa da escolha do JV se deu pelo fato dele ser educacional, lógico,



simples e difundido. A idéia era explorar todo o conhecimento que os estudantes tinham sobre a mecânica do jogo para que a partir dos assuntos estudados em sala de aula, pudessem visualizar como empregá-los no desenvolvimento do aplicativo. Quanto ao jogo Tabelas Mágicas, a motivação foi originada em uma apresentação realizada no evento Universidade de Portas Abertas, promovido pela Pró-Reitoria de Ensino de Graduação (PROEG) em parceria com a Comissão Permanente de Vestibular (CPV) e a Coordenação dos Cursos de Licenciatura e Bacharelado em Matemática da UFRR. Na oportunidade, durante a exposição de objetos e recursos voltados para o ensino de matemática, as Tabelas Mágicas se destacaram chamando a atenção de professores e estudantes de diferentes idades, classes sociais e graus de instrução.

Não houve questionamento feito aos estudantes que contribuíssem para a coleta de dados da pesquisa realizada, entretanto ela se pautou em relatar a experiência de uma abordagem voltada para o ensino de algoritmos.

Quanto aos resultados, eles sinalizaram avanços significativos no quesito aprendizagem. No geral, os percentuais de aprovação apontaram uma melhoria de 29%, quando considerados todos os estudantes matriculados por turma (aprovados e reprovados), 25,7% quando descartados os que nunca apareceram e 60,3% quando referenciados apenas os aprovados e reprovados por nota. Esse desempenho sugere que o conhecimento sobre os Jogo da Velha e Tabelas Mágicas pode ter colaborado para esse resultado positivo, que também pode explicar a redução no total de estudantes que nunca apareceram para assistir as aulas, motivados talvez pela repercussão da estratégia adotada na disciplina. Entretanto, ainda assim se percebe um aumento do número de reprovados por falta, comumente associado ao grau de dificuldade da disciplina e questões relacionadas ao trabalho e/ou saúde.

Quanto aos números dos estudantes reprovados por nota, isso pode ser um indicativo de que a estratégia adotada para ensinar algoritmos utilizando jogos matemáticos produziu estímulos que contrariaram a desistência e o trancamento da disciplina. Quanto aos aprovados, os resultados apontaram mudança no comportamento, principalmente daqueles que já haviam reprovado na disciplina, o que colaborou para a melhoria do desempenho.

Este trabalho pretendeu desenvolver nos estudantes as habilidades necessárias para que tivessem êxito no desenvolvimento de algoritmos utilizando técnicas de programação. Para trabalhos futuros serão incorporados os que já estão em andamento, dar continuidade ao estudo com o aplicativo Portugol-Viana, que permite a utilização de arrays definidos com tipos mais complexos, utilizar outros jogos lógicos para desenvolver o raciocínio dos estudantes e explorar o aplicativo Geany que é um editor de texto multiplataforma voltado para o desenvolvimento de algoritmos e programas de computador.

Este trabalho tem sido desenvolvido dentro do Grupo de Pesquisa em Ensino a Distância (GPED/UFRR), registrado na Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG/UFRR) com apoio do Núcleo de Educação a Distância (NEaD/UFRR).



Referências

- Hostins, H. and Raabe, A. (2007). Auxiliando a aprendizagem de algoritmos com a ferramenta Webportugol. XIV Workshop sobre Educação em Computação (WEI 2007), page 96–105.
- Tedesco, P. C. A. R. and Aureliano, V. C. O. (2012). Ensino-aprendizagem de programação para iniciantes: uma revisão sistemática da literatura focada no SBIE e WIE. XXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2012).
- Al-Ajlan, A. and Zedan, H. (2008). Why Moodle. Future Trends of Distributed Computing System - FTDCS, page 58–64.
- Rocha, P. S., Ferreira, B., Monteiro, D., Nunes, D. S. C., and Góes, H. C. N. (2010). Ensino e Aprendizagem de Programação: Análise da Aplicação de Proposta Metodológica Baseada no Sistema Personalizado de Ensino. Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE, vol 8(3).
- Gomes, A., Henriques, J., and Mendes, A. J. (2008). Uma proposta para ajudar alunos com dificuldades na aprendizagem inicial de programação de computadores. Educação, Formação & Tecnologias, vol 1(1):93–103.
- Manzano, J. A. N. Z. and Yamatumi, W. Y. (2010). Free Pascal: programação de computadores. Ed. Érica, São Paulo, 1 edition.
- Oliveira, S. C., Santana, F. D., Côco, D., and Fraga, S. A. S. (2012). Transformando o Jogo da Velha em uma Experiência Prazerosa. III EIEMAT Escola de Inverno de Educação Matemática.
- Boldrini, J. (1986). Álgebra linear. HARBRA, 3 edition.
- Moreira, M. and Favero, E. (2009). Um Ambiente para Ensino de Programação com Feedback Automático de Exercícios. XVII Workshop sobre Educação em Computação (WEI 2009).
- Boole, G. (1848). The Calculus of Logic. The Cambridge and Dublin Mathematical Journal.
- Alencar, M. and Netto, J. M. (2011). Improving cooperation in Virtual Learning Environments using multi-agent systems and AIML. 2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), page F4C-1–F4C-6.
- Shannon, C. E. (1953). A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits. Journal of Symbolic Logic, vol 18(4):347.
- Souza, M. B., Netto, J. M., Alencar, M. A. S., and Silva, M. M. (2011). Arcabouço de um Ambiente Tele-Robótico Educacional baseado em Sistemas Multiagente. XXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2011), page 680–689.
- Aydan, C. C. and Tirkes, G. (2010). Open Source Learning Management Systems in E-Learning and Moodle. IEEE EDUCON Education Engineering - The Future of Global Learning Engineering Education, page 593–600.
- Oberderfer, L.P.Z. B. (2011). Lógica formal e booleana. Unidade Curricular: Lógica Formal e Booleana.



<http://professores.chapeco.ifsc.edu.br/lara/files/2012/11/Apostila-Lógica-Aluno-Final.pdf>. Acessado em 10/04/2015.

- Kakasevski, G., Mihajlov, M., Arsenovski, S., and Chungurski, S. (2008). Evaluating usability in learning management system Moodle. Proceedings of the 30th International Conference III Cavtat, page 613–618.
- Pereira Júnior, J. C. R., Rapkiewicz, C. E., Xexeo, J. A. M., and Delgado, C. (2006). AVEP – Um ambiente de apoio ao ensino de algoritmos e programação. XIII Workshop sobre Educação em Computação.
- Souza, M. B., Lobo, F. L., Moreira, J. L. G., and Alencar, M. A. S. (2013). Uma Abordagem Metodológica voltada para o Ensino-Aprendizagem de Algoritmos. RENOTE Revista Novas Tecnologias na Educação, vol 11:490–499.
- Barbosa, S. L., Fernandes, T. C. B., and Campos, A. M. C. (2011). Takkou: uma ferramenta proposta ao ensino de algoritmos. XVIII Workshop sobre Educação em Computação (WEI 2011).
- Rocha, P. S. and Ferreira, B. (2011). Ensino e Aprendizagem de Programação Imperativa: Especificação de Ferramenta de Apoio à Aplicação de Proposta Metodológica Baseada no Sistema Personalizado de Ensino. Sexto Congresso Latinoamericano de Objetos de Aprendizagem e Tecnologias Educacionais - LACLO.